SERI 1

MEMBUMIKAN IPTEK PERTANIAN



http://serverlib

BADAN PENELITIAN DAN PENGEMBANGAN PERTANIAN
KEMENTERIAN PERTANIAN

AGRO INOVASI

MEMBUMIKAN IPTEK PERTANIAN

Editor:

Sumarno
Tjeppy D. Soedjana
Kedi Suradisastra

http://server.litbang.deptan.go.id/repo/perpus/perpusekp/

IAARD PRESS

Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian
Kementerian Pertanian
2012

Cetakan ke-1, 2012

Hak cipta dilindungi undang-undang
©IAARD Press, 2012

Dilarang mengutip atau memperbanyak sebagian atau seluruh isi buku ini tanpa seizin tertulis dari IAARD Press.

Hak cipta pada IAARD Press, 2012

Katalog dalam terbitan

MEMBUMIKAN IPTEK PERTANIAN
Membumikan Iptek Pertanian/Editor Sumarno, Tjeppy D. Soedjana, dan Kedi Suradisastra. - Jakarta: IAARD Press, 2012
xi, 491 hlm.: ill.; 24 cm
63.001.892
1. Agricultural Development-Research-Technology
I. Judul

ISBN 978-602-9462-15-9

IAARD Press

Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian
Jalan Ragunan No. 29, Pasarminggu, Jakarta 12540
Telp: +62 21 7806202, Faks.: +62 21 7800644

Alamat Redaksi:
Jalan Ir. H. Juanda No. 20, Bogor 16122
Telp.: +62 251 8321746, Faks.: +62 251 8326561
e-mail: iaardpress@litbang.deptan.go.id

http://server/perlib/pseksp/

MEMBUMIKAN IPTEK PERTANIAN

http://serverlib/psekp/

DAFTAR ISI

Halaman

Sambutan Menteri Pertanian ix

Kata Pengantar x

Manajemen Adaptif dalam Menghadapi Perubahan Iklim dan Perilaku Bertani
Kedi Suradisastra 1

Pengembangan Mekanisasi Pertanian dan Bioenergi di Indonesia
Bambang Prastowo 18

Parastatal Bulog: Perlukah Kembali sebagai Lembaga Pemerintah Non-Departemen
M. Husen Sawit 31

Geo-ekonomi Industri Sapi Potong di Indonesia
Tjeppy D. Soedjana 50

Teknologi Peningkatan Mutu Karkas Ayam
Abubakar 71

Konsep dan Penerapan Pemupukan Berimbang Rasional dan Spesifik Lokasi pada Padi Sawah
Suyamto 83

Optimalisasi Teknologi Inseminasi Buatan Mendukung Usaha Agribisnis Sapi Perah dan Sapi Potong
Kusuma Diwyanto 100

Pengembangan Pakan Ternak Ruminansia Berbasis Sumber Daya Lokal
Kuswandi 123

Strategi Pengendalian Hama dan Penyakit Tanaman Menghadapi Perubahan Iklim
Muhammad Arifin 141

Strategi Pengembangan Domba Unggul Hasil Penelitian Pemuliaan
Ismeth Inounu 155

Dinamika Integrasi Tanaman-Ternak di Perkebunan Sawit
Abdullah Bamualim 169

http://servalibipsekp/

Perbaikan Varietas Padi Sawah Berumur Genjah dan Hasil Tinggi
Bambang Suprihatno 182

Peranan Produksi Karet Alam dalam Perubahan Industri Karet Global
Djoko Said Damardjati 195

Sistem Pemuliaan Tanaman Terpadu
Sumarno 212

Pemanfaatan Ekstrak Tanaman dan Bahan Mineral untuk Pestisida Alternatif
Subiyakto 231

Konservasi Sumber Daya Genetik Ternak Melalui Pendekatan Perwilayahan dan Swadaya Masyarakat
Subandriyo 249

Peningkatan Ketahanan Tanaman terhadap Penyakit Mengantisipasi Dampak Perubahan Iklim
Supriadi 272

Pengendalian Hama Penyakit Terpadu pada Ubi Kayu
Nasir Saleh 285

Pengelolaan Hara untuk Produksi Optimal Kedelai pada Lahan Kering Masam
Subandi 304

Kutu Kebul: Hama Penting Kedelai dan Strategi Pengendalian
Marwoto 320

Pengembangan Teknologi Pakan untuk Peningkatan Produksi Ternak Ruminansia
Budi Haryanto 335

Strategi dan Manajemen Produksi Pertanian Tepat Waktu dan Tepat Guna
Benny Gunawan 348

Permasalahan Pakan dan Tantangan di Masa Mendatang
Budi Tangendjaja 364

Agens Hayati Pengendali Hama Tanaman Berbasis Peningkatan Daya Saing Produk Perkebunan
Deciyanto Sutopo 386

http://servedlib.litbang.deptan.go.id/

Pengembangan Agroindustri Lada Berbasis Inovasi Meningkatkan Nilai Tambah dan Daya Saing
Risfaheri 399

Pengelolaan Lingkungan dalam Usaha Pengendalian Hama Penyakit Kakao
Elna Karmawati 415

Potensi dan Teknologi Pemanfaatan Cacing Tanah sebagai Pakan dan Pupuk Organik
Heti Resnawati 427

Peranan Varietas Tahan dalam Pengendalian Hama Wereng Coklat pada Padi
Arifin Kartohardjono 444

Keamanan Pangan Asal Ternak Ditinjau dari Rantai Pangan dan Budi Daya di Tingkat Peternak
Sjamsul Bahri 455

Indeks 479

Profil Penulis Buku 487

http://serverlib/psekp/

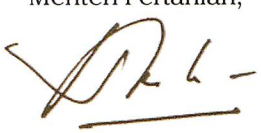
SAMBUTAN MENTERI PERTANIAN

Pembangunan pertanian di Indonesia sebagaimana di negara lain senantiasa dilandasi oleh hasil inovasi para penelitinya. Keberhasilan swasembada beras beberapa waktu yang lalu merupakan salah satu contoh keberhasilan pemanfaatan hasil-hasil penelitian serta pengembangan ilmu dan teknologi pertanian terutama adanya varietas baru tanaman hasil inovasi para pemulia tanaman serta dukungan paket teknologinya dari para peneliti Indonesia. Walaupun jumlahnya tidak banyak, para peneliti pertanian sangat berperan dalam mendukung upaya tersebut. Dedikasi dalam diam oleh para peneliti yang tidak pernah putus turut membantu keberhasilan tersebut. Oleh karena itu di masa yang akan datang, Kementerian Pertanian akan terus mendayagunakan para peneliti dengan segala hasil inovasinya.

Terbitnya buku bunga rampai dari tulisan para Profesor Riset Kementerian Pertanian ini patut disambut gembira, sekaligus dituntut kemampuan para penulis dan kita semua untuk membumikan iptek seperti judul bukunya, terutama untuk mendukung suksesnya program pembangunan pertanian di Indonesia. Upaya membumikan iptek yang dimulai dengan terbitnya buku bunga rampai ini juga saya nilai sangat bermafaat bagi masyarakat sekaligus juga menjadi bekal bagi jajaran Kementerian Pertanian dalam melaksanakan pembangunan pertanian di lapangan.

Kementerian Pertanian terus berharap agar peran para Profesor Riset terus ditunjukkan, baik secara langsung maupun tidak langsung dalam membantu suksesnya program pembangunan pertanian di Indonesia. Buku bunga rampai ini diharapkan bukan menjadi karya terakhir para Profesor Riset, tetapi terus diikuti oleh terbitnya buku-buku lainnya yang bermafaat bukan hanya bagi jajaran Kementerian Pertanian khsusnya tetapi juga bagi masyarakat Indonesia umumnya, termasuk dalam turut mengembangkan iptek pertanian di Indonesia. Sekali lagi saya sangat menghargai terbitnya buku bunga rampai ini.

Menteri Pertanian,



Suswono

http://perpustakaan.litbang.deptan.go.id

KATA PENGANTAR

Pemerintah telah menetapkan sejumlah target dalam pembangunan pertanian, termasuk dalam kaitannya dengan Master Plan Percepatan Pembangunan Ekonomi Indonesia (MP3EI). Sektor pertanian masih dipandang penting dan strategis sebagai salah satu sektor penting untuk memperkokoh ketahanan pangan, mengentaskan kemiskinan di perdesaan, dan membangun agro-industri. Tantangan pembangunan pertanian semakin "berat" dan kompleks, di antaranya adalah perubahan iklim, pertambahan penduduk, konversi lahan yang sulit dibendung, degradasi dan fragmentasi lahan, serta perubahan pasar pangan global, terutama konversi pangan ke bioenergi.

Tantangan itulah yang perlu dijawab oleh *scientists*, pemerintah, politisi, dan masyarakat sipil lainnya. Pemerintah terus mendorong agar para peneliti, termasuk Profesor Riset di Kementerian Pertanian, untuk terus mengembangkan ilmu pengetahuan dan teknologi (iptek) pertanian untuk menjawab berbagai tantangan di atas. Hasil kerja yang panjang dan/atau pemikiran serta gagasan para Profesor Riset tersebut perlu terus dikembangkan dan dipublikasikan, antara lain melalui buku bunga rampai dan dapat dijadikan sarana dan tonggak acu (*bench mark*) bagi perkembangan iptek pertanian yang telah dicapai dan yang akan datang.

Buku ini terdiri atas dua seri yang merupakan salah satu output, rangkuman hasil pemikiran, dan pengalaman para Profesor Riset yang kini bergabung dalam Forum Komunikasi Profesor Riset (FKPR) Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian. Terima kasih disampaikan kepada pengurus FKPR, para penyunting dan lainnya yang telah membantu penyelesaian buku ini. Semoga sumbangan pemikiran ini bermanfaat dalam upaya mencerdaskan bangsa Indonesia, terutama dalam kancah pembangunan pertanian di masa yang akan datang.

Bogor, 17 Agustus 2012

Kepala Badan Penelitian
dan Pengembangan Pertanian

Haryono

Manajemen Adaptif dalam Menghadapi Perubahan Iklim dan Perilaku Bertani

KEDI SURADISASTRA

Pusat Sosial Ekonomi dan Kebijakan Pertanian
Jalan Jendral A. Yani No. 70, Bogor 16161
E-mail: kedisuradisastra@yahoo.com

ABSTRAK

Perubahan iklim berdampak terhadap bentuk dan skala perubahan ekosistem dan produktivitas pertanian. Perubahan ekosistem sangat erat kaitannya dengan perilaku dan interaksi sektor-sektor yang berada dalam suatu sistem ekologi. Dampak perubahan iklilm dan interaksi geo-sosial menghasilkan perubahan gradual, adaptif, dan transformatif. Salah satu pilihan dalam menghadapi proses perubahan sosial-ekosistem adalah penerapan manajemen adaptif. Manajemen adaptif adalah suatu konsep yang dikembangkan untuk memahami kemampuan adaptasi dan penyesuaian sistem sosial petani terhadap suatu perubahan ekosistem dan sebaliknya. Prinsip-prinsip manajemen adaptif memiliki karakterisasi: (1) partisipasi anggota komunitas petani, (2) memahami dan menyetujui konsekuensi pengambilan keputusan, dan (3) menyetujui proses pengambilan keputusan dalam konteks demokrasi secara bertahap. Ketiga prinsip ini dapat mengatasi situasi ketidakpastian dan ketidaksetujuan dalam mengelola dampak perubahan iklim, namun di saat yang sama dibutuhkan tindak aksi adaptif dan antisipatif.

Kata kunci: perubahan iklim, ekosistem, adaptif, pertanian

http://ser...

PENDAHULUAN

Perubahan iklim pada dasarnya adalah suatu konfigurasi atau pola sistematis elemen-elemen geografis yang menunjukkan keterkaitan atau interaksi elemen-elemen fisik geologi, biologi, dan sosial (*Times Lit. Supp.* dalam Merriam Webster's Coll. Dict.). Perubahan iklim sebagai resultan interaksi elemen-elemen fisik geologi dan sosial (geo-sosial) secara timbal-balik juga memengaruhi perilaku manusia dan dinamika kelompok sosialnya. Dalam beberapa dekade terakhir, perubahan iklim global telah memberikan dampak yang dirasakan oleh komunitas pertanian dalam bentuk dan skala perubahan ekosistem dan dinamika produktivitas pertanian. Tompkins dan Adger (2004) mengemukakan bahwa perubahan iklim dapat menimbulkan reaksi sistem sosial positif berupa peluang bagi pihak tertentu. Sebaliknya, perubahan iklim juga dapat merangsang reaksi negatif, antara lain berupa peningkatan kerentanan sosial dan ekosistem bagi pihak lain. Peningkatan kerentanan sosial dan ekosistem umumnya

sangat terasa pada kelompok masyarakat dan petani yang berada dalam posisi marginal. Pola-pola perubahan tersebut di Indonesia telah didelineasi oleh Suradisastra (2010) dalam kasus perubahan hubungan sosial-ekologi di daerah aliran sungai (DAS) Cimanuk, Jawa Barat. Tingkat kerusakan lahan dan degradasi ekosistem di jalur DAS Cimanuk menunjukkan keterkaitan erat dengan perilaku masyarakat pengguna lahan dan dengan perubahan ekosistem yang disebabkan oleh manusia dan perubahan iklim. Dalam praktik, perubahan ekosistem yang terjadi sangat erat kaitannya dengan perilaku dan interaksi sektor-sektor yang berada dalam suatu sistem ekologi, termasuk sistem kewilayahan dan administrasi pemerintahan.

Sebagai sumber daya pertanian, ekosistem lahan mengalami berbagai tindak eksploitatif teknis-biofisik guna mengejar tuntutan kebutuhan pangan masyarakat. Kegiatan eksploitasi lahan juga dilakukan dalam bentuk kegiatan ekonomi guna meningkatkan kesejahteraan sosial keluarga dan masyarakat yang hidup di ekosistem tersebut. Tindakan demikian memperparah kerusakan dan perubahan ekosistem yang disebabkan oleh perubahan jangka panjang akibat perubahan iklim. Pernyataan ini memperkuat prediksi Parmesan dan Yohe (2003) serta Root *et al.* (2003) tentang potensi perilaku manusia yang nyata memengaruhi kondisi ekosistem dan perilaku manusia terkait elemen-elemen alam dalam berbagai sektor pembangunan, termasuk pertanian.

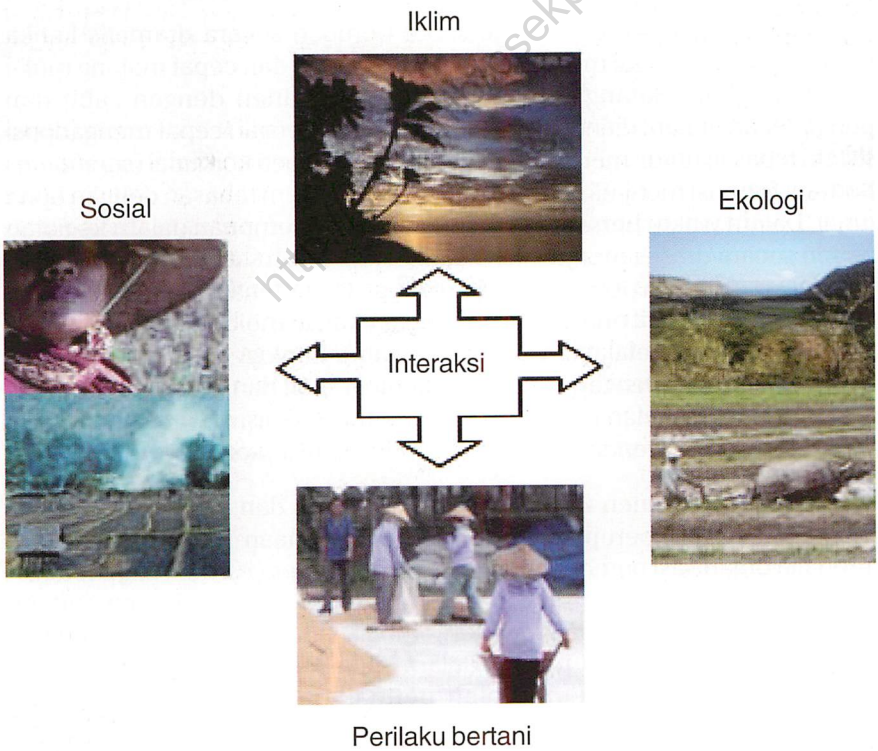
Tulisan ini membahas (1) isu hubungan timbal-balik antara perubahan iklim (yang dicirikan oleh perubahan ekosistem) dengan kegiatan pertanian dan perilaku bertani dalam konteks ekosistem lokal, (2) menyajikan beberapa kasus dampak hubungan timbal-balik tersebut terhadap pola dan bentuk perubahan sosial-ekologi di Indonesia, dikaitkan dengan fakta bahwa sebagian masyarakat pengguna dan pengeksploitasi lahan kurang memiliki keterampilan dan pengetahuan pengelolaan lahan pertanian dalam ekosistem yang semakin rapuh dan kaitannya dengan upaya konservasi ekosistem yang memadai, dan (3) merancang alternatif kebijakan terkait manajemen adaptif yang mampu mengantisipasi perubahan ekosistem yang berkaitan dengan interaksi sistem sosial dengan perubahan iklim global dalam konteks lokal.

PERUBAHAN IKLIM DAN PERILAKU BERTANI

Reaksi dan antisipasi terhadap perubahan iklim pada umumnya berupa upaya penciptaan dan rekayasa teknologi. Sikap tersebut berkembang karena selama ini teknologi dipandang sebagai "pisau bedah" yang manjur dalam setiap upaya peningkatan produksi dan produktivitas kegiatan pertanian. Introduksi teknologi varietas unggul, teknologi pemupukan berimbang, pengendalian hama terpadu, dan berbagai teknologi tepat guna

lainnya dirancang dan dikembangkan guna meningkatkan produktivitas ekosistem di mana kegiatan bertani dilaksanakan. Tidak dapat diingkari bahwa teknologi telah sangat berhasil dalam mendongkrak produksi pertanian. Namun sangat jarang dipertimbangkan bahwa perubahan ekosistem pertanian juga merupakan resultan interaksi timbal-balik dinamika iklim dengan kondisi ekosistem dan sistem sosial masyarakat petani. Interaksi perubahan iklim global dengan ekosistem dan perilaku sosial (dalam hal ini perilaku bertani) yang merupakan interaksi sistem geofisik dan sosial (interaksi geo-sosial) tidak bersifat satu arah, tetapi multi-arah. Kondisi dan status produksi ekosistem pertanian dan perilaku bertani saat ini merupakan resultan interaksi elemen-elemen tersebut (Gambar 1).

Pendekatan teknologi guna mengantisipasi penurunan produksi dan produktivitas pertanian secara berangsur-angsur mengubah perilaku bertani dan dalam jangka panjang juga memengaruhi tatanan kelembagaan pertanian. Interaksi ekosistem pertanian dengan perilaku bertani juga dapat menimbulkan efek rumah kaca yang dalam jangka panjang berakumulasi dan memengaruhi elemen-elemen iklim yang selanjutnya secara gradual memengaruhi perilaku iklim global.



Gambar 1. Interaksi geo-sosial dan perilaku bertani.

Pengaruh teknologi terhadap perilaku bertani di Indonesia, khususnya di Jawa, telah mengubah perilaku sosial petani ke arah perilaku yang lebih berorientasi ekonomi. Introduksi teknologi pertanian juga secara dramatis telah mempertebal garis pemisah antara peran gender pria dan wanita dalam penggunaan teknologi dan posisi dalam kegiatan produktif pertanian tertentu. Sebagai contoh, pada etnis Sunda dan Jawa tidak terdapat batasan bagi gender manapun untuk berpartisipasi dalam kegiatan tertentu, misalnya panen. Sampai tahun 1960-an, ketika varietas lokal masih ditanam, gender wanita merupakan pelaku utama panen padi dan keikutsertaan gender pria tidak dilarang. Pada masa itu, ikatan-ikatan padi dibawa ke rumah pemilik dan bawon dibagikan. Bawon bersifat *in-natura* dan pada masa itu berkisar antara 7-9 bagian bagi pemilik dan 1-3 bagian bagi pemanen. Seluruh kegiatan produksi sejak pengolahan lahan sampai pembagian bawon disertai oleh ritual lokal yang merupakan lembaga normatif yang harus dilaksanakan. Di Jawa Barat, waktu panen ditetapkan oleh seorang sesepuh atau *candoli*. Sebelum memotong padi, *candoli* menetapkan syarat-syarat seperti *sawen, pucuk tanjeur, pucuk gantung, empos,* dan *nasi tumpeng* lengkap. Panen dilaksanakan setelah *candoli* membaca *jampe* atau mantra dan menyemburkan air sirih ke empat penjuru angin.

Kelembagaan sosio-teknis tersebut berubah secara dramatis ketika teknologi varietas padi modern berbatang pendek dan cepat matang mulai dikembangkan. Batang padi lebih mudah dipanen dengan sabit dan penggunaan ani-ani ditinggalkan. Pemilik lahan dengan cepat mengadopsi sistem tebasan untuk memanen padi. Lembaga panen komunal (*sambatan*) bertransformasi menjadi kelembagaan panen sistem tebasan dengan upah tunai. Dalam waktu bersamaan, peran gender perempuan dalam kegiatan panen secara drastis menjadi termarginalkan. Salah satu penyebab utama penyingkiran tenaga perempuan dalam kegiatan tertentu adalah perbedaan kemampuan kognitif pria dalam memanfaatkan teknologi tertentu. Gender pria lebih mahir melakukan panen dengan teknologi sabit dan berbagai teknologi lainnya. Dengan kata lain, teknologi sabit dan berbagai teknologi pertanian lainnya telah mengalami proses maskulinisasi (*masculinization process*) sehingga gender feminin menjadi tersingkirkan.

Gabah hasil panen langsung dijual di lokasi dan pemilik, pemanen mendapat bagian berupa uang. Dalam pelaksanaan panen tebasan ini, lembaga organisasi pemanen bergerak (*itinerant harvester*), yang sebagian besar terdiri atas kaum pria, beroperasi di lokasi-lokasi yang sedang melakukan pemanenan dan mereka kembali pada keluarganya membawa uang tunai sebagai upah panen. Dalam situasi demikian, gender wanita kehilangan peluang memperoleh pendapatan dari kegiatan panen (Suradisastra 2006).

Maskulinisasi teknologi dan ketidakmampuan kelembagaan petani tradisional di Jawa Barat untuk beradaptasi secara baik terhadap perubahan yang terjadi telah menyebabkan perubahan transformatif terhadap kelembagaan organisasi dan perilaku bertani. Hampir seluruh kelembagaan komunitas pengguna air (*kamantren*, *ulu-ulu*, *mantri cai*) di Jawa Barat telah bertransformasi total menjadi kelembagaan petani pengguna air yang bersifat formal (Suradisastra 2010). *Kamantren* dan *ulu-ulu* telah ditransformasikan menjadi lembaga organisasi komunitas petani pengguna air yang terintegrasi dalam kelompok-kelompok tani yang dibina pemerintah.

Transformasi kelembagaan lokal petani (*indigenous institution*) tersebut secara umum juga mengubah perilaku sosial komunitas petani. Hubungan sosial dalam kegiatan produktif bertani seperti mengolah lahan, menanam, menyiang, panen, dan kegiatan produktif lainnya yang dulu dilakukan oleh kerabat dan tetangga dekat, kini telah berubah menjadi hubungan majikan-buruh (*patron client relationship*) karena sistem bagi hasil secara *natura* antartetangga telah digantikan menjadi sistem upah antara pemberi upah dan penerima upah (buruh). Peserta kegiatan bertani kini tidak lagi hanya berasal dari lingkungan tetangga atau satu kampung, namun sebagian besar berasal dari luar desa yang menyewakan jasa dalam berbagai bentuk kegiatan bertani. Pretty (1995), dalam kaitannya dengan perubahan perilaku bertani di Jawa yang telah memarginalkan tenaga kerja produktif wanita, menyebutkan: "*bands of men increasingly became itinerant harvesters, and opportunities for income generation for women fell*". Dalam kondisi seperti ini, perubahan perilaku bertani yang sangat jelas adalah migrasi kegiatan dan status bertani dari status bertani ke status buruh tani karena kegiatan buruh tidak lagi didasarkan pada kekerabatan dan hubungan baik, namun pada produktivitas yang diukur dengan parameter finansial.

Selain pemahaman akan pengaruh teknologi yang dikaitkan dengan perubahan iklim, upaya memahami konsep perubahan perilaku bertani dan dinamikanya dalam upaya bertahan hidup juga memerlukan pemahaman yang memadai akan konsep *social resilience* (daya lenting atau ketangguhan sosial), yang sering digunakan dalam membahas perubahan perilaku dan upaya adaptasi sistem sosial terhadap perubahan lingkungannya. Ketangguhan sosial sangat erat kaitannya dengan upaya adaptasi kelompok sosial terhadap perubahan ekologi di mana mereka berada. Dalam kaitannya dengan interaksi sistem sosial dan ekologi, Conway (1987) menyebutkan bahwa elemen sosial merupakan kunci utama dalam mempertahankan sistem ekologi untuk tetap berada dalam kondisi seimbang. Pernyataan ini menunjukkan kemampuan suatu komunitas atau sistem sosial dalam beradaptasi terhadap perubahan ekosistem merupakan faktor terpenting dalam menjaga kelangsungan hidup sistem komunitas tersebut. Di sisi lain, Chambers (1992) mengemukakan bahwa manusia sebagai elemen utama dalam sistem sosial juga tidak dapat dipisahkan dari sistem ekologi tempat mereka

http://pse.litbang.deptan.go.id

berada. Conway (1987) merangkum keseimbangan ekosistem sebagai suatu sistem ekologi tempat terjadinya interaksi elemen-elemen alam, elemen sosial (manusia), teknologi, dan ekonomi. Dalam kondisi demikian, komunitas sosial dalam sistem sosial-ekosistem beradaptasi dan berevolusi dalam sikap dan tindakan mengelola ekosistem untuk mempertahankan eksistensi sistem sosial tersebut. Pada hakikatnya, interaksi sosial-ekologi mencerminkan kemampuan evolusi sosial dan mengadaptasikan sikap dan tindakan sosial dalam konteks *resilience* (kelenturan, keluwesan atau daya lenting).

Interaksi perubahan iklim dan dinamika ekosistem dengan perilaku bertani telah mengevolusikan berbagai sistem sosial komunitas petani ke dalam kondisi saat ini. Komunitas petani subak di Bali yang telah bertahan lebih dari satu milenium mampu beradaptasi terhadap perubahan iklim dan ekosistem karena faktor kelenturan sosial-kelembagaannya yang mampu mengintegrasikan nilai-nilai fisik, sosial, dan psikologi secara berimbang ke dalam perilaku bertani mereka. Sudaratmaja (2009) menyitir filosofi Tri Hita Karana sebagai faktor penuntun utama kelembagaan tekno-sosial subak dalam beradaptasi terhadap perubahan alam (termasuk di dalamnya elemen-elemen iklim dan ekologi) yang memengaruhi perilaku bertani komunitas subak. Filosofi Tri Hita Karana mengatur harmonisasi hubungan manusia dengan Sang Pencipta, manusia dengan lingkungannya, dan hubungan sesama manusia dalam sistem sosial di mana mereka berinteraksi. Dituntun oleh filosofi ini, perubahan perilaku bertani komunitas subak terjadi secara gradual dan diselaraskan dengan kondisi alam dan lingkungan, termasuk kondisi iklim global yang terus berubah.

http://perpustakaan.litbang.deptan.go.id

KATEGORI PERUBAHAN

Iklim merupakan faktor utama yang memengaruhi kondisi ekosistem dan perilaku petani, baik dalam skala global maupun dalam skala mikro-lokal, secara langsung atau tidak langsung. Secara alami, suatu ekosistem akan beradaptasi terhadap perubahan iklim global atau perubahan perilaku musim lokal. Sebagai dampak berantai, sistem sosial (komunitas petani) akan berupaya menyesuaikan diri dengan perubahan ekosistem di mana mereka hidup dan berusaha. Dalam hal ini, ketangguhan sosial komunitas petani akan diuji. Namun, ketangguhan ekosistem yang merupakan resultan interaksi dengan perubahan iklim global tidak selalu sejalan dengan struktur sistem sosial berikut norma dan kelembagaannya, atau sebaliknya. Sebagai contoh, tindakan manusia (sistem sosial) dalam mengubah pola usaha tani, atau mengganti komoditas yang diusahakan, pada akhirnya akan mengikuti "kehendak" alam yang disebut proses alami. Peningkatan efisiensi usaha tani dan proses pelaksanaannya sangat bergantung pada kesesuaiannya dengan

proses dan hukum alam (misalnya umur padi tidak dapat secara drastis diubah oleh manusia, proses kebuntingan ternak tidak dapat diperpendek menurut keinginan manusia). Dalam kasus ini, ketangguhan sistem sosial dan ekologi saling mengakomodasi.

Dampak perubahan ekosistem yang disebabkan oleh perubahan iklim global lebih banyak dirasakan oleh kelompok petani marginal. Pada umumnya petani miskin hidup dan berusaha di lokasi-lokasi yang lebih berisiko daripada petani kaya yang mampu menguasai lahan yang lebih subur dan memiliki akses yang baik terhadap sumber daya alam. Petani miskin umumnya memiliki ketangguhan sosial yang rendah dan lebih terdedah pada risiko alami seperti banjir dan kekeringan. Lebih jauh lagi, kelompok demikian sering terabaikan dalam proses pengambilan keputusan. Bila perencanaan partisipatif tidak dilakukan, keberlanjutan dan implementasi keputusan komunal semakin dipertanyakan.

Perubahan iklim yang memengaruhi perilaku dan pola pikir sistem sosial pada umumnya akan diikuti oleh proses interaksi sistem sosial dan ekologi yang menghasilkan tiga kategori pola perubahan sistem sosial-ekologi pertanian, yaitu:

(1) Perubahan gradual: perubahan geofisik atau ekologi tingkat mikro sebagai respons individu petani terhadap perubahan iklim yang tidak disertai perubahan sistem sosial. Perubahan gradual merupakan proses yang lambat dan dapat diprediksi.

(2) Perubahan adaptif: perubahan ekologi yang disebabkan oleh respons sistem sosial (komunitas petani) terhadap dinamika iklim global.

(3) Perubahan transformatif: penyesuaian komponen sosial dan ekosistem ke dalam sistem baru.

Ketiga kategori perubahan tersebut merupakan resultan interaksi ekosistem, iklim global, dan perilaku sistem sosial komunitas petani. Lebih jauh lagi, dalam dunia nyata, interaksi dalam suatu ekosistem terjadi antarberbagai sektor dan komoditas. Perubahan iklim yang memicu perubahan perilaku sosial komunitas dan masyarakat juga memberikan dampak terhadap perilaku sektor selain pertanian.

Perubahan iklim yang merupakan suatu proses longitudinal adalah salah satu ujian yang dapat memengaruhi derajat ketangguhan sosial dan ekologi (sistem geofisik). Fenomena alam berskala besar, seperti angin topan, perubahan curah hujan, atau kekeringan yang luas, yang "bersilangan" dengan perubahan internal ekosistem yang disebabkan oleh ulah manusia (seperti pembukaan lahan pertanian baru dan penggalian bahan galian-C), dapat dengan segera - atau secara bertahap - mengubah tatanan ekosistem dan sikap sistem sosial masyarakat serta perilaku bertani.

Proses marginalisasi elemen-elemen sistem yang lemah tidak hanya terjadi pada komunitas petani atau sistem sosial (seperti marginalisasi petani miskin), namun juga pada elemen-elemen ekosistem yang terdegradasi (penurunan kesuburan, peningkatan kerentanan terhadap erosi, dan sebagainya). Di sisi lain, perubahan yang terjadi pada sistem ekologi bersifat *irreversible* (tidak dapat dikembalikan ke posisi asal). Bila suatu ekosistem hutan diubah menjadi ekosistem pertanian, kemungkinan peluang untuk dikembalikan ke status hutan sangat kecil dan makan waktu lama.

Sifat *irreversible* yang hampir mutlak, yaitu bilamana peluang untuk dikembalikan ke posisi asal mendekati 0 (nol), akan lebih cepat dicapai bila interaksi antara sistem sosial dengan ekosistem merupakan interaksi *predatori*. Purves *et al.* (2008) mendefinisikan interaksi predatori sebagai hubungan interaktif di mana satu pihak berperan sebagai pemangsa (*predator*) dan pihak lain sebagai mangsa (*prey*). Suradisastra (2010) memberikan contoh interaksi predatori yang bersifat *irreversible* di DAS Cimanuk Hulu di Kecamatan Cikajang, Kabupaten Garut, Jawa Barat, yang ditunjukkan oleh kegiatan penambangan bahan galian-C (batu kali dan pasir) guna memenuhi permintaan akan bahan bangunan (Gambar 2). Peningkatan kebutuhan bahan bangunan merupakan tuntutan sistem sosial yang membutuhkan lebih banyak tempat berteduh yang memiliki ketahanan maksimal dalam menghadapi perubahan iklim global, yang antara lain ditandai oleh peningkatan suhu udara, frekuensi angin topan, dan hujan badai.

Dalam skala lebih luas dan sistematis, interaksi predatori tergambarkan dengan sangat baik dalam proses perluasan kawasan perkotaan. Dalam kondisi ini, faktor kebijakan (program perluasan perkotaan) memangsa areal fisik pertanian di sekitar wilayah perkotaan. Perubahan lahan pertanian menjadi permukiman, kawasan industri, atau jalan raya untuk mendukung ekonomi perkotaan (Gambar 3) bersifat *irreversible*. Namun di sisi lain, kondisi dan kegiatan usaha tani di sekitar perkotaan menjadi kurang menarik karena tersaingi oleh kegiatan sektor lain yang lebih menjamin rutinitas



Gambar 2. Interaksi predatori di Sungai Cimanuk Hulu, Desa Cikajang, Garut.

pendapatan dibandingkan dengan perolehan usaha tani yang sangat bergantung pada musim dan dinamika iklim.

Perubahan gradual terhadap suatu ekosistem terjadi bila individu petani berusaha mengubah ekosistem mikro yang dikuasainya sebagai upaya penyesuaian kegiatannya dengan dinamika iklim dan musim (Gambar 4). Perubahan gradual umumnya dicirikan oleh perilaku petani dalam menerapkan teknologi dan sarana pertanian yang sesuai dengan kondisi ekologi mikro yang mereka kontrol. Di sisi lain, ekosistem yang dikelola petani memiliki waktu cukup untuk memulihkan kondisinya dalam menerima perubahan yang dilakukan sistem sosial tersebut.



Gambar 3. Perubahan transformatif: Jalan Raya Cimalaka, Sumedang.



Gambar 4. Perubahan gradual invasif: konversi lahan hutan ke lahan pertanian (Desa Cikajang, Garut, dan Desa Cibeureum, Sumedang).

Perubahan adaptif terjadi bila perubahan iklim yang memengaruhi kondisi dan perilaku bertani dapat disesuaikan dengan kondisi ekosistem atau lahan kegiatan produktif setempat. Lebih jauh lagi, perilaku bertani tetap diarahkan ke dalam bentuk kegiatan agar ekosistem yang mereka kelola tetap mampu memberikan produktivitas yang layak dalam kondisi iklim global yang telah berubah tersebut. Perubahan perilaku positif seperti ini dicontohkan antara lain oleh upaya adopsi inovasi tepat guna dan ramah lingkungan.

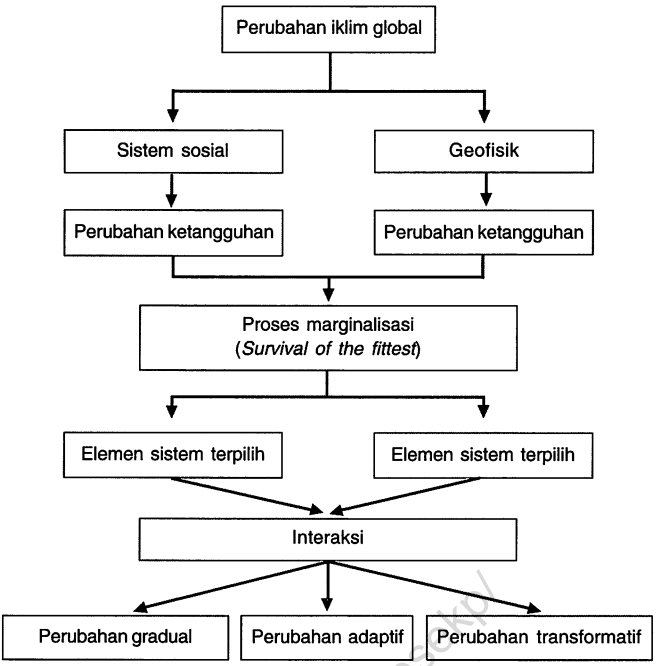
Perubahan transformatif digambarkan oleh perubahan total sistem sosial (perilaku bertani) dan geofisik karena ketidakberdayaan salah satu sistem tersebut (baik perilaku bertani maupun sistem geofisik) dalam menghadapi proses perubahan yang berkaitan dengan dinamika iklim global (Gambar 5). Perubahan transformatif pada umumnya terjadi bila salah satu sistem telah mengalami degradasi parah, namun perubahan transformatif juga terjadi bila salah satu sistem memiliki ketangguhan lemah.

Pada dasarnya ketiga kategori perubahan tersebut berkaitan erat dengan bentuk interaksi sistem sosial dengan sistem geofisik di mana sistem sosial tersebut beraktivitas. Secara diagramatis, pengaruh perubahan iklim global terhadap hubungan interaktif tersebut disajikan pada Gambar 6.

Dalam memahami pola interaksi sistem sosial-ekologi, hampir tidak dapat dijumpai pola interaksi mutualistis (interaksi yang menguntungkan kedua belah pihak). Hal ini dapat dipahami karena setiap perubahan ekosistem yang disebabkan oleh perilaku bertani lebih diarahkan pada peningkatan ketangguhan sosial, kesejahteraan, dan perbaikan kehidupan ekonomi. Namun, tindakan predatori perilaku bertani terhadap ekosistem dapat dikendalikan dengan penerapan teknologi pertanian ramah lingkungan.



Gambar 5. Perubahan transformatif: konversi lahan hutan menjadi lahan pertanian dan permukiman (Desa Cibeureum, Sumedang).



Gambar 6. Kerangka pikir hipotesis hubungan perubahan iklim dan interaksi elemen-elemen geo-sosial.

http://servernb/pse/kp/

STRATEGI MANAJEMEN ADAPTIF

Upaya penanganan dampak perubahan iklim terhadap ekosistem merupakan tantangan terbesar bagi sistem sosial-ekologi. Abramovitz *et al.* (2001) mengemukakan bahwa melibatkan komunitas (petani) dalam memperbaiki atau mengurangi dampak negatif merupakan salah satu strategi dalam menurunkan kerentanan sosial-ekologi yang disebabkan oleh perubahan iklim. Pengembangan perencanaan dan kebijakan partisipatif selama ini sering kali dikritik karena dianggap kurang mempertimbangkan keragaman ekosistem dan dinamika komunitas (Agrawal dan Gibson 1999; Leach *et al.* 1999) serta kurang memperhitungkan kesenjangan akses terhadap sumber daya utama dalam sistem manajemen berbasis komunitas (Ribot dan Peluso 2003). Guna mengatasi kelemahan tersebut, pengelolaan berbasis komunitas (*community-based management*) merupakan suatu manajemen adaptif yang luwes dan mengarah pada keseimbangan ekosistem dan sistem sosial yang berada di dalamnya. Dalam hal ini, mengubah atau menyesuaikan perilaku bertani dengan kondisi geofisik dan teknologi merupakan salah satu upaya utama.

Tujuan utama kegiatan bertani adalah untuk bertahan hidup melalui upaya-upaya untuk mengontrol atau mengubah keragaman proses yang terjadi dalam ekosistem di mana kegiatan tersebut dilakukan. Dalam hal ini, sistem sosial masyarakat petani mengendalikan perubahan ekosistem melalui kegiatan produktif yang mereka perlukan untuk mempertahankan dan melanjutkan kegiatan usaha taninya. Pada saat yang sama, petani juga beradaptasi terhadap perubahan ekosistem sekitar lahan usaha taninya sesuai dengan tujuan yang diinginkan. Petani dan ekosistem persawahan melakukan upaya konsolidasi melalui proses perubahan yang secara berangsur-angsur menghasilkan perubahan atau perkembangan sistem usaha tani yang memiliki ketangguhan tinggi. Terminologi "konsolidasi" memberikan implikasi bahwa struktur sosial masyarakat petani dan perubahan ekosistem sawah tidak mudah dipisahkan dan keduanya berinteraksi secara organik untuk menghasilkan pola-pola organisasi kegiatan usaha tani atau pola sistem usaha yang baru yang memiliki ketangguhan sosial dan ekologi dalam hierarki tertentu (Suradisastra 2010). Secara singkat, terminologi "ketangguhan" mencerminkan daya adaptasi suatu sistem (baik sosial maupun ekologi) dalam upaya bertahan hidup dalam perubahan global. Ketangguhan yang mampu mengikuti proses untuk beradaptasi dalam suatu siklus adaptasi (*adaptive-cycle*) merupakan kunci penting dalam menyusun, mengembangkan, dan mengimplementasikan strategi manajemen adaptif dalam kegiatan pertanian, termasuk mengarahkan atau mengubah perilaku bertani.

Makna kapasitas adaptasi umumnya dikaitkan dengan tindakan manusia dalam merespons, mengantisipasi, atau memproyeksikan perubahan ekosistem guna mengurangi dampak buruk atau mengambil keuntungan dari perubahan dan peluang yang diakibatkan oleh perubahan ekosistem. Namun, kemampuan sistem sosial dalam merespons perubahan ekosistem tidak selalu sama. Sebagian sistem sosial memiliki kemampuan merespons perubahan iklim dan ekosistem secara berkelanjutan (*sustainable responses*), sebagian lagi tidak memilikinya (Tompkins dan Adger 2004). Ketangguhan teknososial organisasi subak di Bali yang bertahan lebih dari satu milenium dan diungkap oleh Suradisastra *et al.* (2002) mencerminkan bahwa etnis Bali memiliki kemampuan merespons secara berkelanjutan terhadap perubahan iklim dan ekosistem. Secara teknis, anggota atau *kerama* subak akan memberi respons atau menyesuaikan diri terhadap setiap intervensi eksternal secara berkelanjutan. Reaksi subak sebagai suatu organisasi petani mengarah pada tindak pemecahan masalah (*problem-solving action*). Sikap responsif seperti ini menunjukkan kemampuan organisasi subak yang mampu bertahan dan beradaptasi selama ini.

Manajemen adaptif adalah suatu konsep yang dikembangkan untuk memahami kemampuan adaptasi dan penyesuaian sistem sosial petani terhadap suatu perubahan ekosistem dan sebaliknya. Pengetahuan tentang

kelenturan sistem sosial petani mampu membuka kemungkinan untuk meramalkan dampak perubahan yang disebabkan oleh faktor eksternal seperti perubahan kebijakan dari luar sistem tersebut, atau perubahan karena dinamika iklim. Prinsip-prinsip manajemen adaptif memiliki karakterisasi sebagai berikut: (1) anggota komunitas petani harus berpartisipasi sepenuhnya dalam mengembangkan strategi pengelolaan sumber daya pertanian, (2) anggota komunitas petani harus memahami dan menyetujui konsekuensi pengambilan keputusan, dan (3) petani menyetujui proses pengambilan keputusan dalam konteks demokrasi secara bertahap. Ketiga prinsip ini menawarkan jalan keluar bagi komunitas petani yang rentan secara sosial untuk bergabung dalam mengembangkan pemikiran-pemikiran yang bersifat membangun. Prinsip tersebut sejalan dengan perubahan iklim dalam situasi ketidakpastian dan ketidaksetujuan dalam mengelola dampak perubahan iklim, namun di saat yang sama dibutuhkan tindak aksi adaptif dan antisipatif.

KEBIJAKAN DAN STRATEGI MANAJEMEN ADAPTIF

Pengembangan kebijakan dan strategi manajemen adaptif harus mampu menerapkan persyaratan-persyaratan berikut:

(1) Penyusun dan pelaksana kebijakan dan manajemen adaptif harus mampu terlebih dahulu memahami pola perubahan yang disebabkan oleh interaksi geo-sosial.

(2) Pengembangan dan penerapan manajemen adaptif dalam upaya percepatan pembangunan pertanian tidak lepas dari sektor-sektor lain dalam konteks pembangunan wilayah.

(3) Dampak perubahan perilaku bertani (yang dicirikan oleh perilaku teknis dan ekonomi) terhadap penerapan inovasi dan keseimbangan gender hendaknya menjadi bahan pertimbangan serius.

(4) Sifat *irreversible* perubahan perilaku bertani yang disebabkan oleh interaksi geo-sosial seyogianya dikaitkan dengan perkembangan prediktif dan arahan kegiatan pertanian masa depan.

(5) Implementasi manajemen adaptif harus mampu menanggapi dan mengurangi ekses-ekses yang disebabkan oleh pola interaksi predatori dalam upaya ekstensifikasi usaha tani.

(6) Kebijakan dan manajemen adaptif yang didasarkan pada pengelolaan berbasis komunitas (*community-based management*) pada umumnya lebih mudah diadopsi dan diarahkan sesuai dengan perubahan perilaku iklim dan dinamika komunitas petani. Strategi pengelolaan adaptif memiliki potensi penyesuaian dengan perilaku dan siklus perkembangan teknologi yang memengaruhi perilaku bertani.

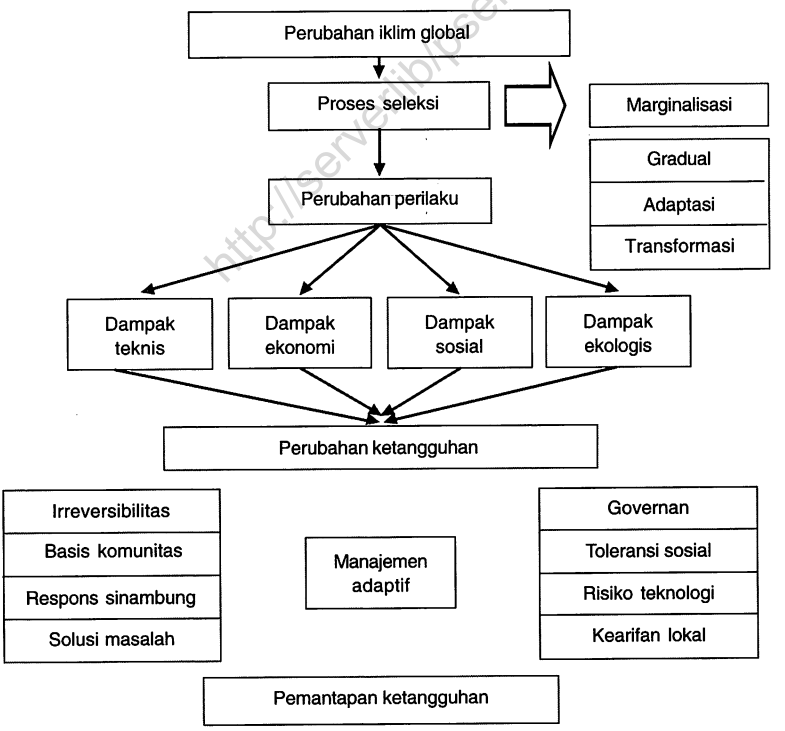
(7) Kebijakan dan manajemen adaptif harus mampu mengarahkan pembangunan sektor pertanian ke arah peningkatan ketangguhan sosial komunitas petani dengan peningkatan sifat *sustainable responses* (mampu memberikan respons secara berkelanjutan terhadap setiap gangguan eksternal) dan *problem-solving action* (tindak aksi pemecahan masalah).

Dimensi kebijakan dan manajemen adaptif lebih mengarah pada kondisi sistem sosial atau komunitas petani dan masyarakat umum. Strategi implementasi manajemen adaptif juga harus mampu memahami dimensi sosial kemasyarakatan, terutama yang berkaitan dengan perilaku bertani. Beberapa butir penting yang layak dipertimbangkan adalah:

(1) Dimensi *governance* (governan, aspek kewenangan) dan struktur partisipasi masyarakat guna menghadapi kemungkinan terjadinya marginalisasi sosial dan pelecehan sosial (*social underclassification*) terhadap komunitas dan profesi bertani.

(2) Dimensi mobilitas dan toleransi sosial, serta dimensi identitas sosial lokal.

(3) Adopsi inovasi teknologi yang membahayakan lingkungan atau berpotensi memarginalisasi sebagian anggota komunitas pertanian.



Gambar 7. Kerangka hipotesis strategi manajemen adaptif.

(4) Adopsi inovasi yang berisiko tinggi, dan inovasi yang kurang atau tidak mampu memberdayakan penggunanya.

(5) Potensi kearifan lokal dan peluang penerapan serta pengembangannya.

Secara diagramatis, strategi implementasi manajemen adaptif disajikan pada Gambar 7.

KESIMPULAN DAN IMPLIKASI KEBIJAKAN

Kesimpulan

Manajemen adaptif bersifat luwes dan prediktif, dapat memperkirakan masa depan, dan secara umum mudah disesuaikan dengan perubahan sosial dan ekologi. Berdasarkan pertimbangan itu, kesimpulan yang dapat ditarik adalah:

(1) Manajemen adaptif merupakan alternatif panduan bagi kelompok pengambil keputusan (*decision making group*) dalam mengelola kelompok pengemban kebijakan, baik di tingkat makro-nasional maupun mikro-operasional. Hal ini berkaitan dengan ciri pola manajemen yang berbasis komunitas, mudah diadopsi, dan mudah disesuaikan dengan perilaku manusia dan perubahan alam.

(2) Arah dan proses pembangunan pertanian tidak terlepas dari dinamika interaksi geo-sosial yang memberikan dampak perubahan terhadap sektor-sektor pembangunan dalam suatu wilayah.

(3) Dinamika interaksi geo-sosial bersifat *irreversible* dan berpengaruh jangka panjang terhadap perilaku teknis dan ekonomi petani dan pertanian (termasuk dinamika inovasi dan keseimbangan gender).

(4) Strategi manajemen adaptif mampu mengendalikan dampak negatif interaksi predatori, memprediksi masa depan, meningkatkan ketangguhan sosial dan ekologi, dan menekankan tindak pemecahan masalah.

Implikasi Kebijakan

Guna mendukung pemikiran-pemikiran tersebut, dan untuk menerapkan strategi pengelolaan adaptif di tingkat operasional, diperlukan beberapa alternatif kebijakan yang seyogianya dipertimbangkan dan dikembangkan secara komprehensif. Beberapa implikasi kebijakan yang disarankan adalah:

(1) Kebijakan keberpihakan (*affirmative policy*) kepada petani dan sektor pertanian serta peningkatan jiwa dan struktur partisipasi masyarakat dalam kaitannya dengan mempertahankan nilai dan profesi terkait sektor pertanian.

(2) Kebijakan pendukung (*supporting policy*) yang mampu mendorong gairah masyarakat tani untuk membangun kelembagaan yang memiliki pola kewenangan (*governance system*) dalam upaya mendorong dan mengangkat harkat dan identitas petani dan sektor pertanian.

(3) Kebijakan selektif terhadap inovasi teknologi yang berdampak negatif terhadap lingkungan, dan inovasi yang tidak selaras dengan kondisi dan nilai-nilai sosial pemangku kepentingan.

(4) Kebijakan pembangkit (*encouragement policy*) semangat masyarakat guna memberdayakan kearifan lokal yang dapat dievolusikan menjadi kelembagaan mandiri (*self-governing institution*) guna mendorong laju pertumbuhan sektor pertanian.

DAFTAR PUSTAKA

Abramovitz, J., T. Banuri, P.O. Girot, B. Orlando, N. Schneider, E. Spanger-Siegfried, J. Switzer, and A. Hammill. 2001. Adapting to Climate Change: Natural resource management and vulnerability reduction. International Union for Conservation of Nature and Natural Resources, Gland, Switzerland.

Agrawal, A. and C.C. Gibson. 1999. Enchantment and disenchantment: the role of community in natural resource conservation. World Dev. 27(4): 629-649.

Chambers, R. 1992. Rural Appraisal: Rapid, Relaxed and Participatory. IDS Discussion Paper 311. IDS, Brighton.

Conway, G.R. 1987. The properties of agroecosystems. Agric. Syst. 24: 95-117.

Leach, M., R. Mearns, and I. Scoones. 1999. Environmental entitlements: dynamics and institutions in community-based natural resource management. World Dev. 27(2): 225-247.

Parmesan, C. and G. Yohe. 2003. A globally coherent fingerprint of climate impacts across natural systems. Nature 421: 37-42.

Pretty, J.N. 1995. Regenerating Agriculture: Policies and practice for sustainability and self - reliance. Earthscan Publications, London. 323 pp.

Purves, W.K., G.H. Orians, and H.C. Heller. 2008. Life: The science of biology. Sinauer, Sunderland MA. 1252 pp.

Ribot, J. C. and N.L. Peluso. 2003. A theory of access. Rural Sociol. 68: 153-181.

http://pse.litbang.deptan.go.id/

Root, T.L., J.T. Price, K.R. Hall, S.H. Schneider, C. Rosenzweig, and J.A. Pounds. 2003. Fingerprints of global warming on wild animals and plants. Nature 421: 57-60.

Sudaratmaja, I.G.K. 2009. Keterpaduan pengelolaan sumberdaya pertanian dalam perspektif kearifan lokal Bali. hlm. 316-328. Dalam: Membangun Kemampuan Pengelolaan Terpadu Sumberdaya Pertanian. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian, Jakarta.

Suradisastra, K., W.K. Sejati, Y. Supriatna, dan D, Hidayat. 2002. Institutional description of the Balinese subak. Jurnal Penelitian dan Pengembangan Pertanian 21(1): 11-17.

Suradisastra, K. 2006. Revitalisasi Kelembagaan untuk Percepatan Pembangunan Sektor Pertanian dalam Otonomi Daerah. Orasi Pengukuhan Profesor Riset Bidang Sosiologi Pertanian. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian, Jakarta.

Suradisastra, K. 2010. Membangkitkan ketangguhan sosial dan ekologi. hlm. 276-295. Dalam: Membalik Kecenderungan Degradasi Sumber Daya Lahan dan Air. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian, Jakarta.

Tompkins, E.L. and W.N. Adger. 2004. Does adaptive management of natural resources enhance reslience to climate change? Ecol. Soc. 9(2): 10. http://www.ecologyandsociety.org/vol/9/iss2/art10/.

http://serverlib.litbang.deptan.go.id

Pengembangan Mekanisasi Pertanian dan Bioenergi di Indonesia

BAMBANG PRASTOWO

Pusat Penelitian dan Pengembangan Perkebunan
Jalan Tentara Pelajar No. 1, Bogor 16111
E-mail: bprastowo@gmail.com

ABSTRAK

Perkembangan mekanisasi pertanian di Indonesia semakin pesat dan sudah menjadi keharusan dalam operasional pertanian sehari-hari. Saat ini sudah tidak mudah lagi mencari orang yang mau bekerja di sawah atau kebun. Operasionalisasi alat dan mesin pertanian (alsintan) hampir seluruhnya memerlukan bahan bakar minyak asal fosil (BBM). Hal ini akan menjadi masalah besar dengan semakin langkanya ketersediaan BBM. Alternatif yang ada antara lain mengoperasikan alsintan menggunakan bahan bakar nabati (BBN) atau bioenergi. Bioenergi, termasuk BBN memiliki bahan baku yang berlimpah di sektor pertanian dan kehutanan dan menjadi alternatif untuk mengatasi masalah pengurangan BBM. BBN meliputi minyak nabati seperti minyak kelapa, sawit, minyak jarak pagar, dan sejenisnya. Hasil penelitian menunjukkan bahwa enjin diesel yang dioperasikan dengan BBN asal kelapa sawit dan jarak pagar menghasilkan kinerja yang baik. BBN juga dapat dimanfaatkan untuk rumah tangga atau sumber panas untuk pengeringan dalam agroindustri. Kepedulian terhadap kelestarian lingkungan dan terjadinya kelangkaan energi fosil mengharuskan reorientasi rancang bangun alsintan dan inovasi baru agar mampu memanfaatkan BBN yang tersedia secara lokal. Selain mengharuskan audit teknologinya, pengembangan SNI juga harus mulai dilakukan.

Kata kunci: mekanisasi pertanian, bioenergi, bahan bakar nabati, jarak pagar, kelapa sawit

PENDAHULUAN

Mekanisasi pertanian akan semakin berperan dalam pembangunan pertanian di masa mendatang dan ikut mewarnai lingkungan strategis sektor pertanian. Mekanisasi pertanian yang sebagian besar operasinya mengandalkan ketersediaan bahan bakar minyak asal energi fosil (BBM) yang semakin langka akan menghadapi masalah besar ke depan. Bioenergi, termasuk bahan bakar nabati (BBN) yang bahan bakunya tersedia melimpah di sektor pertanian dan kehutanan, menjadi alternatif yang harus dipikirkan untuk mengatasi masalah tersebut. Saat ini sudah tidak mudah lagi mencari tenaga untuk bekerja di sektor pertanian, apalagi bekerja di sawah atau di kebun. Ada ungkapan bahwa saat ini petani tidak lagi beranak petani. Hal ini bukan hanya sekedar ungkapan, tetapi fakta yang terjadi di lapangan,

bahwa anak petani sudah enggan bekerja di sawah. Setamat sekolah menengah, anak-anak muda pedesaan ingin sekolah dan kuliah di perguruan tinggi untuk menjadi lebih pintar. Wajar jika saat ini tinggal orang-orang tua yang bekerja di sawah atau kebun. Oleh karena itu, mekanisasi sudah menjadi keharusan. Kenyataan ini akan membawa dampak makin tingginya permintaan BBM untuk pengoperasian alat dan mesin pertanian (alsintan). Kelangkaan energi yang terjadi tentu akan sangat berpengaruh terhadap perkembangan mekanisasi ke depan, yang pada gilirannya akan berdampak terhadap perkembangan pertanian secara keseluruhan.

Tulisan ini membahas perkembangan mekanisasi pertanian ke depan termasuk tantangan teknologinya, kelangkaan energi yang menghambat perkembangan mekanisasi pertanian, dan pengembangan bioenergi yang memungkinkan mendukung mekanisasi pertanian.

PERKEMBANGAN MEKANISASI PERTANIAN

Pada saat ini tidak mudah mendapatkan orang untuk bekerja di sawah maupun di kebun. Lahan tanaman padi yang dapat dilayani oleh traktor tangan dewasa ini hanya seluas 34%, sedangkan oleh *power thresher* lebih kecil lagi, hanya 22% (Direktorat Alsintan 2004). Kondisi ini disebabkan oleh ketersediaan alsintan utama seperti traktor tangan yang beroperasi baru mencapai 81.211 unit, traktor roda empat 1.997 unit, dan pompa air 134.507 unit. Jumlah ini masih sangat kurang dalam memenuhi kebutuhan (Ditjentan 2008). Jumlah traktor saat ini diperkirakan hanya mampu melayani 34% dari kebutuhan totalnya (Satriyo 2011).

Jenis mesin pertanian yang tersedia dan paling lengkap jenisnya adalah mesin pertanian untuk padi, mulai dari mesin pengolah tanah sampai pengolah hasil. Mesin pengolah hasil padi juga paling lengkap dan berkembang, mulai dari mesin pengeringan, *grading*, *shinning* sampai sortasi warna. Untuk mengolah beras kualitas premium telah tersedia peralatan dari destoner sampai sortasi warna (Rutan 2011). Namun, Standar Nasional Indonesia (SNI) untuk alsintan belum berkembang. SNI sangat diperlukan untuk melindungi konsumen dari kualitas alsintan yang buruk, sedangkan bagi produsen untuk memberi kepastian teknologi yang harus dikembangkan sesuai dengan SNI atau bahkan lebih baik lagi agar pemasarannya terjamin.

Mengacu kepada SNI untuk traktor, pompa air, dan mesin pengering, yaitu SNI No. 05-0738.2-1998, SNI No. 05-0141.2-1998, dan SNI No. 02-4512-98, yang juga mencantumkan acuan kebutuhan bahan bakar per jam operasinya, maka penggunaan mesin pertanian tersebut diperkirakan akan mengonsumsi bahan bakar diesel minimal 522,5 juta liter setiap tahun. Angka

ini jauh melebihi kebutuhan solar bersubsidi yang harus dipenuhi oleh biodiesel dalam negeri yang hanya 300 juta liter, sesuai dengan Peraturan Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral No. 32/2008 (Prastowo 2009). Di beberapa daerah, petani sudah menggunakan mesin tanam (Gambar 1) maupun mesin panen padi yang cukup banyak memerlukan BBM (Gambar 2). Kesulitan memperoleh BBM asal energi fosil akan menyebabkan dilema antara mempercepat perkembangan mekanisasi pertanian atau menghemat energi. Bioenergi, termasuk BBN, mempunyai bahan baku berlimpah di sektor pertanian dan kehutanan dan dapat menjadi alternatif untuk dimanfaatkan.

Sudah menjadi gejala umum bahwa para operator alsintan harus bersusah payah untuk membeli minyak solar yang tempatnya jauh dari pedesaan atau persawahan mereka. Hambatan bertambah saat berada di stasiun pompa bensin umum, terutama jika mereka membeli BBM menggunakan jeriken. Petugas pompa bensin sering kali menolak melayani pembeli yang membawa jeriken. Perkembangan pesat jenis dan model alsintan hampir semuanya memerlukan BBM. Hal ini akan terhambat jika terjadi kelangkaan BBM yang pada akhirnya akan menghambat pembangunan pertanian.

Kelangkaan energi fosil dan tuntutan kelestarian lingkungan semakin mendorong reorientasi arah pengembangan alsintan. Alsintan yang saat ini sebagian besar memerlukan bahan bakar fosil, harus dirancang agar mampu memanfaatkan sumber energi alternatif dari sektor pertanian sendiri, yaitu BBN. Ke depan, selain pengembangan SNI, pemanfaatan BBN tetap harus

http://sinelib.litbang.deptan.go.id



Gambar 1. Alat dan mesin pertanian sudah banyak tersedia dan mulai digunakan petani.



Gambar 2. Di beberapa daerah petani sudah menggunakan mesin panen padi yang cukup banyak memerlukan BBM.

menjadi pertimbangan rancang bangun alsintan. Dengan pertimbangan ini dapat diperoleh kejelasan standar teknis alsintan yang harus diproduksi dan konsumen dapat memperoleh alsintan dengan mutu dan kinerja standar sesuai dengan kebutuhan dan sumber energi yang tersedia.

Keterbukaan perdagangan internasional juga mengarahkan masyarakat untuk segera mempercepat pengembangan SNI karena pemberlakuan hambatan tarif sudah tidak akan bermanfaat lagi bagi perlindungan industri dalam negeri. Perlindungan yang dapat dilakukan adalah dengan mengembangkan SNI untuk seluruh jenis dan model alsintan, termasuk alsintan yang berkaitan dengan BBN.

MEKANISASI PERTANIAN DALAM PERSPEKTIF PENGEMBANGAN BIOENERGI

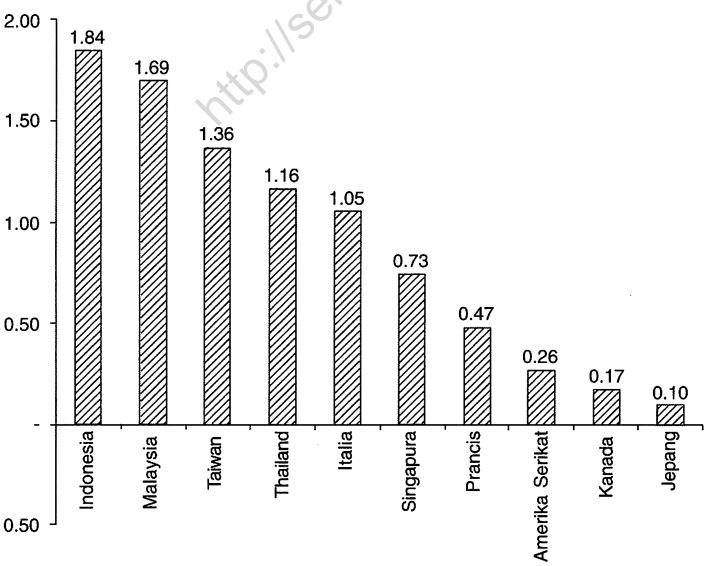
Kepedulian terhadap kelestarian lingkungan hidup mengarahkan manusia untuk menghemat energi dan beralih kepada sumber-sumber energi terbarukan. Di lain pihak, penggunaan energi di Indonesia selama ini masih sangat boros. Hal ini ditunjukkan oleh perbandingan laju pertumbuhan

konsumsi energi dengan pertumbuhan ekonomi nasional (biasa disebut elastisitas energi) yang tinggi. Jepang dan Amerika Serikat menggunakan energi secara efisien, elastisitas energinya masing-masing hanya 0,10 dan 0,26, sedangkan elastisitas energi Indonesia sekitar 1,84 (Gambar 3) (Menko Perekonomian 2006). Diharapkan elastisitas energi Indonesia mampu mencapai di bawah angka satu pada tahun 2025.

Operasionalisasi teknologi mekanisasi pertanian hampir sebagian besar memerlukan bahan bakar fosil, sedangkan pemanfaatan energi terbarukan yang tersedia secara lokal masih sedikit (Prastowo 2005). Sampai saat ini belum diketahui pasti berapa energi yang diperlukan untuk mekanisasi pertanian di Indonesia. Sistem mekanisasi pertanian harus berinovasi agar bersinergi dengan sistem pertanian yang sudah berubah ke arah pemanfaatan subsistem sumber energi asal pertanian. Sumber energi asal pertanian meliputi kelapa, kelapa sawit, jarak pagar, sagu, tebu, ubi kayu, dan lain-lain. Seperti tercantum pada Tabel 1, potensi energi biomassa tersebut sangat besar, 360,99 juta Giga Joule, dan dari limbahnya 441,1 juta Giga Joule (Prastowo 2007b). Potensi limbah padi dan karet lebih besar dibanding limbah sawit (Prastowo *et al.* 2010).

Mesin sederhana pengolah minyak nabati menjadi biodiesel saat ini sudah dikembangkan, bahkan sudah mulai dikembangkan teknologi biofuel generasi kedua (Prastowo dan Srimulato 2008). Gambar 4 adalah reaktor

http://serverlibsekp/



Gambar 3. Elastisitas penggunaan energi di beberapa negara.

Tabel 1. Bioenergi yang tersedia dari sektor pertanian, 2007[1)].

Komoditas utama	Hasil pokok (juta Giga Joule)	Residu biomassa[2)] (juta Giga Joule)
Kelapa sawit	170	69,7
Kelapa	130[3)]	-
Karet	-	144,8
Padi	-	158,6
Tebu	2,66	78[4)]
Sagu	58[3)]	-
Ternak besar	0,33	-
Jumlah	360,99	441,1

[1)]Tidak termasuk kayu sektor kehutanan; asal CPO 2,9 juta ton; kelapa 25% dari total produksi, tetes 40% produksi, sagu 30% produksi, kotoran ternak 1% total
[2)]Berdasarkan pertumbuhan produksi 6 tahun terakhir dan ekstrapolasinya
[3)]Termasuk kayu, tempurung, sabut, dan residu lainnya
[4)]ZREU (2000)

/psekp/



Gambar 4. Reaktor sederhana pembuat biodiesel dari minyak jarak pagar.



Gambar 5. Biodiesel yang diperlukan untuk pengoperasian alat dan mesin pertanian dapat dibuat dari minyak jarak pagar.

sederhana pembuat biodiesel dari minyak jarak pagar (Gambar 5) yang ada di Instalasi Bioenergi di Pakuwon, Jawa Barat. Petani jarak pagar yang hanya mengandalkan pendapatan dari pengolahan minyak saja sampai tahun kedua cenderung belum mendapat keuntungan (Kemala 2006). Berbagai jenis limbah pertanian dapat dimanfaatkan, seperti bungkil jarak pagar sebagai sumber energi maupun biogasnya yang dapat dihasilkan dari digestasi bungkil (Balittri 2008). Limbah padat biomassa pertanian lain dapat dimanfaatkan untuk menghasilkan biogas, misalnya kulit buah kakao dan limbah kopi (Srimulato 2008). Sistem seperti ini harus dijadikan acuan dalam pengembangan mekanisasi di masa depan.

Pemanfaatan biodiesel diharapkan dapat membantu mendukung kebutuhan bahan bakar untuk mesin pertanian di pedesaan, walaupun sebagian besar akan lebih banyak digunakan untuk sektor otomotif yang kebanyakan di kota. Jika tujuannya membantu masyarakat kebanyakan dan pengguna minyak tanah, minyak nabati murni atau minyak yang tidak diproses (*crude oil*) dapat menjadi pilihan karena inovasinya sudah dapat dimanfaatkan langsung untuk kompor rumah tangga (Prastowo 2007a). Titik bakar minyak nabati (*crude oil*) yang tinggi memerlukan proses pembakaran tertentu untuk menghasilkan penyalaan yang baik. Minyak nabati kasar harus mendapat tekanan yang cukup sebelum disemprotkan bersamaan dengan proses pemanasan awalnya sehingga kabut atau uap minyak dapat terbakar secara baik. Hal ini memerlukan kompor yang memiliki tabung bertekanan cukup

(sekitar 2-3 bar). Kompor semacam ini sudah banyak digunakan oleh para penjual jajanan atau kaki lima, tetapi biasanya menggunakan minyak tanah.

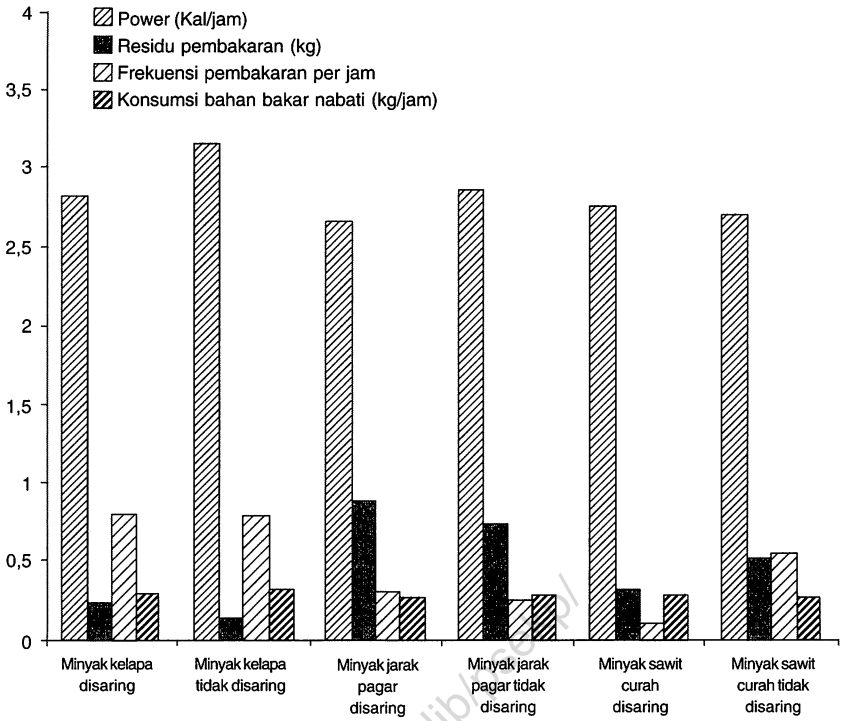
Sifat fisiko kimia minyak nabati yang berbeda menyebabkan kompor semacam ini harus dimodifikasi agar dapat digunakan untuk BBN dalam bentuk minyak kasar (*crude oil*). Bentuk khusus pipa pada *nozzle* harus dirancang sedemikian rupa sehingga dapat mempermudah pembersihan sisa-sisa pembakarannya. Jika dipakai *nozzle* kompor semawar seperti yang dipakai pedagang kaki lima, pipa tersebut tidak akan tahan lama karena akan segera buntu tersumbat sisa pembakaran.

Reksowardojo *et al.* (2006) pernah mencoba memodifikasi kompor tekan yang dirancang untuk minyak tanah. Hasilnya menunjukkan bahwa penyalaan awal membutuhkan waktu lebih lama dibandingkan dengan menggunakan minyak tanah. Hal ini disebabkan oleh titik bakar minyak jarak pagar yang lebih tinggi dari minyak tanah. Rancangan yang berbeda sudah dicoba dan berhasil dipakai menggunakan BBN asal kelapa, bunga matahari, dan jarak pagar (Muhlbauer *et al.* 1998; Müller *et al.* 2006). Jenis dan rancangan kompor yang cocok masih dicoba secara luas dan mendalam agar penggunaan BBN dalam bentuk minyak murni dapat bermanfaat bagi rumah tangga masyarakat kelas bawah. Kompor jenis ini dikenal dengan nama *protos*, yang dikembangkan oleh Universitas Hohenheim. Bekerja sama dengan Puslitbangbun, kompor tersebut dikembangkan di Indonesia dan saat ini sedang disiapkan produksi massalnya oleh perusahaan Bosh-Siemen dengan nama Protos (Gambar 6). Kompor ini dapat digunakan dengan BBN asal kelapa, kelapa sawit, dan jarak pagar (Prastowo 2007a). Tenaga yang dihasilkan dari ketiga jenis BBN tersebut tidak banyak berbeda (Gambar 7). Masyarakat sebagai panelis

http://perpustakaan.litbang.deptan.go.id



Gambar 6. Kompor model lama protos satu (a) dan kompor model baru protos dua (b).



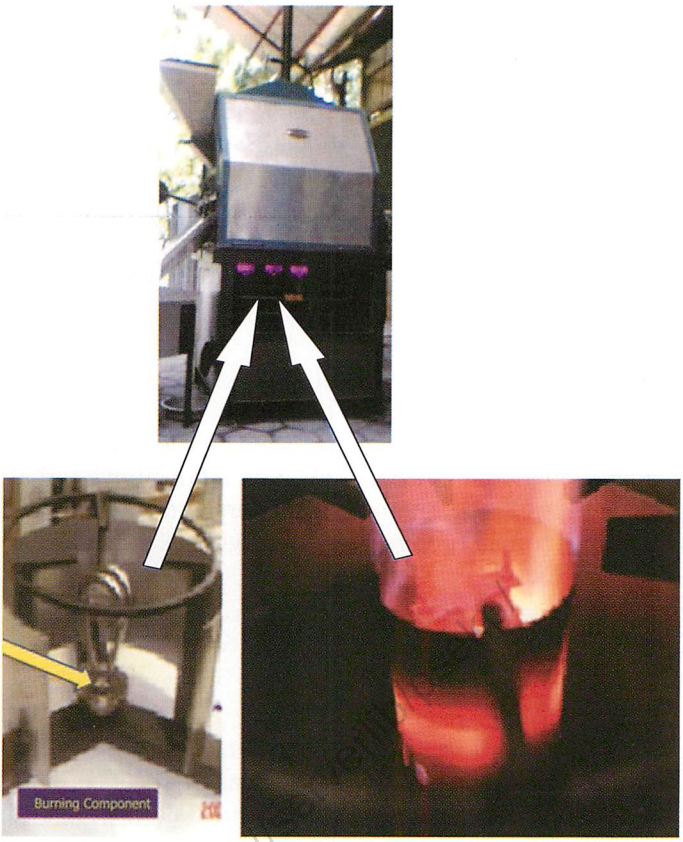
Gambar 7. Kinerja kompor tekan menggunakan beberapa jenis bahan bakar nabati.

http://serverlibrary.../

pengguna lebih banyak menyukai BBN jarak pagar untuk kompor ini karena lebih mudah pembersihannya.

Titik bakar (*fuel ignition point*) minyak nabati yang lebih tinggi dari titik bakar minyak tanah atau solar membutuhkan pemanasan awal pada penggunaan kompor tekan tersebut. Hal ini sama seperti dalam pemakaian lampu petromaks. Penggunaan kompor tekan dengan bahan bakar minyak tanah juga masih memerlukan pemanasan awal, tetapi waktu pemanasannya jauh lebih cepat karena titik bakar minyak tanah lebih rendah dibandingkan minyak jarak pagar maupun minyak kelapa. Pemanfaatan BBN untuk kompor semacam ini akan sangat membantu agroindustri pengolah produk pertanian, terutama dalam proses pengeringan. Penggunaan model kompor seperti ini terbukti baik untuk menyangrai kopi (Gambar 8) (Sukrisno *et al.* 2008).

Motor penggerak pompa air yang berputaran rendah juga dapat memanfaatkan minyak nabati dari perkebunan, seperti minyak kelapa, minyak jarak pagar, sawit, dan sejenisnya (Prastowo 2007a). Reksowardojo



Gambar 8. Mesin penyangrai kopi menggunakan kompor berbahan bakar nabati asal minyak jarak pagar.

et al. (2006) mencoba menggunakan biodiesel asal kelapa sawit dan jarak pagar untuk mengoperasikan mesin diesel dan ternyata mampu menghasilkan kinerja mesin yang baik dan kinerja emisi gas buangnya juga tidak berbeda. Untuk penggunaan minyak nabati murni (*pure plant oil* atau PPO) 50% pada mesin diesel generator, emisi CO yang dihasilkan hanya 2,6 ppm, CO_2 10,42%, NO_2 32,6 mg/m^3, dan SO_2 1,1 mg/m^3 (Sumarsono 2008). Angka-angka tersebut masih jauh di bawah standar berdasarkan Kepmen KLH No. 13/MNKLH/3/1995.

Potensi biomassa Indonesia sudah diketahui oleh berbagai negara, dan dalam beberapa tahun terakhir terjadi ekspor biomassa ke mancanegara yang sangat merugikan dan membahayakan kelestarian bahan organik lahan

pertanian Indonesia. Inovasi alsintan tersebut seharusnya mampu memberi acuan bahwa pengembangan mekanisasi pertanian ke depan harus mampu memanfaatkan sumber energi terbarukan, termasuk biomassa pertanian yang tersedia secara lokal dan dapat dimanfaatkan sendiri di dalam negeri untuk mengantisipasi kekurangan energi fosil dunia. Selain teknologi *biofuel* generasi pertama tersebut, saat ini sedang diteliti dan dikembangkan *biofuel* generasi kedua yang lebih bersih secara lingkungan dan tidak mengganggu kebutuhan pangan. Teknologi ini lebih banyak memanfaatkan biomassa yang banyak tersedia di sektor pertanian dan kehutanan.

KESIMPULAN

(1) Operasionalisasi mekanisasi pertanian yang memerlukan BBM di masa depan akan menghadapi masalah jika ketersediaannya terbatas atau habis. Guna mengantisipasi kemungkinan tersebut, dibutuhkan sumber energi lain yang memiliki potensi untuk menggantikan BBM, yaitu bahan bakar nabati (BBN).

(2) Kepedulian terhadap kelestarian lingkungan dan terjadinya kelangkaan energi fosil mengharuskan reorientasi rancang bangun alsintan dan inovasi baru yang mampu memanfaatkan BBN yang tersedia secara lokal.

(3) Penggunaan BBN untuk operasional alsintan tidak nyata menurunkan kinerjanya. Potensi bioenergi atau energi biomassa secara umum sebagai BBN yang melimpah perlu menjadi acuan dalam pengembangan mekanisasi di masa yang akan datang disertai dengan pengembangan SNI-nya.

http://perpustakaan.litbang.deptan.go.id/

IMPLIKASI KEBIJAKAN

(1) Diperlukan audit teknologi seluruh alsintan untuk mengetahui kesesuaian operasionalnya menggunakan bioenergi atau sumber energi dari BBN.

(2) Diperlukan reorientasi penelitian ke depan agar rancang bangun alsintan disesuaikan dengan bioenergi atau BBN yang tersedia secara lokal.

(3) SNI harus secara paralel dikembangkan untuk mendukung pengembangan alsintan dengan sumber energi BBN dan perlindungannya terhadap konsumen maupun produsen alsintan.

DAFTAR PUSTAKA

Balittri (Balai Penelitian Tanaman Rempah dan Aneka Tanaman Industri). 2008. Biogas dari Bungkil Jarak Pagar *(Jatropha curcas* L*)*. Balai Penelitian Tanaman Rempah dan Aneka Tanaman Industri, Sukabumi.

Direktorat Alsintan. 2004. Alsintan. Buletin Informasi Alat dan Mesin Pertanian, Direktorat Jenderal Bina Sarana Pertanian, Departemen Pertanian, Jakarta. 38 hlm.

Ditjentan (Direktorat Jenderal Tanaman Pangan). 2008. *Roadmap* Pengembangan Alat dan Mesin Pertanian 2009-2013. Direktorat Jenderal Tanaman Pangan, Jakarta.

Kemala, S. 2006. Simulasi usaha tani jarak pagar. Jurnal Penelitian Tanaman Industri 12(3): 87-97.

Menko Perekonomian. 2006. Program Aksi Penyediaan dan Pemanfaatan Energi Alternatif. Menko Perekonomian, Jakarta.

Muhlbauer, W., A. Esper, E. Stumpf, and R. Baumann. 1998. Rural Energy, Equity and Employment: Role of *Jatropha curcas*. Institute for Agricultural Engineering in the Tropics and Subtropics, Hohenheim University, Stuttgart, Germany.

Müller, J., M. Kratzeisen, K. Weis, E. Stumpf, and W. Mühlbauer. 2006. *Jatropha curcas* derivatives as alternative energy source for households. Makalah pada Lokakarya II Status Teknologi Jarak Pagar, Bogor, 29 November 2006. Pusat Penelitian dan Pengembangan Perkebunan, Bogor.

Prastowo, B. 2005. Pembelajaran dari implementasi pemanfaatan energi pedesaan untuk pertanian. Makalah pada Diskusi Energi Pedesaan, Departemen Energi dan Sumber Daya Mineral, Jakarta, Maret 2005.

Prastowo, B. 2007a. Kompor berbahan bakar minyak nabati. Warta Penelitian dan Pengembangan Pertanian 29(6): 7-9.

Prastowo, B. 2007b. Potensi sektor pertanian sebagai penghasil dan pengguna energi terbarukan. Perspektif: Review Penelitian Tanaman Industri 6(2): 85-93.

Prastowo, B. and Srimulato. 2008. Biomass energy technologies in Indonesia: State of the art. The International Workshop and Exhibition on Clean Energy Development, Sepuluh Nopember Institute of Technology, Surabaya, 9-10 December 2008.

Prastowo, B. 2009. Reorientasi Rancang Bangun Alat dan Mesin Pertanian Menuju Efisiensi dan Pengembangan Bahan Bakar Nabati. Orasi

http://cybrary.ib/pstp.go/

Pengukuhan Profesor Riset Bidang Teknologi Pertanian dan Mekanisasi Pertanian, Bogor, 26 November 2009. LIPI-Departemen Pertanian, Jakarta. 71 hlm.

Prastowo, B., I. Chandra, dan S.E. Dedi. 2010. Mekanisasi pertanian dalam perspektif pengembangan bahan bakar nabati. Perspektif: Review Penelitian Tanaman Industri 9(1): 47-54.

Reksowardojo, Iman, dan H.S. Tatang. 2006. Teknologi pengembangan bio-energi untuk industri pertanian. hlm. 69-81. Dalam: Prosiding Seminar Nasional Mekanisasi Pertanian, Bogor 29-30 November 2006. Balai Besar Pengembangan Mekanisasi Pertanian, Serpong.

Rutan, P.T. 2011. Peran produsen alsintan dalam mendukung pembangunan pertanian industrial berkelanjutan. Makalah pada Seminar Nasional Perteta, Jember, 21-22 Juli 2011.

Satriyo, B. 2011. Kebijakan pengembangan mekanisasi pertanian dalam mendukung pembangunan pertanian. Makalah pada Seminar Nasional Perteta, Jember, 21-22 Juli 2011.

Srimulato. 2008. Produksi Biogas dari Limbah Biomassa Kopi dan Kakao serta Ternak. Paket Teknologi. Pusat Penelitian Kopi dan Kakao Indonesia, Jember.

Sukrisno, W., Srimulato, B. Prastowo, dan S. Edy. 2008. Kinerja mesin sangrai tipe silinder horizontal dengan sumber panas kompor bertekanan berbahan bakar minyak nabati. Makalah Seminar Nasional Mekanisasi Pertanian. Balai Besar Pengembangan Mekanisasi Pertanian, 23 November 2008.

Sumarsono, W. 2008. Status perkembangan bahan bakar nabati di Indonesia dan isyu strategis terkait. Makalah dalam Lokakarya Optimalisasi Permen ESDM No. 22/2008 tentang Bahan Bakar Nabati, Dewan Riset Nasional, Jakarta, 1-2 Desember 2008.

ZREU (Zentrum fur Rationelle Energieanwendung uud Umwelt Gmbh). 2000. Biomass in Indonesia. Business Guide.

http://balitbu.litbang.deptan.go.id/pslcky/

Parastatal Bulog: Perlukah Kembali sebagai Lembaga Pemerintah Non-Departemen

M. HUSEIN SAWIT

Pusat Sosial Ekonomi dan Kebijakan Pertanian
Jalan Jenderal A. Yani No. 70, Bogor 16161
E-mail: mhsawit@yahoo.com

ABSTRAK

Masyarakat menilai bahwa kinerja Bulog pada saat berstatus sebagai Lembaga Pemerintah Non-Departemen (LPND) di era Orba cukup efektif dalam melaksanakan tugas *public service obligation* (PSO) dan sebaliknya sejak menjadi Perum. Masyarakat menganggap perubahan kelembagaan sebagai biangnya. Sebagai Perum, Bulog menghadapi konflik kepentingan, antara kepentingan komersial dan PSO, sehingga sejumlah pakar, politisi, dan masyarakat sipil menggugat pemerintah agar kelembagaan Bulog dikembalikan ke LPND seperti di era Orba. Tulisan ini menganalisis peran dan sepak terjang Bulog sekarang dibandingkan dengan era Orba, serta disandingkan dengan parastatal yang sama di sejumlah negara di Asia. Hasil analisis menunjukkan bahwa masalah utama adalah banyaknya Kementerian yang menyusun kebijakan pangan/beras dan kurang terkoordinasi sehingga sering muncul konflik antartujuan. Lembaga koordinasi seharusnya dipegang oleh satu Kementerian/Badan yang berperan sebagai regulator, dan Bulog hanya fokus sebagai lembaga pelaksana. Oleh karena itu, Bulog disarankan tetap sebagai Perum. Jika Bulog kembali ke LPND, Indonesia melangkah mundur. LPND pada era Orba tidak kompatibel dengan LPND di era sekarang. Bulog juga harus membenahi diri agar mampu melaksanakan kegiatan komersial yang efisien dan akuntabel sehingga dapat meningkatkan efisiensi nasional. Setelah Perum Bulog berumur delapan tahun, aktivitas komersial belum banyak berubah, stagnan seperti awal Perum didirikan.

Kata kunci: Bulog, parastatal, pemasaran, beras, kinerja lembaga

PENDAHULUAN

Revolusi hijau melanda Asia pada awal/pertengahan 1960-an, terkait dengan penemuan varietas unggul padi dan gandum yang berumur pendek dan produktivitas tinggi. Pada waktu itu, pemerintah di banyak negara berkembang di Asia/Afrika membangun lembaga parastatal, sejenis Badan Layanan Umum (BLU), guna mendukung revolusi tersebut. Lembaga tersebut dirancang untuk melindungi petani produsen melalui pengamanan harga dasar, stabilisasi harga pangan pada tingkat konsumen, dan penguasaan stok. Pemerintah memberikan berbagai perlakuan khusus

(*privileges*) terhadap lembaga parastatal ini untuk memperkuat operasional lembaga. Perlakuan khusus tersebut dapat berdampak positif maupun negatif, baik terhadap anggaran pemerintah, transparansi perdagangan, maupun tata kelola lembaga.

Pemerintah Orba membangun parastatal Bulog pada 1967, dengan tujuan yang hampir sama dengan parastatal di banyak negara berkembang di Asia, yaitu untuk mendukung upaya peningkatan produksi padi/beras nasional dan menstabilkan harga beras atau pangan lainnya seperti kedelai, gula, dan jagung. Sebagai parastatal pemasaran pangan, Bulog menjalankan berbagai fungsi logistik, terutama pengadaan, stok, impor, dan penyaluran.

Dalam melaksanakan operasionalnya, Bulog memperoleh sejumlah perlakuan khusus yang tidak diberikan kepada lembaga lain. Walaupun berstatus LPND, pemerintah mengizinkan Bulog melaksanakan kegiatan bisnis, memperoleh fasilitas Kredit Likuiditas Bank Indonesia (KLBI), dan memonopoli impor beras atau komoditas pangan lainnya. Keberadaan Bulog ditetapkan oleh keppres, tetapi "kuat" karena Presiden tidak pernah berganti selama 32 tahun, sehingga kebijakan logistik pangan tidak banyak berubah. Pada saat yang sama, jumlah partai politik hanya tiga, namun yang berkuasa hanya satu, dan kedudukan parlemen sangat lemah. Pada waktu itu, sejumlah lembaga internasional seperti IFPRI/FAO menilai Indonesia lebih berhasil dalam melaksanakan tugas pengadaan, perlindungan petani, dan stabilisasi harga pangan tingkat konsumen karena tingginya fleksibilitas yang diperoleh Bulog, terutama pendanaannya. Hal itu berpengaruh positif terhadap stabilisasi ekonomi makro dan pertumbuhan sektor pertanian, khususnya subsektor pangan.

Keberadaan Bulog sebagai LPND yang "begitu kuat" selama 32 tahun berubah drastis pada waktu krisis moneter melanda Indonesia pada 1997/1998. IMF berperan besar dalam "memaksa" pemerintah Indonesia untuk menerima "resep pahit", di antaranya privatisasi Bulog, disiplin anggaran APBN, dan liberalisasi subsektor pangan. Hal itu berdampak luas terhadap keberadaan Bulog. Bersamaan dengan itu, Pemerintahan Reformasi terbentuk dan masyarakat luas menghendaki agar Bulog terbebas dari praktik korupsi, kolusi, dan nepotisme (KKN) yang mewabah di era Orba, dan munculnya berbagai UU baru produk reformasi, khususnya UU tentang Otonomi Daerah (UU No. 2/1999), UU tentang Larangan Praktek Monopoli (UU No. 5/1999), dan UU Bank Indonesia (1999). UU baru tersebut berpengaruh besar terhadap keberadaan lembaga Bulog sebagai LPND.

Pada 2003, kelembagaan Bulog berubah menjadi Perum. Pemerintah tidak bersedia menswastakan Bulog, seperti yang diinginkan oleh lembaga donor. Pemerintah menganggap bahwa Perum Bulog adalah lembaga yang paling sesuai buat Indonesia dalam mengemban tugas dan fungsi penguatan

ketahanan pangan. Pemerintah masih dapat mengontrol lembaga ini untuk kepentingan publik. Di samping itu, Bulog sebagai Perum memperoleh legalitas untuk mencari keuntungan sehingga dapat membantu meringankan beban pemerintah dalam memperkuat ketahanan pangan nasional.

Beberapa tahun terakhir, peran, fungsi, dan aktivitas Bulog sering dipertanyakan masyarakat luas, khususnya dalam kaitannya dengan efektivitas dalam melaksanakan stabilisasi harga beras atau pangan lainnya. Hampir setiap kejadian kenaikan dan instabilitas harga beras atau pangan lain, semakin sering para pakar, politisi, masyarakat sipil atau pelaku usaha menyampaikan pandangan dan kritikan. Kritikan tersebut bermuara ke bentuk lembaga yang dianggap lebih mementingkan kegiatan komersial daripada tugas publik. Masyarakat luas menilai bahwa Bulog belum memuaskan dalam melaksanakan tugas publiknya, khususnya stabilisasi harga, pengadaan dalam negeri, dan penyaluran beras. Misalnya, Bulog dianggap lebih mementingkan impor beras/pangan lain daripada pengadaan dalam negeri, lebih mementingkan bekerja sama dengan pelaku usaha/penggilingan padi dalam pengadaan gabah/beras daripada langsung ke petani, lebih mementingkan beras daripada gabah yang bersentuhan langsung dengan petani padi. Oleh karena itu, sejumlah pakar, politisi, dan masyarakat sipil mengusulkan agar Bulog dikembalikan sebagai LPND sehingga lebih fokus dalam melaksanakan fungsi publik dan terhindar dari konflik kepentingan dengan kegiatan komersial.

Apakah masalah yang terjadi selama ini di Bulog sesederhana itu? Apakah memang masalah kelembagaan yang membuat Bulog terhambat dalam operasionalnya, atau ada aspek lain yang perlu dilihat dan dianalisis, khususnya yang terkait dengan kebijakan pangan nasional? Oleh karena itu, tujuan umum makalah ini adalah untuk menjawab pertanyaan tersebut. Secara spesifik tujuan tulisan ini adalah: (1) memperbandingkan peran Bulog dengan parastatal di tingkat global; (2) mengevaluasi dan menilai fleksibilitas Bulog sebagai lembaga parastatal di era LPND dan era Perum; dan (3) menyarankan arah kelembagaan yang tepat di masa mendatang.

MUNCULNYA LEMBAGA PARASTATAL

Negara berkembang di Asia membentuk lembaga parastatal yang bergerak dalam bidang pemasaran pangan biji-bijian (*grain*) untuk mendukung revolusi hijau. Tujuan utama pembentukan lembaga parastatal adalah untuk mengeksekusi: (1) dukungan harga dasar buat petani produsen sehingga terdorong untuk menggunakan teknologi dan cara-cara baru dalam berusaha tani guna meningkatkan produksi pangan, dan (2) perlindungan

konsumen dan stabilisasi harga melalui intervensi pasar atau penyediaan pangan dengan harga subsidi atau gratis.

Sejumlah lembaga parastatal pemasaran pangan di Asia telah berumur 30-40 tahun, sebagian besar masih aktif. Aktivitas dan dukungan pemerintah terhadap lembaga tersebut pasang-surut seiring dengan perubahan eksternal (global) dan internal. Kegiatan parastatal dicatat di WTO sebagai *state trading enterprise* (STE)[1], yaitu lembaga yang memperoleh hak-hak khusus dari pemerintah, termasuk sejumlah aktivitas perdagangan luar negeri.

Parastatal Pangan di China dan India

China dan India adalah dua negara besar di Asia dengan jumlah penduduk banyak[2], keduanya adalah net eksportir pangan. Sebagian besar pemasaran pangan pokok dikelola oleh parastatal. Status kelembagaan parastatal di dua negara tersebut adalah BUMN, bukan LPND.

China National Cereals, Oil and Foodstuffs Import and Export Corporation (COFCO) adalah parastatal pemasaran di China. Komoditas yang dikelola sekarang adalah beras, gandum, dan jagung. Lembaga ini bersama dengan pemerintah provinsi (melalui *SinoGrain* di tingkat provinsi adalah LPND) melakukan pengadaan dan mengelola stok pangan. Pengadaan dalam negeri di China mencapai masing-masing gandum 40 juta ton (34% dari total produksi) dalam periode 2006-2008, padi 11,8 juta ton, dan jagung 8,5 juta ton (5-6% dari total produksi) pada 2008 (Dorosh 2008; Fang 2010).

Lembaga ini melaksanakan program jaminan harga dasar buat petani gandum, padi, dan jagung dengan instrumen pengadaan dalam negeri. Lembaga ini pula yang mengelola stok pangan nasional secara terpusat untuk tujuan stabilisasi harga. Ekspor komoditas pangan dikontrol pemerintah, lembaga ini memperoleh lisensi ekspor dari pemerintah (Dorosh 2008; IFPRI 2008a; Fang 2010). Pada waktu krisis harga pangan global pada 2008, China melalui parastatalnya berhasil mengisolasi pasar

---

[1] Parastatal STE dicatat WTO berjumlah 161 STE, 62% di antaranya mengurusi komoditas/produk pertanian. Di antara komoditas/produk pertanian itu sendiri, peran STE yang bergerak dalam bidang biji-bijian/serealia adalah dominan (26%) WTO (2001).

[2] Indonesia adalah negara berkembang (NB) yang berpenduduk banyak, terbesar ketiga di Asia, setelah China dan India. Indonesia adalah negara net importir pangan yang terus meningkat dari tahun ke tahun. Di samping itu, Indonesia adalah negara kepulauan yang menghadapi berbagai kendala infrastruktur dan hambatan alam dalam pendistribusian pangan.

dalam negeri dengan pasar global sehingga membuat harga gandum dan jagung di pasar domestik lebih stabil dibandingkan dengan harga pangan sejenis di tingkat global. Sebaliknya, harga kedelai dalam negeri di China mengikuti harga dunia yang tidak stabil karena dilepas mengikuti harga internasional (Fang 2010).

Food Corperation of India (FCI) adalah parastatal pemasaran pangan di India. Komoditas yang dikelola parastatal ini adalah gandum dan beras. Lembaga ini mengelola stok pangan nasional secara terpusat dan berperan untuk menstabilkan harga di tingkat konsumen dan produsen. Pengadaan pangan dalam negeri di India cukup besar, seperti halnya China. Dalam periode 2000/2001 - 2007/2008, misalnya, setiap tahun pengadaan berkisar dari terkecil 20% sampai terbesar 27% dari total produksi dalam negeri untuk gandum dan beras (Gulati dan Dutta 2010). Pada 2005-2006, pengadaan beras sekitar 26 juta ton/tahun. Untuk menjamin tercapainya pengadaan, pemerintah pusat maupun lokal melakukan pembatasan perdagangan dan distribusi pangan dengan mengontrol pergerakan, penyimpanan, ekspor, impor, dan akses terhadap kredit perdagangan untuk beras dan gandum (Gulati dan Dutta 2010).

Pemerintah melakukan intervensi harga dan pengadaan dalam negeri. Para petani padi dan gandum memperoleh dukungan harga dasar yang dikenal dengan *minimum support price* (MSP). Petani menerima tambahan harga di atas MSP kalau harga beras/gandum di pasar dunia naik. Pemerintah mengintervensi pemasaran pangan melalui kebijakan pengadaan, stok, dan distribusi. Berdasarkan undang-undang (ECA/*Essensial Commodity Act* of 1995), unit penggilingan padi diharuskan menjual sejumlah porsi tertentu[3] ke FCI sesuai dengan harga ketetapan pemerintah, biasanya lebih rendah dari harga beras di pasar. Stok pangan yang dikelola FCI adalah terpusat. Unit penggilingan padi tidak dibolehkan menjual beras ke pasar sebelum terpenuhi kewajibannya menyetor beras ke pengadaan pemerintah (Dorosh 2008; Gulati dan Dutta 2010).

Di samping menguasai stok penyangga (*buffer stock*), FCI juga menyalurkan pangan untuk masyarakat miskin melalui *targeted public distribution system* (TPDS)[4]. India adalah negara yang paling banyak

---

[3] Proporsinya berbeda antarnegara bagian, dengan mempertimbangkan situasi lokal, ketersediaan gudang, dan beras. Pada periode 2008-2009 misalnya, persentase yang ditetapkan pemerintah untuk beras kualitas umum, di negara bagian Punjab, Haryana dan Andhra Pradesh sebesar 75%, Uttar Pradesh 60%, dan West Bengal 50% (Gulati dan Dutta 2010).

[4] Sebelum 1997 dikenal dengan *Public Distribution System* (PDS), namun untuk umum, tidak terarah ke rumah tangga sasaran (*targeted*), yaitu yang berpendapatan di bawah garis kemiskinan.

melaksanakan program pangan untuk masyarakat miskin. Dorosh (2008) melaporkan bahwa pada pertengahan 1970-an, India merancang program terarah untuk mengatasi masalah pangan, terutama untuk pekerja (*food for work*). India juga menyalurkan beras dan gandum melalui toko catu buat rumah tangga yang berhak dalam jumlah yang tetap dan harga yang ditetapkan pemerintah. PDS adalah lembaga yang melaksanakan *social safe net* (SSN) yang mencakup sekitar 600 juta orang dengan biaya USD 7 miliar/tahun (Dorosh 2008; Gulati dan Dutta 2010).

Mulai 1990-an, perdagangan biji-bijian antarnegara bagian umumnya dilarang, perdagangan internasional dikontrol pemerintah melalui lisensi. Akhir-akhir ini, pemerintah menjual stok (terutama beras, juga gandum) ke swasta untuk diekspor. Ekspor beras diliberalisasi, tetapi tetap dikontrol dengan kebijakan *maximum export price* (MEP), sehingga laju ekspor beras dapat dikontrol (Dorosh 2008; Gulati dan Dutta 2010). Artinya, harga beras/gandum yang diekspor tidak boleh melebihi harga maksimum sehingga beras/gandum produksi dalam negeri terhambat mengalir ke pasar internasional.

Parastatal Pangan di ASEAN

Parastatal yang bergerak di bidang pemasaran dan mengelola stok cadangan beras ada di semua negara ASEAN. Kecuali Singapura, negara lainnya melakukan kebijakan perlindungan terhadap petani dengan dukungan harga dasar atau harga pembelian pemerintah. Sebagian pengadaan dalam negeri dikaitkan dengan program penyaluran beras untuk keluarga miskin dengan harga subsidi (Sawit 2004).

Ada tiga bentuk kelembagaan parastatal di negara ASEAN, yaitu LPND, BUMN, dan swasta (perusahaan terbuka). Di sebagian negara, seperti Filipina, Brunei, dan Laos, lembaga parastatalnya berstatus LPND, sedangkan di Thailand, Vietnam, Myanmar, Kamboja, dan Indonesia adalah BUMN. Bentuk kelembagaan parastatal di Malaysia dan Singapura adalah swasta (perusahaan terbuka/Tbk).

National Food Authority (NFA) adalah lembaga parastatal di Filipina yang mengelola stok beras secara terpusat. NFA menguasai stok publik minimal 15 hari, yang disebut sebagai *strategic rice reserve* (SRR), dan minimal 30 hari sebagai stok penyangga (*rice stabilisation buffer stock*).

NFA yang dibentuk pada 1972, akhir-akhir ini melakukan banyak perubahan karena pengaruh perubahan internal dan eksternal. Namun tujuannya tetap sama, yaitu menyediakan beras pada tingkat harga yang layak buat konsumen, dan menjamin petani memperoleh pendapatan dari

investasinya. Lembaga ini adalah LPND, sedangkan lembaga yang merancang kebijakan dikoordinasikan oleh Kementerian Pertanian, sebelum 1998 berada di kantor presiden. Filipina mengimpor beras apabila produksi berkurang. NFA melakukan pengadaan beras/gabah dengan harga pembelian pemerintah. NFA mengintervensi pasar melalui pedagang eceran/ grosir atau didistribusi langsung ke individu konsumen (Navarro 2009).

Pengadaan dalam negeri di Filipina relatif rendah dibandingkan dengan total produksi beras nasional. Pada 1997, misalnya, pengadaan dalam negeri oleh NFA hanya 0,9% dari total produksi beras nasional (Rutten 2007). Pemerintah telah mereformasi NFA, salah satu di antaranya meningkatkan keterlibatan swasta dalam perdagangan beras. Beban fiskal untuk NFA tinggi akibat akumulasi hutang yang besar. World Bank (2011) melaporkan bahwa NFA sedang gencar melawan korupsi, yang kerap muncul dalam penetapan harga beras impor (*over pricing*).

Vietnam menugaskan parastatal Vinafood I untuk mengontrol perdagangan beras dalam negeri, sedangkan parastatal Vinafood II disebut juga *Southern Food Corporation*(SFC), sebagai BUMN yang mengatur perdagangan luar negeri. Vinafood II melakukan pengadministrasian kontrak ekspor dan melaporkannya ke pemerintah. Akhir-akhir ini, Pemerintah Vietnam menetapkan kebijakan *maximum export price* (MEP) untuk membatasi ekspor sehingga harga beras dalam negeri stabil.

Thailand menetapkan *Public Warehouse Organisation* (PWO) sebagai parastatal. Pemerintah tidak mengatur terlalu ketat perdagangan beras dalam negeri, dan sebaliknya untuk ekspor beras. Lembaga ini berada di bawah Kementerian Perdagangan. Fungsi utamanya adalah intervensi harga beras di pasar setelah panen untuk menjamin petani memperoleh harga yang pantas (PWO 2009). Pemerintah Thailand membentuk Komite Nasional untuk Kebijakan Beras, yang diketuai oleh Perdana Menteri, dengan wakilnya Deputi Perdana Menteri dan beberapa menteri lain sebagai anggota. Menteri Perdagangan adalah ketua Sub-Komite Operasi Beras (*Rice Operation Sub-Committee*) yang dibantu oleh 10 direktur.

PWO mengeluarkan resi gudang buat petani padi, menyimpan stok padi milik petani, dan menunjuk penggilingan padi untuk mengolah padi petani. Penggilingan padi yang tidak disebutkan namanya masuk dalam daftar hitam pemerintah. Kementerian Perdagangan juga menjadi ketua Sub-Komite Distribusi Beras, termasuk ekspor beras (PWO 2009). Thailand adalah negara eksportir beras terbesar di dunia, mengekspor beras sekitar 7-8 juta ton/tahun. *Thai Rice Exporter Association* (TREA) adalah asosiasi eksportir beras swasta, bekerja sama dengan PWO.

BERNAS adalah parastatal beras di Malaysia. Pemerintah menugaskan BERNAS untuk membangun industri beras (BERNAS 2009). Kebijakan beras Malaysia sampai sekarang berkisar pada tiga aspek, yaitu: (1) menjamin ketahanan pangan, (2) meningkatkan pendapatan petani dan produktivitas, dan (3) menjamin suplai beras ke konsumen pada harga stabil dan pantas. Lembaga ini diprivatisasi pada 1994 sehingga berbentuk perusahaan terbuka (PT), namun kegiatan BERNAS tetap dua sekaligus, yaitu PSO dan komersial. Walaupun PT, pemerintah mempertahankan *golden share* sehingga pemerintah dapat mengontrolnya untuk kepentingan publik. Pemerintah hanya memberikan lisensi impor ke BERNAS selama 15 tahun (sejak Januari 1996) dan dapat diperpanjang hingga 2015. BERNAS tidak lagi menerima bantuan keuangan dari pemerintah. Kementerian Pertanian berperan sebagai penyusun kebijakan, pengaturan, dan pengembangan (BERNAS 2009).

Kegiatan PSO yang ditangani BERNAS mencakup: (1) stabilisasi harga tingkat konsumen dan menjamin kecukupan suplai beras secara nasional, (2) menetapkan standar dan kualitas beras sesuai dengan UU, (3) menjaga stok cadangan beras nasional, (4) membeli padi dari petani pada tingkat jaminan harga minimum (*guaranteed minimum price*), atau bertindak sebagai pembeli terakhir padi petani (*buyer of last resort*), (5) mengelola subsidi harga petani (*deficiency payment*). Lembaga ini mengelola dan mengadministrasikan pembayaran subsidi terhadap 140-150 ribu petani yang terdaftar, dalam waktu seminggu setelah mereka menjual padinya ke unit penggilingan padi terdaftar, dan (6) mendorong pengembangan penggilingan padi milik bumi putera. BERNAS juga melakukan kegiatan komersial pada komoditas padi/beras. Kegiatan itu mencakup pengadaan padi, penjemuran dan penggiling padi/produk ikutannya, penyimpanan padi dan beras, impor beras, serta distribusi dan pemasaran beras dalam negeri (BERNAS 2009).

Dari uraian di atas terungkap bahwa beras adalah komoditas politik, bukan hanya komoditas ekonomi. Pemerintah dan parastatal pada umumnya terpisah tugas dan tanggung jawab. Kementerian/badan sebagai lembaga regulator bertanggung jawab dan berwenang menyusun kebijakan dan pengaturan program-program intervensi. Lembaga regulator dipegang oleh satu kementerian atau gabungan beberapa kementerian/lembaga pemerintah. Di pihak lain, parastatal adalah lembaga pelaksana berbagai program intervensi seperti yang telah dibahas di atas.

Kinerja Parastatal

Hasil penelitian IFPRI (2008a) tentang parastatal pemasaran biji-bijian di Asia menarik untuk disimak. Mereka mencoba melihat lembaga parastatal

dari sudut pandang ekonomi murni. Padahal pangan, khususnya beras, tidak saja mengandung unsur ekonomi, tetapi juga sarat dengan muatan politik, ketahanan nasional, dan pesan undang-undang dasar di suatu negara, khususnya di negara berkembang di Asia/Afrika.

Rashid *et al.* (2008) dari IFPRI menulis bahwa pendirian parastatal biji-bijian adalah tepat dan rasional. Pada waktu itu, stabilisasi harga berkontribusi positif terhadap pertumbuhan sektor pertanian dan ekonomi nasional. Dasar pertimbangannya adalah: (1) munculnya kegagalan pasar pangan sehingga pemerintah perlu mengoreksi, (2) tingginya komitmen pemerintah, khususnya pendanaan.

Sekarang, situasi eksternal dan internal telah banyak berubah. Perubahan itu diringkas seperti berikut: (1) infrastruktur distribusi/pemasaran makin baik sehingga pasar dapat berfungsi untuk memenuhi kepentingan konsumen maupun produsen, (2) harga pangan di pasar internasional lebih stabil sehingga kepastian impor lebih tinggi[5] dan risiko, pangan berasal dari impor lebih rendah, (3) penguasaan valuta asing lebih banyak sehingga kemampuan impor pangan lebih tinggi, dan (4) petani telah mengadopsi teknologi dan lebih rasional. Rashid *et al.* (2008) juga menyatakan bahwa biaya untuk melakukan stabilisasi harga sangat tinggi dan membebani anggaran pemerintah. Di samping itu, pengoperasian parastatal kerap didikte oleh kelompok tertentu (*interest group*) dan ditunggangi oleh para pencari rente, bukan murni melindungi petani atau konsumen. Oleh karena itu, IFPRI (2008a) menyimpulkan bahwa argumentasi ekonomi untuk segera mengubah kebijakan parastatal adalah jelas. Namun, IFPRI mengakuinya bahwa perubahan tersebut bergantung pada kemauan politik masing-masing negara. Para politisi ingin dipilih, kelanggengan pemerintahan sangat bergantung pada kecukupan dan akses pangan. Keresahan sosial di wilayah kota karena masalah pangan dapat menjatuhkan kekuasaan suatu pemerintahan. Demikian juga petani, mereka punya lobi tinggi sehingga mendorong pemerintah tidak gegabah meniadakan peran parastatal.

Pada 2007 dan 2008 terjadi krisis pangan global, khususnya kenaikan harga beras dan pangan lain di pasar global. Pada periode awal 2007 sampai Mei 2008, terjadi keresahan sosial di 30 negara berkembang dan negara maju karena krisis harga pangan. IFPRI (2008b) melaporkan bahwa terjadi keresahan sosial di antaranya di Argentina, Bangladesh, Bukina Faso,

---

[5] Namun, Sawit (2007) mengatakan bahwa NB harus mengeluarkan banyak devisa untuk mencicil hutang luar negeri sehingga devisa yang tersisa tetap terbatas untuk impor pangan. Di samping itu, NB seharusnya memprioritaskan impor barang modal untuk mendorong pembangunan ekonomi daripada impor pangan.

Kamerun, China, Cote d'Ivori, Mesir, Etiopia, Guinea, Haiti, Honduras, India, Indonesia, Italia, Yordania, Madagaskar, Malaysia, Mauritania, Meksiko, Maroko, Somalia, Afrika Selatan, Inggris, Uzbeskistan, dan Yaman.

Masing-masing negara berkembang merespons atas krisis pangan tersebut, tetapi FAO (2009) menilai adanya perubahan paradigma. Perubahan mendasar adalah pemerintah kurang percaya terhadap pasar untuk mengatasi krisis dan instabilitas harga pangan. Peran pemerintah menjadi penting untuk mengoreksi pasar yang kurang adil dan *fair* buat masyarakat luas. Banyak negara berkembang meninjau ulang peran pemerintah dalam sektor pertanian dan subsektor pangan, serta mengoreksi investasi yang rendah di sektor pertanian. Selama ini negara berkembang yang umumnya bergantung pada bantuan/hutang dari lembaga donor internasional mengekor saja terhadap paradigma konsensus Washington, yang "dipaksakan" oleh Bank Dunia, IMF, dan WTO. Lembaga ini sangat menekankan peran pasar dan pihak swasta, dan pemerintah diminta tidak boleh campur dalam mengatur pasar. Pada waktu itu, negara berkembang percaya terhadap ketersediaan pangan impor yang murah dan liberalisasi pasar adalah terbaik buat negara berkembang. Hal itu telah membuat banyak negara berkembang bergantung pada pangan impor, beralih dari negara swasembada ke negara importir pangan, dan mengabaikan investasi di sektor pertanian, khususnya pangan. Pada saat yang sama, peran pemerintah dalam subsektor pangan dan pertanian diambil alih oleh swasta yang kerjanya memang lebih efisien, namun belum tentu adil dan *fair*.

Pada saat terjadi krisis pangan global, hanya negara-negara yang punya stok pangan publik besar seperti China dan India yang mampu meredam kenaikan harga pangan/beras dan mampu mengisolasi pengaruh instabilitas harga internasional tidak masuk ke pasar dalam negeri. Sejak itu, peran parastatal pangan mulai dilirik lagi oleh pemerintah yang selama ini terabaikan. Indonesia juga menempuh hal yang sama, stok beras publik ditingkatkan dari sekitar 0,5 juta ton menjadi 1,5 juta ton. Pemerintah meminta agar Bulog memperbesar pengadaan dalam negeri dan menghindari impor beras, dan menstabilkan harga beras dalam negeri. Pemerintah mempertahankan monopoli impor beras untuk dikelola oleh Bulog. Pemerintah berkomitmen ingin meningkatkan produksi pangan dalam negeri dan mencanangkan swasembada pangan. Pemerintah juga berkomitmen untuk mengoreksi rendahnya investasi di sektor pertanian, khususnya pangan.

FAO, IFPRI, dan OECD meramalkan akan terjadi rawan pangan global dan harga pangan tidak akan murah lagi. Kenaikan harga, instabilitas harga, dan suplai pangan di pasar global akan terus berlangsung, terutama karena: (1) pengaruh pemanasan global sehingga suplai pangan merosot dan tingginya ketidakpastian dan risiko berusaha tani, serta meningkatnya biaya

http://perpustakaan.litbang.deptan.go.id

produksi dan distribusi, (2) perubahan penggunaan komoditas pangan tidak hanya untuk pangan (*food)* dan pakan (*feed)*, tetapi juga energi (*fuel)*. Perubahan ini didorong oleh kebijakan bio-energi (*bio-fuel*) negara maju, khususnya Amerika Serikat dan Uni Eropa.

PERAN PARASTATAL BULOG

Era LPND

Pada akhir era Orde Lama pertengahan 1960-an, situasi politik dan ekonomi Indonesia sangat tidak stabil. Ekonomi morat-marit, tingkat inflasi sangat tinggi, harga pangan tidak stabil, produksi pangan dalam negeri rendah sehingga Indonesia sangat bergantung pada bantuan pangan (*food aid*), impor pangan terkendala oleh devisa yang sangat terbatas, dan harga pangan di luar negeri juga tidak stabil.

Pada 1966, terjadi penggantian pemerintahan. Pemerintah Orde Baru terbentuk. Presiden Soeharto bertekad untuk menstabilkan situasi politik dan ekonomi, salah satu di antaranya adalah stabilisasi harga pangan, khususnya beras. Lembaga Bulog dibangun pada 1967 untuk tujuan itu.

Peran dan tugas Bulog sebagai LPND sejak didirikan adalah unik dan strategis. Bulog yang didirikan berdasarkan Keputusan Presidium Kabinet Ampera (No.114/KEP/5/1969) merupakan lembaga koordinator dalam penyediaan dan penyaluran sembilan bahan pokok, di antaranya beras, gula pasir, dan minyak goreng. Sejak 1969, keberadaan, tugas, dan fungsi Bulog ditetapkan berdasarkan Keppres. Lembaga ini berada langsung di bawah dan bertanggung jawab terhadap Presiden. Pemerintah kerap menambah komoditas yang dikelola Bulog, namun tujuannya relatif sama. Pada 1993, misalnya, pemerintah menugaskan Bulog untuk mengimpor dan mengelola pemasaran bungkil kedelai selain beras, gula, gandum/terigu, kedelai, dan bahan pangan lain.

Meskipun Bulog dibentuk berdasarkan Keppres, namun karena bertanggung jawab terhadap Presiden yang punya perhatian tinggi terhadap pangan, "keberadaan" lembaga ini kuat dan tidak ada orang yang berani menggugatnya. Bulog sebagai LPND berperan ganda, sebagai perencana dan sekaligus sebagai pelaksana. Bulog di samping ikut dalam merumuskan kebijakan, juga melakukan kegiatan bisnis. Pada waktu itu, parlemen lemah, hanya ada tiga partai politik, yang berperan hanya Golkar. Kegoncangan lembaga ini pun muncul seiring dengan seringnya penggantian pemerintah/ presiden. Isi Keppres tentang keberadaan Bulog menjadi kurang menentu karena seringnya penggantian presiden sejak 1998.

Bulog pada era LPND memperoleh banyak perlakuan khusus (*priviliges*) dari pemerintah sehingga mampu melaksanakan fungsinya secara lebih fleksibel, dan lebih cepat dalam pengambilan keputusan yang terkait dengan stabilisasi harga beras di tingkat konsumen, misalnya melalui operasi pasar dan impor. Pengadaan dalam negeri dipakai sebagai instrumen jaminan harga dasar buat petani padi sehingga mereka terlindung dari kejatuhan harga, terutama pada musim panen raya. Stok penyangga (*buffer stock*) beras dijaga jumlah dan penyebarannya. Bulog memonopoli impor, tidak hanya beras, tetapi juga kedelai, bungkil kedelai, gandum, dan bawang putih.

Salah satu perlakuan khusus penting adalah pendanaan untuk operasional Bulog. Presiden Soeharto menghendaki agar pembiayaan Bulog yang awalnya berasal dari APBN diubah dari sumber lain. Presiden menugaskan Bank Indonesia untuk menyediakan fasilitas kredit pengadaan Bulog melalui Inpres No. 1/1968 yang berlaku Januari 1968. Sejak itu, pembiayaan Bulog melalui fasilitas Kredit Likuiditas Bank Indonesia (KLBI) dengan bunga subsidi[6]. Bank pelaksananya adalah BRI, BBD, Bukopin, dan Bank Duta. Sapuan (2011) menyebutkan bahwa Bulog menggunakan kredit KLBI untuk mengelola berbagai komoditas, seperti gabah/beras, gula pasir, impor gandum, kedelai, bungkil kedelai, dan tepung ikan.

Pemerintah mengharuskan Bulog membuat laporan keuangan sebagai pertanggungjawaban kepada pemerintah. Karena Bulog sebagai LPND yang unik, maka laporan keuangan berbeda dengan LPND yang lain, misalnya Badan Pusat Statistik. Sebagai lembaga yang memperoleh kredit bank dan aktivitas terutama mirip dengan perusahaan dagang, karena adanya kegiatan pembelian, penyimpanan, dan penjualan komoditas, maka BULOG diwajibkan menyusun laporan neraca dan perhitungan defisit surplus[7], yang selama sekitar 10 tahun Bulog berdiri tidak jelas dasar akuntasi yang dijadikan rujukan Bulog (Bulog 1996).

Baru pada 1987, laporan pertanggungjawaban Bulog mengikuti Prinsip Akuntansi Bulog (PAB) yang mengacu pada Prinsip Akuntansi Indonesia (PAI). Prinsip akuntansi dibuat khusus untuk Bulog karena dicocokkan

---

[6] Tingkat bunga subsidi 12%/tahun, dibandingkan dengan suku bunga umum 14-18%.

[7] Sebagai LPND, Bulog tidak menyusun neraca dan perhitungan laba rugi, seperti halnya Perum/Perjan/Perusahaan Terbatas. Alasannya seperti yang disebutkan oleh Sapuan *et al.* (2000) adalah karena: (i) secara yuridis, administrasi keuangan LPND tunduk pada ICW (Stbl 1925 No.446, Keppres No. 16/1994 dan Keppres No. 24/1995), yang dalam operasionalnya Bulog memperoleh fasilitas dari pemerintah berupa aset yang tidak ada unsur penyusutan dan tidak boleh dialihkan; (ii) laporan tahunan LPND ditujukan ke Menteri teknis dan merupakan bagian dari UU PAN, serta laporan keuangan harus memperoleh persetujuan DPR dan BPK.

dengan tugas dan fungsi Bulog yang unik tersebut (Sapuan *et al.* 2000). Pada 1994, PAI disempurnakan menjadi Standar Akuntansi Keuangan (SAK). Dengan adanya berbagai perkembangan dalam operasional Bulog dan munculnya SAK baru, maka Bulog melakukan penyesuaian laporan keuangan, dari PAB diubah menjadi Dasar Akuntansi Bulog (DAB).

Krisis moneter parah melanda pada 1997-1998, yang mengharuskan Indonesia bergantung pada bantuan dana dari lembaga donor, khususnya IMF. Pemerintah pun membuat sejumlah kesepatan dengan IMF, yang tertuang dalam *Letter of Intent* (LOI), sebagai komitmen tertulis pemerintah untuk melakukan berbagai perubahan. Setelah itu, pemerintah mengeluarkan produk hukum dalam bentuk Keputusan Menteri, Peraturan Pemerintah (PP), dan Undang-Undang (UU).

Pada akhir 1999, sejumlah perlakuan khusus Bulog diamputasi. Bulog hanya boleh mengelola beras, sedangkan gandum dan gula dilepas ke pasar. Penyaluran beras ke golongan anggaran (PNS, TNI, POLRI) dicabut, kecuali daerah terpencil yang sulit mendapatkan beras. Padahal, salah satu kunci keberhasilan Bulog adalah adanya jaminan pasar, yaitu penyaluran beras hasil pengadaan dalam negeri dan pemupukan stok nasional. BI menghentikan fasilitas KLBI ke Bulog dan lembaga lain. Sejak itu, Bulog harus mencari sumber dana dari kredit komersial[8]. Sejak akhir 1999/awal 2000, Bulog memperoleh pendanaan untuk aktivitas publik, mengelola stok, dari Bank Bukopin. Pemerintah menerima lembaga auditor internasional, Arthur Andersen, untuk mengaudit keuangan Bulog[9]. Sebagai auditor internasional, mereka tentu tidak mengakui keberadaan DAB, mereka berpedoman pada *International Accounting Standar* (IAS), yang tentu tidak pas (*compatible*) diterapkan ke LPND. Sesuai kesepakatan LOI, mulai Maret 2000, pemerintah merancang masa transisi Bulog dari LPND sebelum menjadi lembaga swasta.

Era Perum

Presiden Megawati menandatangani perubahan lembaga Bulog menjadi Perum pada awal 2003, melalui PP No. 7/2003. Bulog bertindak dan berperilaku sebagaimana Perum lain, seperti Pegadaian, Perhutani, dan Perumnas. Perubahan ini didorong oleh banyak hal, di antaranya: (1)

---

[8] Pada saat sekarang, Bulog memperoleh kredit komersial dari Bukopin, Bank Mandiri, dan BRI.

[9] Andersen (1999) menemukan inefisiensi di Bulog periode 1995-1998 yang mencapai Rp7 triliun, dengan perincian Rp4,7 triliun digolongkan sebagai praktik KKN, sisinya kelemahan kontrol/manajemen.

berlakunya UU No. 4/1999 tentang Larangan Praktek Monopoli dan UU No. 22 tentang Otonomi Daerah, (2) masyarakat luas menghendaki agar Bulog terbebas dari KKN karena bertentangan dengan tuntutan reformasi, bebas dari pengaruh partai politik, dan bebas dari intervensi istana, dan (3) pengaruh dan "tekanan" lembaga donor, khususnya IMF (Sawit *et al*. 2003).

Berdasarkan hasil kajian Universitas Indonesia (1999), maka pemerintah memilih dan menetapkan Bulog sebagai Perum. Sebagai lembaga Perum, Bulog dapat memadukan tugas PSO di bidang ketahanan pangan dan kegiatan komersial menjadi legal. Walaupun dapat melakukan kegiatannya sesuai prosedur dan legalitas, Bulog sering menghadapi berbagai masalah dan benturan antara efektivitas dan kecepatan operasi di satu pihak, dengan prosedur, legalitas, dan efisiensi di pihak lain. Sementara itu, kedudukan Bulog hanya sebagai lembaga operator yang tidak berwenang merumuskan kebijakan publik. Pemerintah belum menata secara tegas tentang tugas dan kewajiban Bulog dan dalam melaksanakan sejumlah tugas pemerintah di luar tugas konvensional, misalnya kegiatan komersial Bulog dikaitkan dengan tujuan publik, stabilisasi harga (Bulog 2011).

Sebagai pelaksana tugas publik di hulu, Bulog berhubungan langsung dengan jutaan petani. Di tengah, Bulog berhadapan dengan industri penggilingan padi dan pelaku perdagangan. Di hilir, Bulog langsung berhadapan dengan jutaan konsumen. Dalam melaksanakan tugasnya, Bulog harus melakukan koordinasi langsung dengan delapan instansi pemerintah yang memberi penugasan berbeda, seperti Kementerian Pertanian, Kementerian Perdagangan, Kementerian Sosial, Kementerian Dalam Negeri, Kementerian Keuangan, Kemenko Kesra, Kemenko Perekonomian, dan Kementerian BUMN (Bulog 2011). Misalnya, Kementan terkait dengan harga pembelian pemerintah (HPP) dan pengadaan dalam negeri; Kemendag berhubungan dengan stabilisai harga, impor, dan intervensi pasar; Kemenkeu terkait dengan pendanaan raskin, besaran harga beras yang dibayar pemerintah (harga pokok beras/HPB); penyaluran raskin terkait dengan Kemensos, Kemenko Kesra, dan Kemendagri; Kemen BUMN terkait dengan kegiatan komersial Bulog. Masing-masing Kementerian merancang kebijakan yang terkait dengan ketersediaan pangan, aksesibilitas fisik maupun ekonomi, dan stabilitas pangan, baik suplai maupun harga, tanpa lembaga koordinasi yang kuat.

Rancang bangun kebijakan beras umumnya untuk tujuan jangka pendek, karena Inpres kebijakan beras menjadi rujukan, dan Menko Perekonomian menjadi lembaga koordinator. Kantor Menko Perekonomian belum kuat dalam mensinergikan kebijakan sektoral masing-masing Kementerian, dan kurang menentukan dalam pembiayaan. Konflik antartujuan kerap dijumpai. Tujuan peningkatan pendapatan petani sering bertabrakan dengan tujuan stabilisasi ekonomi nasional, sedangkan tujuan

peningkatan ketahanan pangan dan pengembangan ekonomi desa sering bertubrukan dengan kebijakan perdagangan. Akibatnya, berbagai kebijakan yang diambil pemerintah kurang ampuh dalam memengaruhi keputusan konsumen, produsen, dan pelaku usaha agar tertuju ke tujuan yang diharapkan.

Dalam melaksanakan tugas publik, khusus untuk beras, Bulog tidak hanya berhadapan dengan banyak Kementerian, tetapi juga dengan DPR dan Pemda. Bulog harus melakukan dengar pendapat dengan banyak komisi, yaitu Komisi IV (bidang pertanian), Komisi VI (bidang BUMN), dan Komisi XI (bidang keuangan), yang jumlah pertemuan setiap komisi mencapai 1-2 kali sebulan. Seharusnya Kementerian BUMN yang berhadapan dengan DPR, dan Bulog hanya sebagai peserta, seperti halnya Pertamina.

Para direksi Bulog yang tidak boleh diwakili oleh jenjang di bawahnya, harus menemani para anggota DPR dalam kunjungan kerja ke daerah. Frekuensi kunjugan kerja Komisi IV dan VI masing-masing mencapai lima kali setahun, untuk 2-3 daerah setiap kali kunjungan. Bulog mengeluarkan banyak tenaga, pikiran, dan waktu, juga biaya untuk keperluan tersebut, yang seharusnya dapat dihindari, sehingga direksi Bulog lebih banyak berada di kantor. Hal ini diperparah lagi oleh koordinasi dan sinkronisasi kebijakan pangan yang lemah. Kebijakan pangan pemerintah lebih mengutamakan kepentingan jangka pendek dan *ad hoc* daripada jangka panjang (Arifin 2010; Sawit dan Halid 2010).

Bukti lemahnya sinkronisasi kebijakan, misalnya pemerintah meminta agar Bulog menguasai stok beras setiap saat sebesar 1,5 juta ton atau dua kali lebih tinggi dari yang diperlukan Bulog, tetapi tidak menyediakan dana khusus untuk itu. Kalau stok beras besar maka Bulog terbebani dengan berbagai biaya perawatan, penyusutan, dan biaya manajemen, yang semua itu harus ditanggung oleh Bulog sebagai Perum. Atau Bulog menghitungnya dalam HPB sehingga harga beras yang dibayarkan pemerintah tinggi, kurang rasional. Demikian juga pemerintah mendorong agar pengadaan dalam negeri diperbesar mencapai 10% dari produksi beras nasional yang terus meningkat, apalagi kalau swasembada beras dapat diwujudkan. Di pihak lain, pemerintah tidak merancang kebijakan penyalurannya, kualitas gabah/beras CBP yang seharusnya tidak hanya kualitas tunggal yaitu medium yang daya simpan singkat dan daya salurnya terbatas (Sawit *et al.* 2010).

Perum Bulog juga sering mendapat penugasan dalam membantu usaha stabilisasi harga pangan pokok lainnya di luar beras, maupun kegiatan lain yang ditugaskan pemerintah. Misalnya, Bulog ditugaskan mengimpor gula putih untuk tujuan stabilisasi harga. Pada saat yang sama, Kementerian Perdagangan memperbesar impor gula rafinasi atau gula mentah, dan

sebagian besar gula impor masuk ke pasar konsumen sehingga harga gula tertekan rendah. Para importir swasta memperoleh keuntungan berlipat, namun merugikan petani dan menyulitkan Bulog dalam menjual gula impor.

Arifin (2008) membahas banyak tentang kekurangan Bulog sebagai Perum pada awal pendiriannya. Bulog terlibat dengan berbagai kasus, misalnya skandal pesawat Shukoi. Ia juga menilai Bulog belum mampu mewujudkan kegiatan komersial yang akuntabel. Di pihak lain, Bulog selama berstatus sebagai Perum pernah berhasil menjaga stabilitas harga beras pada periode krisis harga pangan global tahun 2008 (Saifullah 2008). Banyak ahli yang berpendapat agar Bulog tidak melangkah mundur, kembali ke LPND. Misalnya, Arifin (2010) menulis "Indonesia tentu tidak ingin melangkah mundur 20 tahun ke belakang dengan kembali mengubah status Bulog sebagai LPND. Roda kehidupan harus berputar ke depan jika tidak ingin melanggar ketentuan alam (*sunnatullah*) menuju ke tingkat yang lebih baik".

KESIMPULAN DAN SARAN

Banyak negara di Asia memperlakukan komoditas beras bukan hanya sebagai komoditas pangan, tetapi juga komoditas politik. Hampir semua negara di ASEAN memiliki parastatal yang mengelola stok cadangan beras. Sebagian besar parastatal di Asia adalah BUMN, diikuti oleh LPND. Hampir semua negara berkembang di Asia memisahkan antara kementerian sebagai lembaga regulator dengan parastatalnya sebagai lembaga pelaksana. Di Malaysia, walaupun lembaga parastatal berbentuk PT (perusahaan terbuka), kegiatan publik dan komersial mampu disinergikan dan efisien, tanpa konflik kepentingan.

http://perpustakaan.litbang.deptan.go.id/

Keberadaaan lembaga parastatal di Asia mendapatkan dukungan politik yang cukup tinggi, lobi politik para petani, dan rawannya keresahaan sosial akibat krisis pangan yang dapat mengancam kekuasan suatu pemerintahan. Oleh karena itu, lembaga parastatal pangan sulit dihapus, walau pemerintah harus mengeluarkan biaya yang tidak sedikit untuk keperluan itu.

Lembaga Bulog sebaiknya tetap sebagai Perum. Kalau pemerintah ingin mengubah Bulog menjadi LPND, tentu tidak mungkin seperti LPND di era Orba. Bulog sebagai LPND di era sekarang akan menghadapi dua hal yang membuatnya semakin kurang berperan, yaitu: (1) lembaga itu sepenuhnya akan bergantung pada dana APBN yang sangat *rigid* sehingga tidak fleksibel dalam mengesekusi kegiatan pengadaan pangan, operasi pasar, dan penyaluran CBP, (2) semua aset dan jaringan kerja Bulog di daerah menjadi milik Pemda sesuai dengan UU tentang Otonomi Daerah. Kalau itu terjadi maka pemerintah pusat tidak dapat menggunakan pangan sebagai salah

satu sarana perekat nasional, mengatasi sejumlah dampak krisis pangan, dan instabilitas harga pangan yang tidak memandang batas-batas administrasi pemerintahan. Artinya, kebijakan pangan nasional bukan penjumlahan kebijakan pemda. Itu sulit dalam mewujudkan tujuan pembangunan pangan nasional. Pemerintah pusat dan pemda seharusnya bahu membahu, saling memperkuat dalam mewujudkan ketahanan pangan tingkat rumah tangga, daerah, dan nasional.

Sudah saatnya pemerintah membuat satu kementerian/badan yang bertanggung jawab sebagai regulator, penyusun kebijakan pangan atau perberasan dengan tujuan jangka pendek, menengah, dan panjang. Bulog tidak seharusnya mendominasi kegiatan PSO. Sebagai Perum, sudah saatnya Bulog mengoptimalkan aktivitas komersial yang akuntabel dan efisien sehingga mampu mengurangi beban pemerintah dalam mengelola pangan nasional.

DAFTAR PUSTAKA

Andersen, A. 1999. Special audit of Bulog. Draft report. 20 June 1999.

Arifin, B. 2008. From remarkable success stories to troubling present: The case of Bulog in Indonesia. In: S. Rashid, A. Gulati, and R. Cummings Jr. (Eds.). From Parastatals to Private Trade: Lessons from Asian agriculture. The Johns Hopkins University Press, Baltimore.

Arifin, B. 2010. Peran Bulog dalam pembangunan ketahanan pangan. Dalam: M.H. Sawit dan H. Halid (Eds.). Arsitektur Kebijakan Beras di Era Baru. IPB Press, Bogor.

BERNAS. 2009. Padi Beras Nasional Berhad, Malaysia. Makalah disampaikan pada Regional Workshop on the Role of Rice Reserve Agency in Strengthening National and Regional Food Security, Jakarta, 8 Mei 2009.

Bulog. 1996. Dasar Akuntan Bulog. Disiapkan oleh Tim Penyesuaian Prinsip Akuntasi Bulog, Jakarta, 2 Januari 1996.

Bulog. 2011. Lembaga Pangan dan Peran Bulog. Draft naskah akademis Perubahan RUU tentang Pangan. Bulog. Jakarta, 4 April 2011.

Dorosh, P.A. 2008. Food price stabilization and food security: International experience. BIES 44(1): 93-114.

Fang, C. 2010. How China stabilized grain prices during the global price crisis. In: D. Dawe (Ed.). The Rice Crisis: Markets, policies and food security. Earthscan and FAO, Rome.

http://ejurnal.litbang.deptan.go.id/pse/

FAO. 2009. Country responses to the food security crisis: Nature and preliminary implication of the policies pursued. In: D. Demeke, G. Pangrazio, and M. Maetz (Ed.). FAO, Rome.

Gulati, A. and M. Dutta. 2010. Rice policies in India in the contect of the global rice price spike. In: D. Dawe (Ed.). The Rice Crisis: Markets, policies and food security. Earthscan and FAO, Rome.

IFPRI. 2008a. From Parastatals to Private Trade: Lessons from Asian agriculture. The Johns Hopkins Univ. Press, Baltimore.

IFPRI. 2008b. High Food Prices: The what, who, and how of proposed policy action. IFPRI Policy Brief, Washington, DC.

Navarro, J.P. 2009. The role of NFA in strengthening national food security. Paper presented at Regional Workshop on the Role of Rice Reserve Agency in Strengthening Nasional and Reginal Food Security, Jakarta, 8 May 2009.

PWO. 2009. Public Warehouse Organisation, Ministry of Commerce, Thailand. Presented at Regional Workshop on the Role of Rice Reserve Agency in Strengthening Nasional and Regional Food Security, Jakarta, 8 May 2009.

Rashid, S., A. Gulati, and R. Cummings Jr. 2008. From parastatals to private trade: Lessons from Asian agriculture. IFPRI Issue Brief 50, July 2008.

Rutten, L. 2007. Roles and status of state supported trading enterprises in developing countries. In: J. Morrison and A. Sarries (Eds.). WTO Rules for Agriculture Compatible with Development. FAO, Rome.

Saifullah, A. 2008. Indonesia's rice policy and price stabilisation programme: Managing domestic prices during the 2008 crisis. In: D. Dawe (Ed.). The Rice Crisis: Markets, policies and food security. Earthscan and FAO, Rome.

Sapuan, A. Rachman, dan Y. Cahyana. 2000. Sistem akuntasi Bulog sebagai LPND. Dalam: Sapuan, A. Rachman, dan Y. Cahyana (Ed.). Penyesuaian Tugas dan Fungsi Bulog dengan Paradigma Baru. Bulog, Jakarta.

Sapuan. 2011. Kisah masa transisi dari KLBI ke kredit komersial: Menegangkan tetapi menakjubkan. Warta Intra Bulog, Edisi Khusus HUT Bulog..

Sawit, M.H., B. Djanuardi, dan K. Partini. 2003. Bulog Baru: Menyelaraskan kegiatan dan memantapkan tugas nasional. Bulog, Jakarta.

Sawit, M.H. 2004. Kebijakan stok dan *reserve* beras di negara ASEAN+3. Majalah Pangan 42(8): 15-24.

http://pse.litbang.deptan.go.id

Sawit, M.H. 2007. Liberalisasi Pangan: Ambisi dan reaksi dalam Putaran Doha WTO. FE Universitas Indonesia Press, Jakarta.

Sawit, M.H. dan H. Halid. 2010. Menelisik esensi perubahan kebijakan perberasan nasional: Sebuah pengantar. Dalam: M.H. Sawit dan H. Halid (Ed.). Arsitektur Kebijakan Beras di Era Baru. IPB Press, Bogor.

Sawit, M.H., A. Saefullah, dan Muharto. 2010. Arsitektur kebijakan beras di era swasembada. Dalam: M.H. Sawit dan H. Halid (Ed.). Arsitektur Kebijakan Beras di Era Baru. IPB Press, Bogor.

Universitas Indonesia. 1999. Penyusunan Rancangan Kelembagaan Otonom Badan Urusan Logistik. Laporan Akhir. Universitas Indonesia, Jakarta.

WTO. 2001. Market Access: Unfinished business. Post UR Inventory and Issues. Special Studies No. 6.

http://serverlib/psekp/

Geo-ekonomi Industri Sapi Potong di Indonesia

TJEPPY D. SOEDJANA

Pusat Penelitian dan Pengembangan Peternakan
Jalan Raya Pajajaran Kav E-59, Bogor 16151
E-mail: tjeppyds@indo.net.id

ABSTRAK

Daging sapi merupakan komoditas pangan asal hewan yang termasuk ke dalam golongan *high income elastic*, di mana besarnya peningkatan permintaan melebihi besarnya peningkatan pendapatan rumah tangga konsumen. Hal ini menunjukkan bahwa permintaan daging sapi akan terus meningkat sejalan dengan pertumbuhan ekonomi. Namun, produksi daging sapi di Indonesia sebagian besar (97%) dilakukan oleh sistem budi daya skala usaha kecil yang hanya memelihara 1-3 ekor per rumah tangga dan menggunakan teknologi tradisional, termasuk pemasaran ternak yang belum berorientasi profit atau masih sebagai tabungan. Dengan populasi sapi dan kerbau lebih dari 16 juta ekor, Indonesia sangat berpotensi untuk mewujudkan swasembada daging karena memiliki kawasan yang sesuai untuk sistem ekstensif/ penggembalaan, intensif-tradisional, dan integrasi tanaman-ternak. Terdapat 10 provinsi utama dengan populasi ternak sapi antara 400 ribu sampai 4 juta ekor per provinsi yang dapat dijadikan andalan dalam menyediakan pasokan sapi potong untuk kebutuhan dalam negeri. Pertumbuhan ekonomi regional di seluruh provinsi pemasok maupun provinsi konsumen dapat dipacu melalui fasilitasi mobilitas dan sarana transportasi serta pembangunan infrastruktur rumah potong hewan (RPH) dan pengolahan yang mampu menstimulasi kegiatan ekonomi di pedesaan (kawasan produsen) dan perkotaan (kawasan konsumen). Pembangunan peternakan dalam upaya mencapai swasembada daging sapi dan kerbau 2014 dapat dilakukan secara regional berdasarkan sistem budi daya setempat tanpa harus menghilangkan salah satu sistem dengan alasan efisiensi dan keuntungan ekonomi semata. Prevalensi sistem usaha yang bercirikan usaha kecil dan tradisional harus tetap difasilitasi dengan insentif perbaikan sarana produksi, optimalisasi proses produksi, dan jaminan harga sesuai kualitas. Indonesia yang kaya sumber biomassa dan penghasil produk perkebunan, terutama kelapa sawit, perlu memberi prioritas terhadap pendekatan nilai tambah melalui sistem integrasi tanaman-ternak dalam konteks daya saing produk lokal di pasar ekspor. Kemanfaatan seperti ini bukan mustahil dapat memberikan nilai tambah yang dapat membawa Indonesia kembali menjadi negara eksportir sapi potong di masa mendatang.

Kata kunci: sapi potong, distribusi geografis, geo-ekonomi, budi daya ternak, kinerja industri, Indonesia

PENDAHULUAN

Usaha ternak sapi potong merupakan industri strategis di Indonesia, dan secara historis Indonesia pernah menjadi eksportir sapi potong pada tahun 1970-an. Kondisi tersebut terwujud karena posisi geografis Indonesia dalam kepemilikan sumber daya alam, sumber daya genetik, dan sumber daya manusia yang begitu masif terlibat dalam usaha ini. Pada tahun 2009, populasi sapi potong tercatat 12,6 juta ekor (Ditjen Peternakan 2010), dan ternyata menurut hasil sementara sensus ternak sapi dan kerbau oleh BPS tahun 2011, angka tersebut telah meningkat menjadi 14,3 juta ekor. Kondisi ini jauh lebih berkembang dibandingkan dengan populasi pada dekade 1969-1979, di mana populasi sapi potong hanya sekitar 6,3 juta ekor (Ditjen Peternakan 1989). Sapi potong merupakan ternak ruminansia besar penghasil daging yang mampu menopang kebutuhan konsumsi masyarakat sejalan dengan laju pertumbuhan ekonomi. Dengan kata lain, usaha ini berpengaruh langsung pada pendapatan rumah tangga konsumen, yang meliputi lebih dari 5 juta rumah tangga usaha tradisional dan 2,8 juta rumah tangga usaha komersial (Ditjen Peternakan 2010).

Daging sapi merupakan komoditas yang bersifat *income elastic*, yaitu tingkat permintaannya sangat berkaitan erat dengan besarnya porsi peningkatan pendapatan rumah tangga konsumen. Oleh karena itu, pertumbuhan ekonomi nasional yang cukup signifikan dalam beberapa tahun terakhir telah mampu mengubah perilaku konsumen, dan semakin banyak rumah tangga yang mengalokasikan porsi belanja pendapatannya untuk produk-produk peternakan, terutama daging sapi. Era globalisasi, yang mengubah pola konsumsi terutama di kalangan generasi muda dan kelompok masyarakat ekonomi menengah ke atas di kota-kota besar, telah menyebabkan permintaan terhadap daging, termasuk daging sapi terus meningkat. Fenomena tersebut juga tercermin pada fakta bahwa ada kecenderungan tingkat konsumsi energi di desa lebih tinggi daripada di kota. Sebaliknya, tingkat konsumsi protein di desa lebih rendah daripada di kota. Perilaku konsumen yang cenderung memberikan preferensi yang lebih tinggi pada komoditas yang memiliki harga lebih rendah tampaknya telah terjadi pada komoditas daging sapi, yaitu permintaan daging sapi dan jeroan impor terus meningkat karena harganya lebih murah dibanding sapi potong produksi dalam negeri.

Dari aspek budaya dan cita rasa, posisi daging sapi tidak tergantikan oleh daging lain, terutama bagi kelompok berpendapatan tinggi. Hal ini menyebabkan harga daging sapi terus meningkat, khususnya pada hari besar keagamaan. Namun demikian, perkembangan pengetahuan masyarakat dan semakin tersedianya informasi mengenai pola konsumsi, telah memunculkan fenomena seperti yang terjadi di negara maju, yaitu

mengubah pola konsumsi pangan hewaninya, dari *red meat* (daging sapi, kerbau, kambing, domba) ke *white meat* (daging unggas, ikan). Mereka berpendapat bahwa *white meat* lebih menyehatkan dibanding daging merah. Kondisi di Indonesia pada saat ini masih menunjukkan tingkat partisipasi konsumsi daging merah yang tinggi, walaupun produksi daging unggas cukup tersedia dengan harga yang terjangkau.

Komoditas daging secara keseluruhan terdiri atas daging ayam, yang menempati porsi terbesar (64%), daging sapi (23%), daging kambing dan domba (10%), dan daging lainnya (3%) (Ditjen Peternakan 2010). Namun, sejauh ini baru daging ayam yang memiliki elastisitas permintaan terhadap pendapatan (*income elasticity of demand*) di bawah 1,0, yang berarti peningkatan pendapatan rumah tangga tidak lagi diikuti secara signifikan oleh peningkatan porsi belanja rumah tangga untuk komoditas ini. Sementara itu, angka elastisitas daging sapi dan susu masih di atas 1,0.

Secara geografis, sapi lokal di Indonesia tersebar di beberapa provinsi yang berada di beberapa pulau (Jawa, Sumatera, Kalimantan, Sulawesi, Nusa Tenggara Barat, dan Nusa Tenggara Timur). Sebagai negara kepulauan, Indonesia sangat berkepentingan melestarikan dan memanfaatkan sapi-sapi lokal tersebut. Namun, tidak dapat dipungkiri bahwa bangsa sapi eksotis seperti Limousine, Simental, dan Brahman juga mulai berkembang di beberapa wilayah peternakan sapi potong. Pengembangan bangsa sapi eksotis tersebut cukup beralasan karena penampilan dan kemampuan produksinya di atas rata-rata sapi lokal. Oleh karena itu, banyak peternak sapi potong yang memilih bangsa sapi tersebut, baik dalam pengembangbiakan secara alami menggunakan pejantan maupun secara artifisial melalui inseminasi buatan (IB).

Di tengah berbagai pilihan yang dihadapkan kepada peternak sapi potong, pertumbuhan penduduk Indonesia terus meningkat dan pemanfaatan sumber daya lahan masih tetap diprioritaskan bagi peningkatan produksi pangan utama seperti beras, jagung, dan sumber karbohidrat lainnya. Pada sisi lain, perkembangan pendapatan per kapita terus mendorong peningkatan permintaan akan produk-produk pangan yang bersifat *income elastic*, seperti daging sapi dan produk hortikultura. Untuk itu, pemerintah memiliki cukup alasan yang kuat untuk mengembalikan kemampuan produksi ternak sapi potong lokal, seperti yang pernah dicapai pada tahun 1970-an, melalui pencanangan Program Swasembada Daging Sapi dan Kerbau 2014. Dengan demikian, penyediaan daging sapi bagi konsumen, yang pada saat ini baru dipenuhi oleh produksi dalam negeri sekitar 68%, masih akan menjadi tantangan besar dan sekaligus sebagai peluang usaha yang menjanjikan bagi siapa saja yang dapat mengisi pangsa pasar selebihnya sebesar 32%.

Berdasarkan fakta tersebut, tulisan ini mencoba menganalisis posisi geo-ekonomi industri sapi potong di Indonesia, yang sampai saat ini sebagian besar masih didominasi oleh sistem usaha tradisional. Pengkajian menggunakan teori ekonomi dan data teknis-empiris, yang dikaitkan dengan pemahaman bahwa lahan dalam suatu kawasan agroekosistem atau wilayah administratif merupakan faktor produksi yang penting bagi sistem budi daya sapi potong, di samping tenaga kerja dan modal. Lahan dianggap sebagai faktor penting karena berkaitan dan berinteraksi langsung maupun tidak langsung dengan beberapa faktor geografis seperti iklim, topografi, curah hujan, dan kesuburan lahan yang merupakan faktor penting bagi pertumbuhan vegetasi, termasuk rumput dan tanaman pakan lainnya.

Geo-ekonomi adalah pendekatan kajian pembangunan ekonomi berkelanjutan yang pada umumnya merupakan bagian dari agenda pemerintah, baik di tingkat lokal maupun global. Geo-ekonomi juga merupakan gabungan antara ilmu ekonomi dan geografi sehingga dapat diketahui berbagai pandangan dan metodologi dari kedua disiplin keilmuan tersebut untuk menyediakan suatu instrumen yang dapat mendukung pengambilan keputusan bagi para pemangku kepentingan (Lorot 1999). Dengan pendekatan seperti itu, kajian mengenai strategi ekonomi nasional, dalam kerangka kebijakan yang diarahkan untuk melindungi ekonomi nasional, dapat dilakukan untuk mendorong suatu sektor atau subsektor seperti subsektor peternakan dalam pemanfaatan potensi dan peningkatan produksi sapi potong serta pengembangan produk-produk turunannya.

Pengkajian ini menggunakan sapi potong sebagai komoditas yang meliputi lokasi kegiatan ekonomi dan berbagai karakteristiknya, serta keterkaitan kegiatan ekonomi tersebut dengan berbagai fenomena. Pengkajian difokuskan ke 10 provinsi yang memiliki populasi sapi potong di atas 400 ribu ekor, yaitu Jawa Timur, Jawa Tengah, Sulawesi Selatan, Nusa Tenggara Timur (NTT), Nanggroe Aceh Darussalam (NAD), Bali, Lampung, Sumatera Selatan, Nusa Tenggara Barat (NTB), dan Sumatera Barat, yang mampu memelihara posisinya sebagai provinsi sapi potong sejak 1995.

Melalui kajian historis terhadap perkembangan sapi potong di beberapa provinsi utama tersebut, potensi geografis dan kontribusi Produk Domestik Regional Bruto (PDRB) masing-masing provinsi, dikaitkan dengan pertumbuhan ekonomi nasional selama beberapa dekade terakhir, akan diperoleh informasi untuk menjawab apakah usaha sapi potong di dalam negeri, yang pada umumnya berbasis usaha tradisional ini, akan mempunyai kemampuan dan daya saing terhadap desakan industri di bidang yang sama, katakanlah dari negara tetangga, yang selama ini sangat agresif melakukan berbagai inovasi karena melihat dan meyakini bahwa potensi konsumen yang begitu besar terdapat di Indonesia.

GEOGRAFI DAN KONSENTRASI SAPI POTONG

Indonesia memiliki luas laut sekitar 7,9 juta km^2, termasuk Zona Ekonomi Eksklusif, atau 81% dari luas keseluruhan dan memiliki panjang garis pantai nomor dua terpanjang di dunia setelah Kanada. Menurut Badan Pusat Statistik (2006), Indonesia mempunyai luas daratan lebih dari 1,86 juta km^2, yang terdiri atas pulau Sumatera (446.686 km^2), Jawa (129.306 km^2), Bali dan Nusa Tenggara (71.296 km^2), Kalimantan (507.412 km^2), Sulawesi (193.847 km^2), serta Papua dan Maluku (511.822 km^2).

Jumlah penduduk Indonesia pada saat ini mencapai 230-an juta jiwa, terbesar keempat di dunia setelah China, India, dan Amerika Serikat. Jumlah penduduk tersebut terus bertambah setiap tahun dan penyebarannya tidak merata karena sebagian besar masih terpusat di Jawa (60%) dengan kepadatan penduduk mencapai 1.000 orang/km^2, sementara luas Jawa hanya sekitar 7% dari seluruh luas daratan Indonesia. Di lain pihak, gabungan antara Maluku, Maluku Utara, dan Papua dengan luas 24% dari total daratan Indonesia, hanya dihuni sekitar 2% penduduk dengan kepadatan 11 orang/km^2.

Sangat menarik untuk diperhatikan bahwa di 10 provinsi utama sapi potong, terutama di Jawa, ternyata kepadatan populasi ternak sapi potong juga mengikuti kepadatan penduduk (Badan Pusat Statistik 2009). Hal ini mencirikan bahwa peran ternak sapi potong dalam sistem usaha tani tidak diragukan lagi, seperti yang tercantum pada Tabel 1.

Bangsa sapi potong lokal di Indonesia beragam dan tersebar di seluruh provinsi, termasuk sapi bali dan sapi madura (Sulawesi Selatan, Bali, NTT, NTB, Sumatera Selatan, Sulawesi Tenggara, Gorontalo, Kalimantan Selatan, Sulawesi Tengah, Sulawesi Barat, dan Lampung), serta sapi peranakan ongole (PO) (Jawa Timur, Jawa Tengah, Lampung, Sumatera Selatan, Sumatera Utara, Sulawesi Tengah, Sulawesi Utara, dan Jawa Barat). Indonesia juga memiliki bangsa sapi lokal lainnya, yaitu sapi aceh (NAD), sapi pesisir (Sumatera Barat), sapi madura (Jawa Timur), dan sapi sumba ongole (NTT). Di antara sapi-sapi lokal tersebut, sapi bali dan sapi madura memiliki daya adaptasi dan daya reproduksi yang tinggi sehingga diminati oleh negara-negara tetangga untuk dikembangkan menjadi sapi ungulan. Sebaran sapi bali terkonsentrasi di Sulawesi (41%), Bali, dan Nusa Tenggara (46%); sapi madura terkonsentrasi di Jawa (82%); sapi ongole di Jawa (55%), Nusa Tenggara (12%), dan Sumatera (13%); serta sapi lainnya di Jawa (56%), Sumatera (24%), dan Sulawesi (14%).

Peningkatan jumlah sapi eksotis yang dipelihara peternak semata-mata untuk tujuan peningkatan produksi dengan harapan dapat memperbaiki pendapatan. Pada saat yang sama, secara perlahan terjadi pergeseran perhatian,

http://ser.balitbangkp/

Tabel 1. Sepuluh provinsi utama pemasok sapi potong, 1988-2010.

Provinsi	Populasi sapi potong (000 ekor)					
	1988	1995	2000	2005	2009	2010
Jawa Timur	1.912.677	3.302.426	3.312.015	2.524.476	3.458.948	3.816.204
Jawa Tengah	1.116.349	1.253.032	1.317.341	1.390.408	1.525.250	1.616.765
Sulawesi Selatan	1.198.234	805.868	718.139	594.316	729.066	773.745
NTT	611.849	785.115	485.329	533.710	577.552	588.691
NAD	380.675	598.754	668.489	625.134	669.996	701.076
Bali	326.478	513.672	529.074	590.949	675.419	693.837
Lampung	163.027	461.971	375.115	417.129	463.032	503.043
Sumatera Selatan	315.239	447.623	420.617	449.500	342.412	362.851
NTB	343.030	432.706	376.526	451.165	592.875	683.347
Sumatera Barat	352.600	410.644	429.336	419.353	492.272	511.444
Nasional	9.776.000	11.534.000	11.008.000	10.569.000	12.759.000	13.632.000

Sumber: Ditjen Peternakan (1991; 1999; 2003; 2007; 2010).

perpustakaan.litbang.deptan.go.id/

yang berimplikasi terhadap pengurangan populasi sapi lokal, terutama sapi induk PO yang sering dijadikan resipien semen beku sapi-sapi eksotis berdarah Brahman. Pergeseran ini diperlambat oleh kemampuan dan daya adaptasi sapi-sapi eksotis tersebut dalam sistem usaha tani campuran berskala kecil, terutama bila dikaitkan dengan ketersediaan biomassa pada setiap unit usaha, dan cara peternak tradisional dalam merespons risiko usaha yang telah diwariskan secara turun-temurun. Dalam jangka pendek, tren peningkatan preferensi peternak terhadap sapi-sapi hasil persilangan (*cross-bred*) yang tidak dibarengi dengan peraturan pemerintah dipastikan akan menurunkan populasi induk sapi lokal seperti sapi PO.

Dalam tradisi usaha tani di Indonesia, ternak sapi berperan sebagai alat transportasi dan sumber tenaga kerja dalam penyiapan lahan, sebagai penyedia pupuk kandang dan kompos untuk kesuburan lahan, serta penyedia bahan pangan berprotein tinggi dalam bentuk daging. Saling keterkaitan antara setiap komponen dalam suatu sistem usaha tani menunjukkan bahwa hubungan antara rumah tangga petani, tanaman, dan ternak merupakan satu kesatuan yang menjadi dasar dalam proses pengambilan keputusan oleh petani. Sebagai komponen dalam suatu sistem usaha tani, sangat jelas bahwa lahan sebagai pijakan secara fisik sangat menentukan perkembangan usaha tani. Hal ini menjadi salah satu alasan mengapa konsentrasi ternak sapi di Jawa berbanding lurus dengan kepadatan populasi penduduk. Pada konsep dan tradisi seperti ini, tampak bahwa ternak sapi sebagai salah satu komponen produksi rumah tangga petani berkaitan erat dengan keberadaan lahan yang menyediakan vegetasi

atau biomassa sebagai sumber pakan, baik dalam bentuk hijauan maupun jerami atau sisa hasil tanaman pangan, yang akhirnya memberikan nilai tambah lain yang masih dapat diperoleh petani-peternak. Pada era modern seperti sekarang, sistem usaha tani terintegrasi masih tetap menjadi pilihan karena adanya teknologi pemroses kotoran ternak yang dapat menghasilkan biogas sebagai salah satu alternatif sumber energi di pedesaan, pupuk organik yang ramah lingkungan, dan menyediakan lapangan pekerjaan untuk mengurangi urbanisasi.

USAHA TERNAK SAPI POTONG

Budi Daya Tradisional

Usaha ternak tradisional didefinisikan sebagai usaha yang menggunakan teknologi sebagai hasil observasi terhadap alam lingkungannya dan memiliki keterbatasan pengetahuan maupun akses kepada industri dan teknologi. Teknologi peternakan tradisional adalah sebuah seni yang diwariskan secara verbal maupun visual dari satu generasi ke generasi peternak berikutnya berdasarkan observasi dan pengalaman selama bertahun-tahun. Rata-rata produktivitas lahan, ternak, dan tenaga kerja pada pertanian tradisional di Indonesia sangat rendah dibandingkan dengan negara maju. Hal ini ditunjukkan oleh pertambahan bobot badan ternak yang rendah pada berbagai tingkatan umur, demikian juga produktivitas ternak lokal. Tingkat pendapatan tenaga kerja juga rendah. Hal ini disebabkan oleh rendahnya ketersediaan lahan per rumah tangga petani, keterbatasan sumber daya lainnya untuk digunakan secara manual menggunakan tangan atau tenaga ternak, di samping rendahnya produktivitas ternak yang dipelihara.

Schultz (1964) memiliki lima hipotesis tentang ciri pertanian tradisional, yaitu: (1) petani tradisional sebenarnya tanggap terhadap insentif ekonomi, (2) pengadaan modal bukan merupakan masalah utama, tetapi yang menjadi masalah adalah cara menentukan bentuk investasi agar menguntungkan, (3) secara komparatif dijumpai banyak inefisiensi dalam pengalokasian faktor produksi, (4) menunjukkan petani terbaik sebagai contoh pertanian tradisional belum cukup memberikan motivasi, dan (5) tingkat pengembalian modal sangat rendah karena biaya untuk meningkatkan kapasitas produksi sangat mahal.

Sebenarnya sudah sejak lama diketahui bahwa petani tradisional memelihara ternak sebagai tabungan. Observasi terhadap fenomena tersebut menyimpulkan bahwa pemanfaatan fungsi ternak sebagai tabungan mengakibatkan jumlah ternak yang dipelihara sudah melebihi jumlah optimal, terutama bila ketersediaan tenaga kerja tidak menjadi

pembatas. Hal ini menyebabkan produksi dan pemasaran ternak menjadi tidak efisien dan pada beberapa daerah yang menerapkan sistem gembala mengakibatkan kerugian bagi lingkungan karena kebutuhan pakan melebihi hijauan pakan yang tersedia (Herskovitz 1926; De Wilde 1967; Dahl and Hjort 1976; Doran *et al.* 1979; Nerlove 1999). Lebih jauh Rosenzweig dan Wolpin (1993) menyimpulkan bahwa hampir seluruh aset yang dimiliki peternak yang dicurahkan untuk tujuan produksi, juga digunakan sebagai stok penyangga untuk menjamin kelancaran konsumsi rumah tangga peternak pada saat pendapatan tidak menentu atau kredit tidak cukup tersedia.

Berbagai alasan dapat dikemukakan mengapa peternak sapi potong tradisional memiliki respons yang rendah terhadap perubahan harga, antara lain: (1) keterbatasan kemampuan memasarkan ternak, atau memasarkan ternak pada waktu tertentu saat membutuhkan uang tunai menyebabkan berkurangnya insentif harga yang dapat dinikmati peternak, (2) adanya keterbatasan kemampuan menambah lahan, tenaga kerja, dan *input* lainnya pada saat merespons kenaikan harga produk ternak, dan (3) peningkatan skala usaha biasanya berhubungan dengan penurunan produktivitas sumber daya yang digunakan sehingga memberikan produktivitas total yang rendah. Dengan demikian, potensi terjadinya inefisiensi dalam produksi ternak sapi potong di perdesaan ditunjukkan oleh adanya fungsi ganda dari ternak yang dipelihara, yaitu sebagai tabungan dan kegunaannya dalam proses produksi. Lebih jauh lagi, ketidakhadiran lembaga finansial yang memadai untuk melayani para petani tradisional di perdesaan, yang masih menerapkan fungsi ternak sebagai tabungan, akan menyebabkan terjadinya inefisiensi ekonomi dari proses produksi, yang selanjutnya berdampak terhadap rendahnya pendapatan.

Dengan kenyataan bahwa *input* produksi dapat diperoleh secara cuma-cuma, seperti rumput pakan ternak yang tidak ditanam sendiri tetapi diambil dari tempat lain seperti di pinggir jalan, maka inefisiensi dalam usaha ternak dapat ditunjukkan ketika penjualan ternak dilakukan di mana potensi pertambahan nilai atau bobot badan yang belum mencapai titik optimal akan menimbulkan kerugian. Demikian pula penjualan yang dilakukan seperti tradisi pada umumnya, yaitu motif ternak sebagai tabungan, maka kerugian disebabkan oleh jumlah pakan yang terus diberikan meskipun ternak tidak lagi bertambah bobot badannya. Walaupun dapat dipahami bahwa pemeliharaan ternak yang bertujuan untuk tabungan pada umumnya tidak efisien dibandingkan dengan pemeliharaan ternak untuk tujuan produksi yang mendatangkan keuntungan, kondisi ini menjadi atau tidak penting ketika upaya peningkatan jumlah ternak yang dipelihara terkendala oleh kebutuhan biaya yang tinggi, seperti halnya peternak yang dihadapkan pada keterbatasan tenaga kerja.

Sangat menarik untuk disimak pandangan tentang petani tradisional berskala kecil yang disampaikan oleh Patriana (2009), bahwa petani kecil ternyata lebih produktif dibandingkan dengan yang berskala besar, misalnya petani dengan luas lahan kurang dari 1 ha memiliki produktivitas 20 kali lipat dibanding petani dengan skala kepemilikan lahan di atas 10 ha. Penjelasannya, petani kecil menggunakan lebih banyak tenaga kerja per hektare lahan dibanding petani skala besar dan tenaga kerja mereka terdiri atas anggota keluarga, yang berarti biaya tenaga kerja sangat rendah, sementara kualitas kerja sangat tinggi. Dengan lebih banyak tenaga kerja, mereka bisa (a) mengusahakan lahan secara lebih intensif, (b) mencurahkan waktu lebih banyak dalam membuat terasering dan saluran irigasi, (c) segera menyemai benih kembali setelah panen, dan (d) dapat menanam lebih banyak jenis komoditas pada lahan yang sama.

Budi Daya Ekstensif

Di samping sistem budi daya tradisional berskala kecil di kawasan padat penduduk di Jawa, sapi potong sebagai salah satu potensi unggulan di NTT pernah menarik minat investor nasional dan asing untuk membuka usaha *ranch* atau peternakan sapi di provinsi ini pada tahun 1971-1980 di Kabupaten Timor Tengah Utara dengan luas lahan sekitar 90.000 ha, dan di Kabupaten Timor Tengah Selatan pada tahun 1982-1989 yang meliputi area 4.000 ha (Kompas 2009). Pengembangan usaha sapi potong di kawasan ini menampung sekitar 10.000 ekor sapi potong yang menghasilkan sapi dengan bobot badan hidup di atas 350 kg pada umur sekitar 2,5 tahun. Sapi-sapi ini kemudian diantarpulaukan ke Jawa dan daerah lainnya, bahkan diekspor ke Hongkong dan Singapura. Usaha peternakan sapi potong di kawasan ini diawali dengan mendatangkan sekitar 350 sapi Brahman dari Australia pada tahun 1975, sambil mendatangkan sekitar 10.000 sapi bali milik warga sekitar untuk pengembangan. Namun, sejak tahun 1980-an usaha ini mulai memudar karena infrastruktur peternakan yang sebagian berupa kawasan padang penggembalaan sudah berubah fungsi menjadi permukiman penduduk dan kebun, selain adanya masalah manajemen perusahaan.

Hal serupa juga terjadi di Kabupaten Timor Tengah Selatan, yang kegiatannya dimulai pada tahun 1981 melalui pembangunan beberapa embung penampung air hujan, yang airnya didistribusikan untuk kebutuhan manusia dan hewan. Embung menjadi pendukung utama pengembangan ternak, tanaman pakan, dan usaha pertanian di kawasan tersebut. Namun, seluruh embung dalam kawasan tersebut akhirnya mengering dan tidak berfungsi lagi.

Secara geografis, Pulau Timor, NTT, memiliki iklim dan agroekosistem yang sama dengan kawasan Northern Teritory Australia. Oleh karena itu, dengan sumber daya alam yang tersedia dan apabila dikelola melalui manajemen yang baik dan profesional, peternakan sapi potong di kawasan ini tidak hanya mendatangkan keuntungan ekonomi bagi perusahaan, tetapi juga dapat memperbaiki ekonomi rumah tangga masyarakat di sekitar kawasan pengembangan.

Sejalan dengan perkembangan permintaan daging sapi di beberapa wilayah konsumen, terutama di Jawa dan Sumatera, perusahaan penggemukan sapi potong (*feedloters*) juga berkembang untuk menyediakan sapi bakalan untuk digemukkan selama 2-3 bulan untuk memasok kebutuhan pasar setempat maupun wilayah lain yang memerlukan. Perusahaan penggemukan sapi potong pada umumnya berlokasi di sekitar DKI Jakarta dan Jawa Barat, termasuk Banten, Lampung, Jawa Tengah, dan Jawa Timur. Perusahaan penggemukan tersebut telah berkembang menjadi usaha yang terintegrasi dalam hal pemanfaatan lahan, tenaga kerja, dan investasi dan berkontribusi terhadap pertumbuhan ekonomi setempat.

Perkembangan industri penggemukan sapi potong dapat dilihat dari laju peningkatan impor sapi bakalan dari Australia, yang pada tahun 1990 hanya 8.000 ekor dan pada tahun 2009 sudah mencapai 650.000 ekor. Pertumbuhan impor sapi bakalan ini, bersama dengan impor daging sapi beku yang mencapai 70.000 ton pada tahun 2009, merupakan bagian dari 30% total konsumsi daging sapi nasional.

http://sea...

Integrasi Sapi dan Tanaman

Berbagai kendala yang dihadapi subsektor peternakan dalam meningkatkan populasi, produktivitas, dan daya saing peternakan telah diidentifikasi. Salah satunya adalah terbatasnya lahan dan sumber pakan untuk menopang usaha peternakan secara lebih intensif. Untuk itu perlu dicarikan jalan keluar bagi permasalahan yang dihadapi, antara lain melalui pemanfaatan peluang pengembangan sapi potong di area perkebunan, terutama perkebunan kelapa sawit. Dengan luas area perkebunan kelapa sawit sekitar 7,8 juta ha, Indonesia merupakan produsen minyak sawit terbesar di dunia, yang pada tahun 2008 telah mencapai 19 juta ton dengan nilai ekspor sekitar US$12 miliar. Perkembangan perkebunan kelapa sawit yang cepat ini karena secara agroekologis tanaman tersebut sangat cocok dikembangkan di Indonesia, secara sosial-ekonomi memberikan keuntungan yang cukup besar bagi pelaku usaha, dan produktivitasnya lebih tinggi dibandingkan dengan tanaman sumber minyak nabati lainnya.

Saat ini perkebunan kelapa sawit tersebar di hampir seluruh pelosok Indonesia, kecuali NTT, NTB, dan Bali. Kebun sawit banyak dikembangkan di Sumatera dan Kalimantan, dan dalam jumlah terbatas terdapat di Jawa, Sulawesi, dan Papua. Ditinjau dari segi ekonomi, kebun dengan luas tanaman produktif 2 ha dapat menghasilkan sekitar Rp6 juta/bulan (Rp2.000/kg tandan buah segar/TBS). Usaha ini tidak memerlukan curahan tenaga kerja yang terlalu banyak karena panen TBS dapat dilakukan setiap dua minggu, serta pemupukan dan perawatan kebun relatif ringan dibanding tanaman lainnya. Dari segi produktivitas, minyak sawit (3,4 juta t/ha/tahun) sangat efisien dibandingkan dengan minyak nabati lainnya, seperti kedelai, bunga matahari, dan *rape seed* masing-masing 0,38; 0,48; dan 0,67 t/ha/tahun.

Sepuluh lokasi utama perkebunan kelapa sawit di Indonesia berdasarkan luas areanya berturut-turut terdapat di Riau (1,70 juta ha), Sumatera Utara (1,05 juta ha), Kalimantan Tengah (0,87 juta ha), Sumatera Selatan (0,71 juta ha), Kalimantan Barat (0,50 juta ha), Jambi (0,49 juta ha), Kalimantan Timur (0,43 juta ha), Sumatera Barat (0,40 juta ha), Kalimantan Selatan (0,29 jta ha), dan NAD (0,28 juta ha). Memerhatikan kenyataan tersebut, subsektor peternakan memperkirakan adanya ketersediaan biomassa yang dapat dimanfaatkan sebagai sumber pakan, baik berupa rumput, daun dan pelepah sawit, maupun bahan-bahan sisa hasil pengolahan TBS, seperti lumpur sawit dan bungkil inti sawit. Perkiraan nilai tambah yang disumbangkan oleh bahan-bahan tersebut kepada subsektor peternakan, khususnya untuk sapi potong, mencapai 2 ekor sapi dewasa/ha/tahun.

Bungkil inti sawit (BIS) yang merupakan hasil samping pengolahan minyak sawit, merupakan bahan baku pakan yang pada saat ini sudah menjadi produk komersial yang bernilai jual tinggi. Namun, BIS pada saat ini justru lebih banyak diekspor, belum dimanfaatkan untuk memperkuat industri pakan ternak. Oleh karena itu, diperlukan instrumen yang tepat untuk mendorong penggunaan BIS oleh industri pakan atau industri peternakan nasional, dan sekaligus meningkatkan daya saing industri minyak sawit berwawasan lingkungan.

Selain dapat memanfaatkan biomassa yang tersedia, peternakan sapi potong di perkebunan sawit memberikan keuntungan bagi pekebun, antara lain: (1) ternak sapi dapat dimanfaatkan sebagai alat pengangkut TBS dari kebun sawit ke tempat pengumpulan yang tidak dapat dijangkau oleh kendaraan bermotor, (2) kebutuhan lahan untuk lajur kendaraan dapat dikurangi sehingga menambah area tanaman sawit, (3) ternak sapi dapat menghasilkan kotoran yang dapat digunakan sebagai pupuk organik bagi tanaman kelapa sawit, (4) sapi dapat memakan tanaman liar (gulma) yang mengganggu pertumbuhan sawit, (5) limbah pabrik kelapa sawit (serat/

fiber) dapat dimanfaatkan untuk pakan ternak, (6) memberikan penghasilan tambahan, terutama bagi pekebun, dari penjualan ternak hasil penggemukan atau dari sapi pedet hasil pembiakan, dan (7) kotoran ternak dapat dimanfaatkan untuk pembangkit energi biogas untuk keperluan energi penjaga kebun. Dengan demikian, secara teoritis integrasi antara peternakan sapi dengan perkebunan kelapa sawit dapat memberikan sinergi yang positif. Berangkat dari kenyataan bahwa lahan adalah sumber biomassa, termasuk pakan ternak, maka sangat realistis bagi pengembangan usaha peternakan sapi potong di masa mendatang dengan memperkuat konsep integrasi, di mana lahan dapat menjadi sumber daya fisik yang dapat menghasilkan berbagai jenis komoditas, terutama tanaman dan ternak.

KINERJA PRODUKSI DAN DAYA SAING INDUSTRI

Kinerja Produksi

Secara umum, sistem produksi daging sapi di Indonesia sampai saat ini masih dicirikan sebagian besar (97%) dalam skala kecil, hanya 1-3 ekor ternak sapi potong per rumah tangga, yang terkonsentrasi di kawasan padat penduduk seperti di Jawa Timur dan Jawa Tengah. Ternak sapi pada awalnya dipelihara sebagai sumber tenaga kerja untuk persiapan lahan dan sebagai tabungan, bukan untuk tujuan memproduksi daging. Pendekatan seperti ini dilakukan menggunakan teknologi tradisional dalam hal pembibitan, pemberian pakan, budi daya dan pengelolaan ternak, pengawasan penyakit, dan pemasaran sehingga produksi dan kualitas hasil ternak masih rendah. Untuk mengubah kondisi yang kurang menguntungkan tersebut, pemerintah menyediakan berbagai program yang memberikan peluang kepada pihak swasta dan masyarakat luas dalam modernisasi industri sapi potong nasional.

Tabel 2 menunjukkan bahwa impor sapi bakalan terus meningkat sejak awal dimulainya impor sekitar 8.000 ekor pada tahun 1990 dan menjadi 157.000 ekor pada tahun 1999. Pada tahun 1998, impor sapi hanya berkurang menjadi 42.000 ekor pada saat terjadi krisis ekonomi, di mana nilai tukar rupiah mencapai Rp16.000/US$. Impor sapi bakalan terus bertambah sampai tahun 2009 yang telah mencapai 657.000 ekor.

Indonesia mengimpor sapi bakalan untuk usaha penggemukan (*feedloters*) dalam rangka meningkatkan pasokan daging sapi yang belum sepenuhnya mampu disediakan di dalam negeri (Tabel 3). Menjadi sebuah tantangan bagi industri ini ketika volume impor sapi bakalan meningkat 82,5% per tahun pada kurun waktu 1990-1997. Bahkan volume impor sapi bakalan (Ditjen Peternakan 2010) meningkat menjadi 359 ribu ekor (2004),

Tabel 2. Populasi ternak sapi potong di Indonesia ('000 ekor), 1990-2009.

Tahun	Sapi potong	Impor bakalan	Tahun	Sapi potong	Impor bakalan
1990	10.410	8	2000	11.008	297
1991	10.667	13	2001	11.138	289
1992	11.211	25	2002	11.298	430
1993	10.829	58	2003	10.504	287
1994	11.367	118	2004	10.532	359
1995	11.534	229	2005	10.569	257
1996	11.816	389	2006	10.875	266
1997	11.939	428	2007	11.365	415
1998	11.634	42	2008	12.256	570
1999	11.276	157	2009	12.759	657

Sumber: Ditjen Peternakan (1991; 1999).

Tabel 3. Pasokan dan konsumsi daging sapi nasional ('000 t), 2005-2009.

Uraian	2005	2006	2007	2008	2009
Produksi lokal	217,4	259,5	210,8	233,6	250,8
	(66%)	(69%)	(63%)	(61%)	(64%)
Impor	111,3	119,2	124,8	150,4	142,8
Sapi bakalan	55,1	57,1	60,8	80,4	72,8
Daging Beku	56,2	62,0	64,0	70,0	70,0
Total	328,6	378,7	335,6	384,1	393,6
Konsumsi			314,0	313,3	325,9
Selisih			(103,3)	(79,7)	(75,0)

Sumber: Ditjen Peternakan (2010).

http://serverlib.litbang.kkp/

Tabel 4. Impor daging sapi dan jeroan di Indonesia ('000 t), 2004-2010.

Jenis daging	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Daging sapi	11,8	21,5	25,9	50,2	57,2	64,6	60,3
Prime cut				11,1	9,6	15,1	17,6
Secondary cut				33,6	39,6	42,0	34,4
Variety meat				5,5	7,9	7,5	8,4
Jeroan sapi	36,5	34,7	36,5	13,8	12,9	10,6	10,1
Jumlah	48,3	56,2	62,4	64,0	70,1	75,2	70,5
Kenaikan (%)		16,4	11,0	2,56	9,53	7,28	(-6,3)
Rasio daging/jeroan	1:4	1:1,6	1:1,4	3,6:1	4,4:1	6,1:1	6:1

Sumber: Ditjen Peternakan (2010).

257 ribu ekor (2005), 266 ribu ekor (2006), 415 ribu ekor (2007), dan 570 ribu ekor (2008), 657 ribu ekor (2009), dan 650 ribu ekor (2010).

Pada awalnya upaya tersebut dilakukan untuk mengisi kekurangan pasokan daging sapi dalam negeri sambil menyelamatkan populasi sapi nasional akibat semakin meningkatnya permintaan. Pemahaman seperti ini seharusnya tetap dijaga dan impor sapi bakalan tidak berubah menjadi andalan utama pemasok daging sapi di masa mendatang, walaupun dari sisi kualitas, kemudahan pengadaan, ketersediaan, dan potensi keuntungan bagi pihak swasta sangat menjanjikan.

Dalam rangka memenuhi kebutuhan di dalam negeri, kebijakan impor daging sapi yang pada awalnya ditujukan untuk memasok kebutuhan daging berkualitas (*prime cut*) bagi konsumen di hotel-hotel berbintang dan restoran tertentu, dan daging industri (*secondary cut*) bagi kebutuhan industri daging olahan, juga tumbuh 39,5%. Diharapkan kebijakan ini tidak berlanjut menjadi andalan utama pasokan daging sapi seperti halnya sapi bakalan. Tabel 4 menunjukkan bahwa volume impor daging sapi juga terus meningkat dari tahun 2004 sampai 2010.

http://pse.litbang.deptan.go.id/ind/pse/pse/

Daya Saing Industri Sapi Potong

Penyediaan daging produksi dalam negeri untuk memenuhi kebutuhan berasal dari berbagai spesies ternak, yaitu unggas 1,096 ribu ton (59%), sapi dan kerbau 390 ribu ton (21%), babi 1,86 ribu ton (10%), kambing dan domba 112 ribu ton (6%), dan sisanya 74 ribu ton (4%) dari ternak lain. Total produksi daging sapi tersebut baru mencukupi 67% dari total kebutuhan sehingga selebihnya (33%) masih harus diimpor. Diperkirakan pada tahun 2011 akan diimpor sapi bakalan 500 ribu ekor dari Australia dan 72 ribu ton daging sapi beku dari Australia dan negara-negara pengekspor lainnya.

Delgado *et al.* (2001) memperkirakan bahwa revolusi peternakan di negara-negara berkembang terus berlanjut hingga tahun 2020, dan akan mendorong peningkatan permintaan produk ternak yang kemudian menyebabkan negara-negara berkembang tetap menjadi *net importer*. Di Indonesia, kecenderungan peningkatan impor telah terbukti memperlemah posisi tawar industri sapi potong nasional.

Bila dilihat dari populasi dan strukturnya, industri sapi potong di dalam negeri cukup dapat diandalkan. Namun, sentra produksi yang tersebar di berbagai pulau dan kawasan memerlukan dukungan infrastruktur jalan dan modal transportasi yang memadai agar produk yang dihasilkan sampai kepada konsumen. Dengan kondisi seperti ini, ekspor sapi dan kerbau pada tahun 1970-an terpaksa dihentikan oleh pemerintah pada tahun 1979 dengan alasan permintaan di dalam negeri terus meningkat. Tabel 5

Tabel 5. Pemasukan sapi potong ke provinsi utama konsumen (ekor), 2006-2010.

Provinsi	2006	2007	2008	2009	2010
Banten	64.537	75.249	-	265.042	378.506
Jawa Barat	437.140	333.048	315.446	256.060	203.544
Jawa Tengah	70.934	74.948	51.858	141.199	144.899
Sumatera Utara	10.189	10.000	15.726	40.220	35.000
DKI Jakarta	63.003	52.233	47.568	39.017	34.799
Sumatera Barat	-	40.000	40.100	40.000	30.000
Kalimantan Tengah	500	9.350	-	17.956	13.954
Kalimantan Selatan	15.752	12.322	22.106	15.570	15.596
Riau	7.705	31.298	32.154	15.000	15.000
Bengkulu	5.308	10.261	-	10.123	10.489

Sumber: Ditjen Peternakan (2010).

menampilkan 10 provinsi utama konsumen sapi potong dilihat dari jumlah pemasukan selama tahun 2006-2010.

Beberapa provinsi konsumen sapi potong yang melakukan pemasukan di atas 30 ribu ekor per tahun adalah Banten, Jawa Barat, Jawa Tengah, Sumatera Utara, DKI Jakarta, dan Sumatera Barat. Dengan demikian, provinsi-provinsi tersebut merupakan wilayah tujuan utama transportasi sapi potong dari wilayah produsen.

Perdagangan ternak sapi antarpulau saat ini telah dibenahi melalui pengaturan kuota pengeluaran. Langkah ini bertujuan untuk menghindari pengurasan ternak sapi dan menjaga populasi ternak yang ideal di sentra produksi seperti Sulawesi Selatan, Nusa Tenggara Timur, dan Nusa Tenggara Barat. Namun, pengaturan ini belum menjadi bagian dari keseluruhan sistem produksi dan pemasaran sapi lokal. Hal ini telah menyebabkan daya saing produksi sapi potong di dalam negeri lebih rendah dibanding pasokan impor, baik dalam bentuk sapi bakalan maupun daging beku.

Perdagangan sapi potong juga mengalami gangguan yang dikaitkan dengan sumber PAD, misalnya di NTT dijumpai sekitar 16 jenis dan di Sulawesi Selatan 14 jenis pajak dan retribusi yang dibebankan kepada petani dan pedagang sapi potong. Deregulasi ternyata memberikan dampak positif terhadap kepentingan petani dan pedagang yang selama ini dijadikan objek pungutan. Demikian pula dengan kenyataan bahwa selain pedagang, dalam sistem perdagangan sapi potong juga terlibat para buruh yang membantu pedagang, pelaku transportasi, penyedia jasa dalam penimbangan, bongkar muat ,dan lain-lain yang turut menurunkan efisiensi pemasaran.

Berbagai komponen biaya tata niaga, termasuk retribusi, pungutan, penyusutan bobot badan selama transportasi, dan biaya transportasi yang tinggi, juga menyebabkan harga daging sapi terus meningkat. Dengan demikian, industri sapi potong di dalam negeri kalah bersaing dengan daging impor, walaupun akhirnya daging impor dan daging dari hasil penggemukan sapi bakalan impor juga ikut naik, sehingga secara agregat harga daging sapi di dalam negeri selalu naik. Proses transaksi yang kurang adil juga sering terjadi, misalnya dalam penentuan bobot badan dan harga jual dengan cara menaksir, bukan berdasarkan bobot hidup. Di samping itu, sudah menjadi rahasia umum bahwa permintaan sapi potong cukup tinggi sehingga upaya memanipulasi bobot badan juga dilakukan dengan cara menggelonggong atau memberikan minum sebanyak-banyaknya kepada sapi yang akan dijual.

Sarana transportasi yang sering digunakan untuk angkutan ternak sapi potong seperti truk, kereta api, dan angkutan laut, pada umumnya memiliki jadwal angkut yang tidak menentu. Sistem angkut dengan sistem paket sering mengakibatkan kerugian yang tidak bisa dihindarkan. Transportasi truk banyak digunakan dari wilayah produsen seperti di NTT dan NTB menuju pelabuhan setempat, selanjutnya angkutan laut digunakan dari NTT, NTB, dan Bali menuju Jawa, Kalimantan, Sulawesi, dan tujuan lainnya. Angkutan kereta api pernah dilakukan dari Surabaya atau Jawa bagian Timur ke Jakarta. Angkutan kereta api memiliki banyak keuntungan karena jarang terjadi kecelakaan, tidak mengalami pungutan liar di perjalanan, dan biayanya relatif murah dibandingkan dengan truk.

Memerhatikan berbagai simpul pengembangan ternak sapi potong di dalam negeri seperti yang diuraikan di atas, maka industri sapi potong di Indonesia masih merefleksikan biaya ekonomi tinggi dan kurang efisien. Apabila kenyataan seperti ini berlanjut terus, maka impor sapi bakalan maupun impor daging beku akan tetap menjadi pilihan yang atraktif dalam merespons peningkatan permintaan daging sapi di dalam negeri.

PERTUMBUHAN EKONOMI REGIONAL SAPI POTONG

Produk Domestik Bruto (PDB) pada tingkat nasional dan Produk Domestik Regional Bruto (PDRB) pada tingkat regional atau provinsi menggambarkan kemampuan suatu wilayah untuk menciptakan *output* atau nilai tambah dalam kurun waktu tertentu. PDB dapat disajikan dalam dua versi, yaitu atas dasar "harga yang berlaku", di mana seluruh agregat dinilai menggunakan harga pada tahun berjalan, serta "harga konstan" dengan menggunakan harga pada tahun dasar tertentu. Secara nasional, pertumbuhan ekonomi subsektor peternakan yang dicerminkan oleh kontribusi PDB (Tabel 6) menunjukkan pertumbuhan positif rata-rata 3%.

Tabel 6. PDRB subsektor peternakan pada 10 provinsi penghasil sapi potong, 2004-2008 (miliar rupiah atas dasar harga konstan tahun 2000).

Provinsi	2004	2005	2006	2007	2008
Jawa Timur	6.705,0	6.982,1	7.421,0	7.872,0	8.169,0
Jawa Tengah	3.076,7	3.292,3	3.603,3	4.033,9	4.395,0
NAD	1.413,9	1.296,6	1.326,0	1.342,0	1.396,0
Lampung	1.409,3	1.420,7	1.442,3	1.458,3	1.484,0
NTT	1.191,3	1.226,3	1.213,2	1.242,9	1.287,0
Bali	1.044,5	1.067,0	1.128,0	1.145,1	1.164,0
Sumatera Selatan	696,6	726,9	769,5	816,2	858,0
Sumatera Barat	583,4	599,3	612,0	630,9	660,0
NTB	542,8	559,2	568,8	604,0	617,0
Sulawesi Selatan	510,8	462,4	481,8	510,8	544,0
Nasional	31.672,5	32.346,5	33.430,2	34.220,7	35.425,3

Sumber: Ditjen Peternakan (2010).

Merujuk kepada Tabel 1 maka 10 provinsi dengan populasi sapi potong di atas 400 ribu ekor secara berurutan adalah Jawa Timur, Jawa Tengah, Sulawesi Selatan, NTT, NAD, Bali, Lampung, Sumatera Selatan, NTB, dan Sumatera Barat. Jika menggunakan urutan PDRB subsektor peternakan (Tabel 6) maka urutannya adalah Jawa Timur, Jawa Tengah, NAD, Lampung, NTT, Bali, Sumatera Selatan, Sumatera Barat, NTB, dan Sulawesi Selatan. Perubahan urutan tersebut dapat diterima karena kontribusi sektor lain di luar pertanian, walaupun sektor industri, pertambangan, energi, dan konstruksi sudah dikeluarkan, bisa saja lebih dominan dari sektor pertanian, apalagi subsektor peternakan. Kalau urutan tersebut disandingkan maka Jawa Timur dan Jawa Tengah konsisten berada pada urutan yang sama sehingga bisa mewakili daerah padat penduduk yang padat ternak dan kontribusi PDB subsektor peternakannya juga tinggi. Lampung, NAD, NTT, dan Bali pada kurun tahun tertentu juga menunjukkan konsistensinya seperti Jawa Timur dan Jawa Tengah.

Jawa Timur konsisten sebagai provinsi dengan PDRB per kapita tertinggi (Tabel 7). Dengan demikian, Jawa Timur yang berpenduduk sekitar 36 juta jiwa, laju pertambahan penduduk 0,45% per tahun, luas area 46,7 juta km^2, tingkat kepadatan penduduk 740 orang/km^2, dan populasi ternak sapi sekitar 4 juta ekor (4,7 juta ekor menurut hasil sementara sensus ternak sapi dan kerbau 2011) merepresentasikan daerah padat penduduk dan padat ternak yang memberikan kontribusi PDRB peternakan tertinggi. Kenyataan ini juga menunjukkan adanya prevalensi usaha ternak sapi potong tradisional dengan skala kecil (1-3 ekor) dalam upaya pemerintah untuk mendorong pembangunan subsektor peternakan, terutama sapi potong.

Tabel 7. PDRB per kapita 10 provinsi penghasil sapi potong, 2004-2008 (atas dasar harga berlaku).

Provinsi	PDRB per kapita (Rp000) tanpa minyak bumi				
	2004	2005	2006	2007	2008
Jawa Timur	6.623,2	7.046,4	2.376,0	7.776,3	8.187,5
Sumatera Barat	6.080,6	6.386,0	6.681,0	7.006,0	7.349,6
Bali	5.876,3	6.227,9	6.443,8	6.752,4	7.082,1
NAD	5.443,9	5.588,1	5.842,6	6.160,9	6.174,0
Sumatera Selatan	5.124,8	5.354,9	5.633,4	5.998,0	6.287,4
Sulawesi Selatan	4.443,5	4.838,7	5.106,2	5.356,0	5.695,9
Jawa Tengah	3.909,1	4.177,2	4.378,7	4.604,1	4.812,8
Lampung	3.902,6	4.052,3	4.224,5	4.421,5	4.593,5
NTB	3.655,5	3.628,7	3.443,8	3.813,4	3.849,8
NTT	2.294,9	2.316,1	2.376,0	2.450,6	2.520,0
Nasional	6.961,3	7.334,4	7.647,3	8.068,1	8.486,0

Sumber: Ditjen Peternakan (2010).

http://pse.litbang.deptan.go.id/ejurnal/pse/

KESIMPULAN

Dari pembahasan dalam tulisan ini, mulai dari berbagai sistem budi daya yang dijalankan dalam usaha ternak sapi potong, tingkat produksi dan daya saing, sampai pertumbuhan ekonomi daerah-daerah utama yang memiliki konsentrasi sapi potong, dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

(1) Indonesia memiliki minimal 10 provinsi dengan konsentrasi populasi sapi potong di atas 400 ribu ekor sampai 4 juta ekor per provinsi yang dapat dijadikan andalan dalam menyediakan pasokan sapi potong untuk kebutuhan di dalam negeri.

(2) Potensi pertumbuhan ekonomi regional di seluruh provinsi pemasok maupun konsumen dapat dipacu melalui fasilitasi mobilitas dan sarana transportasi serta pembangunan infrastruktur RPH dan pemrosesan yang mampu menstimulasi kegiatan ekonomi di pedesaan (kawasan produsen) dan perkotaan (kawasan konsumen),

(3) Pembangunan peternakan terutama yang ditujukan pada upaya swasembada daging sapi dan kerbau 2014, dapat dilakukan secara regional berdasarkan sistem budi daya tanpa menghilangkan salah satu sistem dengan alasan efisiensi dan keuntungan ekonomi semata.

(4) Prevalensi sistem usaha ternak yang bercirikan usaha kecil dan tradisional harus difasilitasi dengan insentif perbaikan sarana produksi (bibit, pakan dan layanan kesehatan hewan), pengoptimalan proses produksi, dan jaminan harga pasar sesuai kualitas.

(5) Indonesia sebagai negara tropis yang kaya sumber biomassa dan penghasil produk perkebunan terutama kelapa sawit, memerlukan pendekatan nilai tambah melalui sistem integrasi tanaman-ternak dan menjadi prioritas dalam konteks daya saing produk lokal di pasar ekspor. Kemanfaatan seperti ini bukan mustahil dapat memberikan nilai tambah yang dapat membawa Indonesia kembali menjadi negara eksportir sapi potong.

ALTERNATIF KEBIJAKAN

Untuk mewujudkan berbagai harapan tersebut di atas, maka beberapa prakondisi dan persyaratan berikut ini dapat menjadi bahan pertimbangan dan opsi dalam penyusunan kebijakan selanjutnya.

Pertama, pada sistem budi daya tradisional berskala kecil, seperti yang direpresentasikan oleh Jawa Timur, perlu dilakukan konsolidasi pemeliharaan ternak sapi potong melalui kelompok atau koperasi menjadi usaha yang produktif, bukan semata-mata sebagai tabungan. Melalui pendekatan ini diperoleh jalan keluar: (a) kebutuhan dana insidentil para peternak dapat dipenuhi oleh dana talangan kelompok atau koperasi; (b) struktur populasi kelompok diatur sedemikian rupa sehingga jumlah ternak dewasa, muda, dan pedet dipelihara untuk memenuhi kebutuhan pasar dan berorientasi ekonomi, dan penjualan ternak dilakukan sesuai usia; (c) ketersediaan lahan HGU di kawasan sistem penggembalaan ekstensif seperti di NTT, NTB, dan Sulawesi Tenggara harus dimanfaatkan secara optimal sesuai dengan peruntukannya, tidak dibiarkan kosong oleh pemilik HGU; (d) mempercepat pelaksanaan sistem integrasi tanaman-ternak (sapi-sawit, sapi-padi) di seluruh kawasan potensial melalui kerja sama operasional antara Kementerian Pertanian, Kementerian BUMN, dan Kementerian Dalam Negeri bersama Pemerintah Daerah; dan (e) secara terintegrasi, sebagian bangsa sapi lokal harus tetap dijaga kemurniannya, dan sapi lokal tidak boleh hanya dijadikan sebagai resipien dalam praktik inseminasi buatan menggunakan semen bangsa sapi potong eksotis.

Kedua, konsumsi daging yang direpresentasikan oleh daging unggas (59%), daging sapi dan kerbau (21%), daging babi (10%), dan daging kambing-domba (6%) perlu tetap dijaga keseimbangannya dari waktu ke waktu, dari sisi produksi, investasi, dan keterjangkauannya oleh masyarakat. Dengan demikian, efek substitusi karena pengaruh *cross price elasticity* tidak terjadi secara permanen sehingga perencanaan industri ternak penghasil daging tidak menghadapi perubahan investasi dalam waktu pendek. Diversifikasi konsumsi daging harus dipertahankan agar tidak terjadi mobilisasi atau migrasi konsumen dari satu jenis daging ke jenis lainnya karena strategi pemasaran, misalnya kasus daging impor dengan harga yang sangat murah.

Ketiga, melakukan deregulasi, terutama peraturan daerah yang bersifat disinsentif dalam sistem tata niaga sapi potong agar dapat: (a) memberikan jaminan harga pasar sesuai kualitas; (b) melakukan penjualan secara transparan dengan sistem lelang atau standar harga; (c) menyediakan informasi harga sapi potong dan daging sapi untuk berbagai kriteria secara *real-time* untuk wilayah produsen dan konsumen; (d) memberdayakan RPH di wilayah produsen dan memasarkan dalam bentuk daging ke wilayah konsumen; dan (e) mendorong agar usaha penggemukan menyerap sapi lokal sebagai sapi bakalan dengan sistem kontrak dengan peternak.

DAFTAR PUSTAKA

Badan Pusat Statistik. 2006. Statistik Indonesia. Badan Pusat Statistik, Jakarta.

Badan Pusat Statistik. 2009. Statistik Indonesia. Badan Pusat Statistik, Jakarta.

Ditjen Peternakan. 1989. Buku Statistik Peternakan. Direktorat Jenderal Peternakan, Jakarta.

Ditjen Peternakan. 1991. Peternakan dalam Angka. Direktorat Jenderal Peternakan, Jakarta.

Ditjen Peternakan. 1999. Peternakan dalam Angka. Direktorat Jenderal Peternakan, Jakarta.

Ditjen Peternakan. 2003. Peternakan dalam Angka. Direktorat Jenderal Peternakan, Jakarta.

Ditjen Peternakan. 2007. Statistik Peternakan. Direktorat Jenderal Peternakan, Jakarta.

Ditjen Peternakan. 2010. Statistik Peternakan. Direktorat Jenderal Peternakan, Jakarta.

Delgado, C., M. Rosegrant, and S. Meijer. 2001. Livestock to 2020, Paper presented at Meeting on International Agricultural Research Trade Consortium (IARTC), Auckland, New Zealand.

De Wilde, J.C. 1967. Experiences with Agricultural Development in Tropical Africa. John Hopkins University Press, Baltimore.

Doran, M.H., A.R.C. Low, and R.L. Kemp. 1979. Cattle as a store of wealth in Swaziland: Implications for livestock development and overgrazing in Eastern and Southern Africa. Am. J. Agric. Econ. 61: 41-47.

Herskovitz, M.J. 1926. The cattle complex in East Africa. Am. Anthropol. 28: 230-272.

http://perpustakaan.litbang.deptan.go.id/

Kompas. 2009. Fokus dan diskusi kerja sama Pos Kupang dan Unwira. Kompas, Oktober 2009.

Lorot, P. 1999. Introduction to Geoeconomics. Economica, Paris.

Nerlove, M.N. 1999. Growth rate convergence: Fact or artifact? An essay in Panel Data Econometrics. In: Krishnakumar and E. Ronchetti (Eds.). Panel Data Econometric, Future Direction. Elsevier Science Publisher, Amsterdam.

Patriana, Z. 2009. Fair Trade: Small farmers hold key to feeding the world. http://news.change.org/authors/zarah-patriana.

Rosenzweig, M.R. and K.I. Wolpin. 1993. Credit market constraints, consumption smoothing, and accumulation of durable asset in low-income countries: Investments in bullocks in India. J. Political Econ. 101: 223-244.

Schultz, T.W. 1964. Transforming Traditional Agriculture, New Haven. Yale University Press, Connecticut. p. 4.

http://serverlib/psekp/

Teknologi Peningkatan Mutu Karkas Ayam

ABUBAKAR

Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Pascapanen Pertanian
Jalan Tentara Pelajar No. 12, Bogor 16111
E-mail: abu.028@gmail.com

ABSTRAK

Daging ayam merupakan komoditas strategis, baik dalam rangka meningkatkan gizi maupun memperbaiki taraf hidup peternak unggas. Hingga saat ini sebagian besar peternakan rakyat menjual ayam pedaging dalam bentuk hidup, kemudian pedagang pengecer mengolahnya menjadi karkas ayam siap jual. Proses pengolahan ayam hidup menjadi karkas segar, mulai dari penyembelihan, pencabutan bulu, pengeluaran jeroan, pencucian, pengemasan, pendinginan sampai pengangkutan belum sesuai dengan kaidah kesehatan. Karena itu, mutu dan keamanan pangan karkas ayam menjadi rendah, bahkan tingkat kehalalannya masih diragukan sehingga harganya turun. Untuk dapat memproduksi karkas ayam bermutu dan aman bagi kesehatan, diperlukan penerapan inovasi teknologi pascapanen dan jaminan mutu secara luas dalam sistem produksi karkas ayam yang baik, *Good Management Practice* (GMP) dan *Hazard Analysis Critical Control Point* (HACCP), melalui sosialisasi dan advokasi, pemantauan dan pengawasan, penerapan peraturan dan perundang-undangan yang berkaitan dengan mutu dan keamanan karkas ayam, dan standardisasi. Kebijakan dan program yang diperlukan yaitu peningkatan keamanan dan mutu produk, pembinaan pelaku dari aspek pascapanen, penelitian dan pengembangan, serta diseminasi dan promosi.

Kata kunci: ayam, karkas, teknologi pascapanen, kualitas, keamanan pangan

http://litbang.deptan.go.id

PENDAHULUAN

Seiring dengan peningkatan kesejahteraan, pendapatan, dan pendidikan masyarakat, kebutuhan akan pangan yang berkualitas, aman, dan halal akan terus menjadi tuntutan. Hal ini sejalan dengan deklarasi FAO dan WHO dalam *Conference on Nutrition* 1992 (Anonymous 1996) bahwa mendapatkan pangan yang bergizi, bersih, dan aman dikonsumsi adalah hak setiap orang. Pangan yang dimaksud dapat berupa hasil tanaman pangan dan atau ternak.

Sampai saat ini, kebutuhan pangan berupa hasil ternak sebagian besar dipenuhi oleh usaha peternakan rakyat. Oleh karena itu, diperlukan teknologi tepat guna pada setiap rantai praproduksi, produksi, dan pascapanen.

Hingga saat ini peternakan rakyat belum memiliki akses yang baik terhadap tiga komponen bisnis yang sangat menentukan, yaitu sarana

produksi, teknologi, dan informasi harga. Kondisi ini mendorong pemerintah mengeluarkan Keputusan Presiden No. 22/1990 yang bertujuan untuk memberdayakan peternakan rakyat sebagai pelaku utama budi daya dan sekaligus mewujudkan perunggasan yang tangguh memasuki era pasar global. Dalam Keppres tersebut dinyatakan bahwa perusahaan peternakan ayam yang melakukan kemitraan wajib memiliki sarana penanganan dan pemotongan ayam. Ayam pedaging yang dihasilkan harus halal, bersih, dan sehat. Hal ini merupakan salah satu upaya untuk mencegah mewabahnya virus flu burung ke daerah lain akibat pengiriman ayam hidup antardaerah dan antarkota yang kurang higienis.

Hingga saat ini, sebagian besar peternak tradisional menjual ayam broiler dalam bentuk hidup, kemudian pedagang pengecer mengolahnya menjadi karkas ayam siap jual pada konsumen (Margie Group 2005). Proses pengolahan ayam hidup menjadi karkas ayam segar, mulai dari penyembelihan, pencabutan bulu, pengeluaran jeroan, pencucian, pengemasan, pendinginan sampai pengangkutan belum sesuai dengan norma dan kaidah kesehatan. Oleh karena itu, mutu dan keamanan pangan karkas ayam menjadi rendah, bahkan tingkat kehalalannya diragukan sehingga harganya turun (Abubakar 2005).

Untuk meningkatkan mutu dan keamanan karkas ayam dapat diupayakan melalui penerapan inovasi teknologi pascapanen dan HACCP (Bauman 1990; Tompkin 1990; Abubakar 2003). Teknologi pascapanen merupakan cabang/bagian dari ilmu produksi mulai dari pemanenan, penanganan hasil, pengolahan hingga transportasi. HACCP adalah suatu piranti untuk menilai bahaya spesifik dan menetapkan sistem pengendalian yang difokuskan pada pencegahan produk akhir (AMIF 1994). Tulisan ini memberikan wawasan, gagasan, dan kontribusi ilmiah terhadap upaya peningkatan mutu dan keamanan karkas ayam.

http://www.pustaka-deptan.go.id/

MUTU DAN KEAMANAN KARKAS AYAM: KONDISI SAAT INI DAN HARAPAN KE DEPAN

Keamanan karkas ayam adalah kondisi yang diperlukan untuk mencegah karkas ayam dari kemungkinan cemaran biologis, kimia, dan benda lain yang dapat mengganggu, merugikan, dan membahayakan kesehatan manusia (AMIF 1994; Anonymous 1996). Tujuan peningkatan mutu karkas ayam adalah mempertahankan kesegaran dan keutuhan, serta mengurangi kerusakan melalui perlakuan dan teknologi yang bertitik-tolak pada penyebab kerusakan.

Indikator mutu karkas ayam terkait dengan: (1) mutu fisik yang mencakup keutuhan, warna, penampakan, kesegaran, dan keseragaman bentuk, (2) mutu kimia, meliputi kandungan gizi, aroma, rasa, dan, bebas cemaran logam berat, dan (3) mutu biologis, yaitu bebas dari kontaminasi

mikroba patogen yang membahayakan kesehatan (Abubakar *et al.* 1991b; NFPA 1993).

Kenyataan di lapangan menunjukkan bahwa seluruh rumah pemotongan ayam (RPA) tradisional melakukan proses pemotongan secara manual, tidak memiliki izin operasional, tidak sesuai dengan Rencana Umum Tata Ruang (RUTR), menimbulkan polusi, sebagian besar aktivitas pemotongan tidak terkontrol dari aspek kesmavet, serta tidak melakukan labelisasi, pengemasan karkas, dan penyimpanan dingin (Abubakar dan Budinuryanto 2003). Banyak RPA tradisional tidak melakukan pengawasan terhadap kesehatan ayam hidup, pemeriksaan secara klinis, 71,8% tidak segera membuang ayam mati, dan 74,5% tempat pemotongan kurang higienis (Abubakar 2006; Abubakar dan Widaningrum 2006). Akibat dari kondisi tersebut sering beredar ayam mati kemarin (tiren), di Bogor saja rata-rata 270-500 ekor/bulan pada saat permintaan meningkat (bulan Ramadhan dan menjelang Iedul Fitri).

Ayam tiren merupakan ayam mati di kandang atau mati saat pengangkutan kemudian disembelih dan diperjualbelikan. Ciri khas penampilannya adalah karkas memar, daging kuning-merah gelap, terdapat cairan warna gelap, hati coklat-hitam, banyak pembekuan darah pada usus, bau abnormal, konsistensi lemah, banyak kerusakan pada kulit dan daging, uji Postma positif, pH 5-7, dan jumlah bakteri 1,02 x 10^{10} sampai 1,14 x 10^{10} (Abubakar dan Wahyudi 1994; Abubakar 2007).

http://server.litbang.deptan.go.id

Masalah

Di Indonesia, penyembelihan ayam masih dilakukan secara tradisional menggunakan peralatan sederhana dan manual sehingga 56,9% karkas bermutu rendah, sebagian karkas ayam belum sesuai dengan SNI (Abubakar 1992, 2003, 2006). Akibat dari kondisi sanitasi RPA tradisional yang kurang memenuhi syarat, kandungan bakteri per gram daging melebihi ambang batas yang dipersyaratkan. Hal ini terlihat dari jumlah kuman per gram daging ayam yang diambil di beberapa RPA tradisional, yaitu 4-29 x 10^8, sedangkan yang diizinkan dalam SNI adalah 5 x 10^6. Bakteri utama yang terdeteksi adalah *E. coli, E. aglomerans, E. aerogenes,* dan *E. marcescens* (Abubakar *et al*. 1994; Abubakar dan Budinuryanto 2003; Abubakar dan Triyantini 2005). Rendahnya mutu karkas ayam yang dipotong di RPA tradisional akan membahayakan kesehatan konsumen (Notermans 1994; Stevenson dan Bernard 1995).

Kontaminasi kimia terjadi pada tahap produksi hingga produk akhir, yang berpengaruh terhadap konsumen dalam jangka panjang (kronis). Bahan kimia utama yang dapat mencemari produk pangan adalah deterjen,

pestisida, herbisida, insektisida, nitrit, nitrat, migrasi komponen kemasan plastik, residu antibiotik, aditif kimia, dan logam berat beracun (Pearson dan Dutson 1995; Tompkin 1995). Hasil penelitian menunjukkan bahwa kontaminasi fisik berasal dari tubuh ternak yang terbawa dari lokasi sebelumnya, seperti gelas, logam, batu, ranting, hama, dan pasir, yang berpengaruh terhadap mutu fisik. Kontaminasi biologis disebabkan oleh aktivitas mikroorganisme yang berasal dari air dan tangan operator serta lingkungan sekitarnya, seperti bakteri, fungi, virus, parasit, protozoa, ganggang, dan toksin yang dapat merusak mutu karkas ayam (NACMCF 1992; Abubakar dan Widaningrum 2006).

Harapan ke Depan

Upaya peningkatan mutu karkas ayam harus mengacu pada prinsip ASUH (aman, sehat, utuh, dan halal). Karkas ayam yang aman tidak mengandung penyakit dan atau residu bahan kimia yang dapat menyebabkan terganggunya kesehatan manusia. Karkas ayam sehat mengandung zat yang berguna bagi tubuh. Karkas ayam utuh tidak dicampur dengan bagian lain dari hewan tersebut atau bagian hewan lain. Karkas ayam halal harus berasal dari ayam yang disembelih sesuai dengan syariat Islam (Margie Groups 2008). Prinsip ASUH adalah mencegah dan melindungi produk dari pemalsuan.

Jaminan mutu merupakan suatu jaminan bahwa produk akan dibeli konsumen dengan penuh kepercayaan dan digunakan terus-menerus dalam jangka waktu lama dengan penuh keyakinan dan kepuasan (Juran 1988). Jaminan mutu didasarkan pada aspek *tangibles* (hal-hal yang dapat dirasakan dan diukur), *reliability* (keandalan), *responsiveness* (tanggap), *assurancy* (rasa aman dan percaya diri), dan *emphaty* (keramah-tamahan) (NACMCF 1992; Suratmono 2005). Dengan adanya peningkatan mutu dan keamanan karkas ayam diharapkan jangkauan pasarnya lebih luas.

TEKNOLOGI PENINGKATAN MUTU DAN KEAMANAN KARKAS AYAM

Karkas ayam mudah dan cepat rusak karena mengandung air 65-70%, protein 19-22%, lemak 10-12%, dan mineral 1-2%, yang mudah bereaksi, terdegradasi, mendorong aktivitas enzim, serta merupakan media yang baik untuk perkembangan mikroba (Zweigert 1991). Tipe kerusakan produk bergantung pada komposisi, struktur, tipe mikroba, dan kondisi penyimpanan produk (Carpenter dan Sandra 1989; Moye 1991; Winarno dan Surono 2002). Beberapa faktor yang memengaruhi kerusakan, mutu, dan keamanan karkas ayam adalah air, suhu, oksigen, zat gizi, organisme pembusuk, dan

zat penghambat pertumbuhan. Oleh karena itu, telah dilakukan serangkaian penelitian pascapanen mulai dari penyembelihan, pencabutan bulu, pengeluaran organ dalam, pencucian, pendinginan, pengemasan, penyimpanan hingga transportasi untuk mengurangi tingkat kerusakan sehingga mutu dan nilai ekonomi karkas ayam meningkat.

Penyembelihan

Sebagian besar penyembelihan ayam di RPA tradisional belum mendapat sentuhan teknologi yang memadai, 74,5% di antaranya mengalami keterbatasan sarana dan tempat yang kurang memenuhi syarat, seperti tempat penyembelihan bersatu dengan tempat pencucian dan sebagian besar kurang memerhatikan sanitasi alat-alat pemotongan dan penanganan karkas sehingga menghasilkan karkas ayam yang bermutu rendah (Abubakar *et al.* 1991a). Untuk menghasilkan karkas ayam bermutu, sebelum ayam disembelih harus diistirahatkan selama 12-24 jam untuk menghindari stres pada ayam (Renwick dan Shane 1993; Soeparno 1994). Kondisi stres pada ayam mengakibatkan perubahan glikogen menjadi asam laktat sehingga pH daging turun menjadi 5-6, hal ini memberikan peluang bagi bakteri dan mikroorganisme lain untuk tumbuh subur yang dapat merusak daging (Forrest *et al.* 1975; Kotula dan Kathryn 1995).

Proses penyembelihan harus cepat dan pengeluaran darah sebanyak mungkin. Oleh karena itu, saat dan setelah penyembelihan, ayam harus digantung sebab arteri dan vena yang terpotong merupakan pintu saluran kontaminasi bakteri untuk masuk ke dalam tubuh ayam dan darah merupakan media yang baik bagi pertumbuhan mikroorganisme (Abubakar *et al.* 2000; Syamsul 2007, komuniksi pribadi).

Teknik penyembelihan ayam yang baik adalah memotong arteri karotis, vena jugularis, dan oesofagus sehingga darah keluar secara keseluruhan (3-4% dari bobot ternak) dan berlangsung 60-120 detik (bergantung pada besar kecilnya ternak) yang berdampak terhadap kebersihan dan kesehatan karkas ayam (Soeparno 1994; Abubakar *et al.* 2000; S.T. Soekarto 2007, komunikasi pribadi). Penyembelihan ayam yang dimasukkan ke dalam corong dan pencabutan bulu dengan tangan menghasilkan karkas terbaik (mutu I) dengan persentase tertinggi (66,7%), disusul oleh perlakuan pemotongan digantung dan pencabutan bulu dengan tangan (57,6%). Karkas mutu I yang diperoleh dari pemotongan menggunakan corong tidak banyak mengalami benturan sehingga mengurangi terjadinya memar dan ayam terlihat utuh dan bersih (Triyantini *et al.* 2000).

Teknik pencabutan bulu merupakan tahapan untuk mendapatkan karkas yang bersih dari kotoran dan bulu. Perendaman dalam air panas

pada temperatur 50-54°C selama 30-45 detik untuk ayam muda, atau pada suhu 55-58°C selama 45-90 detik untuk ayam tua, memudahkan pencabutan bulu serta menghasilkan kulit yang bersih, cerah, dan tidak mudah terkontaminasi bakteri (Waldroup 1993; Abubakar dan Budinuryanto 2003).

Kerugian akibat kerusakan fisik pada karkas selama penyembelihan ayam mencapai 10% (Abubakar dan Widaningrum 2006). Kerugian terbesar pada karkas terjadi akibat memar pada paha dan dada, terjadi 1-13 jam sebelum pemotongan (Abubakar dan Budinuryanto 2003). Faktor yang menyebabkan memar pada karkas ayam adalah terlalu padatnya tempat ayam, perlakuan kasar pada ayam saat pengangkutan/pemotongan, iritasi dan *cysts* pada dada, faktor genetis, penyumbatan pembuluh darah, *freezer burn*, *darkened bones,* dan *blackmelanin* (Raj Mohan 1995; Ensminger 1998).

Pengeluaran Organ Dalam dan Pencucian

Organ dalam ayam *(viscera)* merupakan tempat kotoran sehingga harus dikeluarkan. Proses pengeluaran organ dalam dimulai dari pengambilan tembolok, trakhea, hati, empedu, empedal, jantung, paru-paru, ginjal, usus, dan ovarium/testes. Setelah pengeluaran organ dalam, karkas dicuci dengan menggunakan air suhu 5-10°C dengan kadar klorin 0,5-1 ppm untuk menghindari dan menekan pertumbuhan bakteri, sehingga mutu dan keamanan karkas ayam tetap terjaga (Abubakar 2003).

http://server.litbang.deptan.go.id

Pengemasan dan Pendinginan

Karkas ayam mudah terkontaminasi mikroorganisme dari tempat penyembelihan, alat-alat, dan dari pekerja sehingga karkas cepat rusak. Untuk menghindari masuknya mikroorganisme pada karkas ayam, perlu dilakukan pengemasan dan pendinginan. Fungsi utama pengemasan adalah untuk melindungi karkas dari kerusakan yang terlalu cepat, baik kerusakan fisik, perubahan kimiawi maupun kontaminasi mikroorganisme, dan untuk menampilkan produk dengan cara yang menarik (Cunningham dan Cox 1987; Wiradarya 2005).

Untuk mencegah perkembangan bakteri, suhu karkas ayam sebelum dikemas maksimal 7-10°C, dengan bahan pengemas plastik yang tidak beracun, tidak bereaksi dengan produk, dan mampu mencegah terjadinya kontaminasi pada produk (Abubakar *et al.* 1995; Abubakar dan Budinuryanto 2003). Teknik pendinginan karkas ayam yang baik adalah menggunakan air bersuhu maksimal 4-5°C dengan total es yang dibutuhkan 1,5–2,0 kg/ekor ayam, waktu pendinginan 15-20 menit dan dalam waktu tidak lebih dari 8 jam setelah penyembelihan sehingga kondisi fisik, kimia,

dan mikrobiologis karkas ayam tetap baik (Forrest *et al*. 1975; Abubakar *et al*. 1995; Abubakar dan Triyantini 2005).

Penyimpanan

Beberapa faktor yang dapat memengaruhi mutu karkas saat penyimpanan adalah suhu, tingkat kebersihan karkas sebelum disimpan, tempat penyimpanan, cara pemotongan/penanganan, dan bahan pengemas (Abubakar *et al*. 1994, Abubakar *et al*. 1995). Supaya karkas ayam tidak mudah rusak, rasa dan nilai gizinya dapat dipertahankan, teknik penyimpanan bertujuan untuk melindungi konsumen dari berbagai reaksi senyawa yang dikandung karkas ayam akibat kontaminasi mikroba patogen yang dapat meracuni konsumen (Franco 1995; Abubakar 2003).

Teknik penyimpanan karkas ayam yang baik adalah menggunakan suhu ruangan -4°C sampai 0°C, untuk mempertahankan dan melindungi karkas dari berbagai kontaminan berbahaya, mutu fisik dapat dipertahankan, mutu gizi tetap baik, dan dapat menekan pertumbuhan bakteri sehingga dapat memperpanjang daya simpan 1-3 bulan. Penyimpanan pada suhu 5-10°C, masa simpannya berkisar antara 7-10 hari (Abubakar *et al.* 1995). Jika penyimpanan pada suhu -10 sampai -18°C, masa simpan lebih lama, berkisar antara 3-6 bulan (Forrest *et al*. 1975; ICMSF 1988; Abubakar *et al.* 1995). Penyimpanan karkas dingin sebaiknya dibatasi dalam waktu yang relatif singkat karena adanya perubahan kerusakan sejalan dengan bertambahnya lama waktu penyimpanan (Blank dan Greg 1995).

http://sereal.litbang.deptan.go.id/

Transportasi

Pada umumnya lokasi produksi karkas ayam jauh dari konsumen. Jarak dan waktu tempuh berdampak terhadap perubahan sifat fisik, kimia, dan mikrobiologis sebagai indikator mutu dan keamanan pangan karkas ayam. Beberapa faktor yang dapat memengaruhi mutu dan keamanan karkas selama transportasi adalah kondisi karkas, alat transportasi, waktu tempuh, dan suhu ruangan/lingkungan. Dalam pengangkutan karkas ayam, kondisi karkas harus ASUH, alat transportasi yang digunakan harus tertutup (berupa boks) dan temperatur ruangan harus -4°C sampai 0°C, yang memungkinkan dapat menghambat pertumbuhan mikroorganisme selama transportasi (ICMSF 1988; Russell 1996).

KESIMPULAN DAN IMPLIKASI KEBIJAKAN

Kesimpulan

Kondisi mutu dan keamanan karkas ayam di Indonesia dewasa ini dan inovasi teknologi pascapanen berbasis HACCP adalah sebagai berikut:

(1) Pada sebagian besar peternakan rakyat, proses penyembelihan ayam masih tradisional sehingga karkas yang dihasilkan bermutu rendah dan belum sesuai dengan SNI.

(2) RPA tradisional tidak memiliki izin operasional, tidak sesuai dengan RUTR, menimbulkan polusi, aktivitas pemotongan tidak terkontrol dari aspek kesmavet, tidak ada labelisasi, karkas tidak dikemas, dan sebagian besar tidak melakukan penyimpanan dingin.

(3) Sanitasi RPA yang belum memenuhi syarat menyebabkan kandungan bakteri per gram daging melebihi ambang batas yang dipersyaratkan. Rendahnya mutu karkas ayam akibat kontaminasi kimia, fisika, dan mikrobiologis berbahaya bagi kesehatan manusia.

(4) Upaya peningkatan mutu karkas ayam harus berorientasi ASUH, yaitu aman, sehat, utuh, dan halal.

(5) Teknik penyembelihan ayam yang baik adalah dimasukkan ke dalam corong, memotong arteri karotis, vena jugularis, dan oesofagus. Pencabutan bulu dilakukan dengan cara perendaman ayam terlebih dulu dalam air panas bersuhu 50-54^{o}C selama 30-45 detik untuk ayam muda, dan pada suhu 55-58^{o}C selama 45-90 detik untuk ayam tua. Pencucian karkas ayam menggunakan air bersuhu 5-10^{o}C dengan kadar klorin 0,5-1 ppm. Suhu karkas ayam sebelum dikemas maksimal 7-10^{o}C, dengan bahan pengemas plastik yang tidak beracun, tidak bereaksi dengan produk dan mampu mencegah terjadinya kontaminasi pada produk.

(6) Teknik pendinginan karkas ayam adalah menggunakan air dengan temperatur maksimal 4-5^{o}C, waktu pendinginan 15-20 menit, dan tidak lebih dari 8 jam setelah penyembelihan ayam. Karkas ayam disimpan pada suhu ruangan -4^{o}C sampai 0^{o}C.

(7) Dalam pengangkutan karkas ayam, kondisi karkas harus ASUH, alat transportasi yang digunakan tertutup (berupa boks), dan temperatur ruangan -4^{o} sampai 0^{o}C.

Implikasi Kebijakan

(1) Sistem produksi karkas ayam yang bermutu memerlukan pengendalian yang intensif sejak praproduksi hingga pemasaran, melalui pengamatan (*surveilance*), pemantauan (*monitoring*), dan pemeriksaan (*inspection*).

http://pse.litbang.deptan.go.id/ips.kpl

(2) Diperlukan infrastruktur yang mantap, antara lain melalui perbaikan perangkat keras (misal program renovasi RPA), akreditasi, dan sertifikasi halal RPA sekaligus pemberian Nomor Kontrol Veteriner (NKV).

(3) Diperlukan penerapan perangkat pendukung berupa SK Menteri Pertanian tentang pemotongan unggas dan penanganan daging unggas serta hasil ikutannya, SK Dirjen Peternakan tentang petunjuk teknis pemberian NKV pada RPA dan tempat pemrosesan daging serta hasil ikutannya, serta pedoman penyembelihan ayam halal pada RPA dan tata cara sertifikasi.

DAFTAR PUSTAKA

Abubakar., C. H. Sirait, dan N. Cahyadi. 1991a. Kondisi rumah potong ayam di Pulau Jawa. Prosiding Seminar Pengembangan Peternakan dalam Menunjang Pembangunan Ekonomi Nasional, Purwokerto, 4 Mei 1991. Fakultas Peternakan Universitas Jenderal Soedirman, Purwokerto.

Abubakar, Triyantini, dan H. Setiyanto. 1991b. Kualitas fisik karkas ayam broiler (Studi kasus di empat ibukota Propinsi P. Jawa). Prosiding Seminar Pengembangan Peternakan dalam Menunjang Pembangunan Ekonomi Nasional, Purwokerto, 4 Mei 1991. Fakultas Pertanian Universitas Jenderal Soedirman, Purwokerto.

Abubakar. 1992. *Grading* karkas ayam broiler. Prosiding Seminar Nasional ISPI Cabang Bogor, 26-27 Januari 1992. Ikatan Sarjana Ilmu-Ilmu Peternakan Indonesia (ISPI), Bogor.

Abubakar, C.H. Sirait, dan N. Cahyadi. 1994. Standarisasi karkas broiler (Studi kasus di Medan, Lampung dan Denpasar). Prosiding Seminar Nasional Pengolahan dan Komunikasi Hasil-hasil Penelitian Peternakan, Semarang, 8-9 Februari 1994. Sub Balai Penelitian Ternak Klepu, Semarang.

Abubakar dan Wahyudi. 1994. Pengaruh pemotongan sebelum atau sesudah rigor mortis terhadap penampakan karkas broiler. Prosiding Seminar Nasional Sains dan Teknologi Peternakan, Bogor, 25-26 Januari 1994. Balai Penelitian Ternak, Bogor.

Abubakar, Triyantini, dan H. Setiyanto. 1995. Pengaruh suhu dan jenis kemasan plastik terhadap mutu karkas ayam selama penyimpanan. Prosiding Seminar Nasional Peternakan dan Veteriner, Bogor, 7-8 November 1995. Pusat Penelitian dan Pengembangan Peternakan, Bogor.

Abubakar, Triyantini, H. Setiyanto, Supriyati, Sugiarto, dan M. Wahyudi. 2000. Survei Potensi Ketersediaan Bulu Ayam, Cara Pengolahan dan Pemotongan Ternak Ayam di RPA. Laporan Penelitian. Balai Penelitian Ternak, Bogor.

Abubakar. 2003. Mutu karkas ayam hasil pemotongan tradisional dan penerapan sistem *Hazard Analysis Critical Control Point*. Jurnal Penelitian dan Pengembangan Pertanian 22(1): 22-25.

Abubakar dan D.C. Budinuryanto. 2003. Kinerja sistem keamanan, karakteristik aktivitas pemotongan dan penanganan karkas ayam di RPA tradisional, kaitannya dengan penerapan sistem *Hazard Analysis Critical Control Point* (HACCP). Prosiding Seminar Nasional Peternakan dan Veteriner, Bogor, 29-30 September 2003. Pusat Penelitian dan Pengembangan Peternakan, Bogor.

Abubakar. 2005. Keamanan pangan daging ayam akibat flu burung (avian influenza). Prosiding Seminar Nasional Teknologi Inovatif Pascapanen untuk Pengembangan Industri Berbasis Pertanian, Bogor, 7-8 September 2005. Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Pascapanen Pertanian, Bogor.

Abubakar dan Triyantini. 2005. Penerapan teknologi pascapanen untuk meningkatkan nilai tambah hasil ternak mendukung pengembangan usaha ternak di lahan kering. Prosiding Seminar Nasional Pengembangan Usaha Peternakan Berdaya Saing di Lahan Kering, Yogyakarta, 2 Juni 2005. Kerjasama Fakultas Peternakan Universitas Gadjah Mada dan Pusat Penelitian dan Pengembangan Peternakan, Bogor.

Abubakar. 2006. Mutu dan keamanan pangan produk dan olahan hasil ternak unggas. Prosiding Seminar Nasional PATPI, Yogyakarta, 2-3 Agustus 2006. Kerjasama PATPI dengan Jurusan Teknologi Pengolahan Hasil Pertanian Universitas Gadjah Mada, Pusat Studi Pangan dan Gizi-UGM.

Abubakar dan Widaningrum. 2006. Penetapan CCP (*critical pontrol point*) proses pemotongan ayam di RPA tradisional untuk meningkatkan mutu dan keamanan pangan karkas ayam. Prosiding Seminar Nasional PATPI, Yogyakarta, 2-3 Agustus 2006. Kerja sama PATPI dengan Jurusan Teknologi Pengolahan Hasil Pertanian Universitas Gadjah Mada, Pusat Studi Pangan dan Gizi-UGM.

Abubakar. 2007. Karakteristik fisik, kimiawi dan mikro biologis karkas ayam terindikasi dari ayam tiren. Prosiding Seminar Nasional PATPI, Bandung, 17-18 Juli 2007. Kerja sama PATPI dengan Jurusan Teknologi Industri Pertanian Universitas Padjadjaran (Unpad), Teknologi Pangan Universitas Pasundan dan Sekolah Tinggi Pertanian, Bandung.

http://perpustakaan.litbang.deptan.go.id/repository/repo-ekp/

AMIF (American Meat Institut Foundation). 1994. HACCP: The Hazard Analysis Critical Control Point in the Meat and Poultry Product. HACCP Manual. Washington, DC.

Anonymous. 1996. Generic HACCP Model for Poultry Slaughter. HACCP Manual. Washington, DC.

Bauman, H.E. 1990. HACCP: Concept, development and aplication. J. Food Technol. 44(5): 156-158.

Blank and Greg. 1995. Microbiological and hydraulic evaluation of immersion chilling for poultry. J. Food Prot. 58: 1380-1385.

Carpenter and Sandra. 1989. Factors affecting the persistence of *Salmonella* during the Processing of Poultry. J. Food Prot. 52: 829-832.

Cunningham, F.E and N.A. Cox. 1987. The Microbiology of Poultry Meat Product. Academic Press Inc., San Diego, New York.

Ensminger. 1998. Poultry Science. The Interstate Printer and Publisher Inc., Denvile.

Forrest, J.C, E.D. Aberle, H.B. Hendrick, M.D. Judge, and R.A. Merkel. 1975. Principles of Meat Science. W.H. Freeman and Co., San Fransisco.

Franco, C.M. 1995. Determination of the principal sources of *Listeria* spp. contamination in poultry meat and poultry processing plant. J. Food Prot. 58:1320-1325.

ICMSF (International Commission on Microbiological Specification for Foods). 1988. HACCP in Microbiological Safety and Quality. Blackwell Scientific Publications, New York.

Juran, J.M. 1988. Quality Control Handbook. 4th ed. McGraw-Hill, New York.

Kotula and Kathryn. 1995. Bacterial contamination of broiler chickens before scalding. J. Food Prot. 58: 1386-1388.

Margie Group. 2005. Laporan Utama. Oktober No. 306. Margie Group, Jakarta.

Margie Group. 2008. Menciptakan Rumah Potong Unggas Hiegienis. Margie Group, Jakarta.

Moye, C.J. 1991. Poultry processing, an innovative technology for *Salmonella* control and shelf life extension. J. Food Aust. 43: 246-249.

NACMCF (The National Advisory Committee on Microbiological Criteria for Foods) . 1992. Hazard Analysis and Critical Control Point System. Int'l J. Microbiol. 16(1): 1-23.

NFPA (National Food Processors Association). 1993. Implementation of HACCP in a food processsing plant. J. Food Prot. 56(6): 548-554.

http://perpustakaan.litbang.deptan.go.id/

Notermans, S. 1994. The HACCP concept: Identification of potentially hazardous microorganisms. J. Food Microbiol. 11: 230-214.

Pearson and Dutson. 1995. HACCP in Meat, Poultry and Fish Processing. Blakie Academic & Professional, Glasgow.

Raj Mohan. 1995. Poultry slaughter. Meat Focus International. Marck 1995: 113-118.

Renwick and A. Shane. 1993. Variability an determination of carcass bacterial load at a poultry abbatoir. J. Food Prot. 56: 694-699.

Russell, S.M. 1996. Spoilage bacteria of fresh broiler chicken carcass. J. Poult. Sci. 75: 2041-2047.

Stevenson and Bernard. 1995. HACCP Establishing Hazard Analysis Critical Control Point Program, A Workshop Manual. The Food Processors Institute, Washington, DC.

Soeparno. 1994. Ilmu dan Teknologi Daging. Gadjah Mada University Press, Yogyakarta.

Suratmono. 2005. Keamanan pangan produk olahan berbasis produk ternak. Prosiding Lokakarya Nasional Keamanan Pangan Produk Peternakan, Bogor, 14 September. Pusat Penelitian dan Pengembangan Peternakan, Bogor

Tompkin, R.B. 1990. The use of HACCP in the production of meat and poultry product. J. Food Prot. 53(9): 795-803.

Tompkin, R.B. 1995. The Use of HACCP for Producing and Distibuting Processed Meat and Poultry Products. HACCP in Meat, Poultry and Seafoods. Chapman & Hall Inc.

Triyantini, Abubakar, R. Sunarlim, dan H. Setiyanto. 2000. Mutu karkas ayam hasil pemotongan berbeda. Prosiding Seminar Teknologi Peternakan dan Veteriner, Bogor, 18-19 September 2000. Pusat Penelitian dan Pengembangan Peternakan, Bogor.

Waldroup, A.L. 1993. Summary of work to control pathogens in poultry processing. J. Poult. Sci. 72: 1177-1179.

Winarno, F.G dan Surono. 2002. HACCP dan Penerapannya dalam Industri Pangan. Cetakan 2, M-BRIO Press, Bogor.

Wiradarya, T.R. 2005. Keamanan pangan produk peternakan ditinjau dari aspek pascapanen: permasalahan dan solusi. Prosiding Lokakarya Nasional Keamanan Pangan Produk Peternakan, Bogor, 14 September 2005. Pusat Penelitian dan Pengembangan Peternakan, Bogor.

Zweigert, P. 1991. Meat Science and Technology. The Science of Meat and Meat Product. W.H. Freeman & Co., San Francisco.

http://sel.litbang.deptan.go.id/

Konsep dan Penerapan Pemupukan Berimbang Rasional dan Spesifik Lokasi pada Padi Sawah

SUYAMTO

Balai Pengkajian Teknologi Pertanian Jawa Timur
Jalan Karangploso km 4, Kotak Pos 188, Malang 65101
E-mail: yamto@indo.net.id

ABSTRAK

Pupuk merupakan faktor produksi yang menentukan hasil padi. Pemberian pupuk pada tanaman padi, meskipun mengikuti prinsip pemupukan berimbang, pelaksanaannya belum tepat. Pemupukan berimbang sering diidentikkan dengan penggunaan pupuk majemuk NPK, terutama NPK 15:15:15. Pengertian pemupukan berimbang adalah pemberian pupuk yang menyebabkan hara di dalam tanah menjadi berimbang sesuai dengan kebutuhan tanaman. Acuan yang dipakai dalam penerapan pemupukan berimbang adalah konsep dan prinsip pengelolaan hara spesifik lokasi (PHSL), yaitu: (1) menetapkan target hasil realistis yang dapat dicapai pada musim tertentu, (2) memanfaatkan secara maksimal hara asli yang telah tersedia di tanah, dan (3) menambahkan pupuk untuk menutup defisit antara kebutuhan hara total dan ketersediaan hara asli di dalam tanah. Penelitian PHSL padi sawah di Indonesia telah menghasilkan prinsip dasar pemupukan hara spesifik lokasi yang berimbang dan rasional sebagai berikut: (1) pemberian awal pupuk NPK sesuai kebutuhan tanaman pada umur 14 hari setelah tanam atau 21 hari setelah tanam benih langsung, (2) pemberian pupuk N susulan atas dasar kebutuhan tanaman yang diukur dengan bagan warna daun (BWD), dan (3) pemberian pupuk K sesuai kebutuhan tanaman pada fase primordia atau awal pembentukan malai. Dalam pendekatan PHSL, peran pupuk organik sangat penting sebagai sumber hara, walaupun kandungan NPK relatif rendah. Penyediaan hara dari pemberian pupuk organik diperhitungkan sehingga mengurangi jumlah pupuk yang harus ditambahkan. Keperluan pupuk tanaman padi telah diuraikan dalam SK Menteri Pertanian tentang pedoman umum rekomendasi pemupukan NPK spesifik lokasi per kecamatan. PHSL telah didiseminasikan dalam bentuk poster, leaflet, CD (PuPS), dan *website*. Saat ini IRRI bekerja sama dengan Badan Litbang Pertanian sedang mengembangkan penerapan PHSL melalui android dan hape dalam bahasa Indonesia, Jawa, Sunda, Bali, dan Bugis. Kebijakan pengembangan pupuk majemuk NPK, seperti NPK 15:15:15, perlu diikuti dengan pengembangan pupuk tunggal, terutama N dan K. Pemupukan berimbang dapat menggunakan pupuk majemuk secara campuran fisik (*blending*) dengan formulasi yang fleksibel sesuai kebutuhan, dengan standardisasi yang ketat. Untuk itu, diperlukan dukungan kebijakan yang kondusif dan konsisten agar dapat menerapkan pemupukan berimbang secara benar, sehingga dapat diwujudkan peningkatan hasil dan kualitas padi, efisiensi pupuk, keuntungan usaha tani dan pendapatan petani, serta kelestarian lingkungan.

Kata kunci: padi sawah, pemupukan berimbang, rasional, pengelolaan hara, spesifik lokasi, kebutuhan hara, serapan hara, efisiensi pemupukan, pupuk organik

Unpad Repository

PENDAHULUAN

Kebutuhan pupuk terbesar (85%) di sektor pertanian di Indonesia adalah untuk tanaman padi yang terus meningkat. Hingga saat ini pupuk masih disubsidi oleh pemerintah, dan harganya terus meningkat. Krisis ekonomi pada tahun 1997/1978 berdampak terhadap penurunan kemampuan pemerintah untuk mensubsidi pupuk, sehingga harga pupuk pada saat itu naik dan bahkan sempat terjadi kelangkaan pupuk. Pemerintah kemudian mengambil kebijakan pintu terbuka bagi pengadaan, peredaran, dan penggunaan pupuk selain urea, SP36, ZA, dan KCl. Sejak saat itu, teknologi pupuk dan pemupukan berkembang pesat, demikian juga kreasi dan ide produsen pupuk. Jumlah produsen pupuk meningkat dan jenis pupuk yang beredar beragam, baik pupuk tunggal maupun majemuk. Namun, banyak produsen pupuk dan pihak terkait yang kurang mengindahkan teori dasar pupuk dan pemupukan. Jenis pupuk yang dipromosikan dapat meningkatkan hasil padi yang sangat tinggi, namun kenyataannya tidak terbukti di lapangan. Akibatnya, sering terjadi ketidaktepatan dalam pengambilan kebijakan dalam memproduksi jenis dan mutu pupuk.

Kebijakan dan cara-cara penerapan pupuk di lapangan juga kurang memerhatikan prinsip efisiensi pupuk dan hukum minimum Liebig. Konsep pemupukan berimbang yang maksudnya baik dan mulai diperkenalkan sebelum tahun 1990, hingga kini penerapannya masih kurang sesuai. Abdurachman *et al.* (2002) melaporkan bahwa sejak pemupukan berimbang dicanangkan, terjadi perubahan nyata dalam penggunaan pupuk pada padi sawah, baik jenis maupun jumlahnya, akibat pengertian yang salah tentang pemupukan berimbang. Pemupukan berimbang yang mestinya dapat membuat kondisi hara dalam tanah menjadi berimbang melalui penambahan jenis dan jumlah pupuk tertentu sesuai kebutuhan tanaman, diartikan secara salah, yaitu pemberian pupuk lengkap NPK dosis tinggi dan cenderung sama di semua lokasi. Pada tahun 1990-an, misalnya, terdapat kios pupuk di suatu wilayah yang menjual tiga jenis pupuk sekaligus (urea, TSP, dan KCl) dalam satu kemasan dengan perbandingan tertentu sesuai saran Dinas Pertanian setempat (pengamatan pribadi). Pengertian yang salah masih terjadi hingga saat ini, antara lain dengan diproduksinya pupuk majemuk NPK dengan kandungan N, P, dan K yang sama dan diberikan dalam dosis yang relatif sama di semua lokasi. Saat ini pupuk majemuk NPK disubsidi oleh pemerintah dan masuk sebagai paket bantuan pemerintah dalam program peningkatan produksi tanaman pangan, khususnya padi. Penerapan pemupukan berimbang dengan pengertian yang kurang tepat dan cenderung identik dengan pemberian pupuk majemuk justru merupakan pemborosan penggunaan pupuk.

Suyamto (2002) menyarankan agar pengertian pemupukan berimbang yang salah kaprah tersebut diubah menjadi "pemupukan rasional spesifik

lokasi" yang didasarkan atas kebutuhan hara tanaman dan tingkat kesuburan/kemampuan tanah menyediakan hara. Sementara itu, Setyorini dan Abdulrachman (2008) mengatakan bahwa yang dimaksud dengan pemupukan berimbang adalah pemberian pupuk ke dalam tanah untuk mencapai status semua hara esensial seimbang sesuai kebutuhan tanaman dan optimum untuk meningkatkan produksi dan mutu hasil, meningkatkan efisiensi pemupukan dan kesuburan tanah, serta menghindari pencemaran lingkungan. Dengan kata lain, pemupukan berimbang adalah pemenuhan hara yang berimbang di dalam tanah, dan bukan berimbang dalam bentuk, jenis, dan jumlah pupuk yang diberikan.

Dengan semakin tingginya harga pupuk dan semakin beratnya beban pemerintah dalam memberikan subsidi pupuk, sementara lebih dari 85% penggunaan pupuk adalah untuk tanaman padi, maka diperlukan reorientasi kebijakan pupuk dan pemupukan menuju peningkatan efisiensi dan penghematan pupuk pada tanaman padi. Penerapan pemupukan berimbang semestinya mengacu pada prinsip dan pengertian yang benar, yaitu pemupukan berimbang yang rasional dan spesifik lokasi. Tulisan ini membahas konsep dan prinsip dasar pengelolaan hara spesifik lokasi sebagai pedoman dalam penerapan pemupukan berimbang yang rasional dan spesifik lokasi pada tanaman padi sawah.

http://perpustakaan.litbang.deptan.go.id/repository/index.php/repository/perpustakaan/

KEBUTUHAN DAN SERAPAN HARA

Tanaman untuk dapat tumbuh dan berkembang secara normal memerlukan jenis dan jumah unsur hara tertentu. Menurut Mengel dan Kirby (1987), tanaman memerlukan 16 unsur hara esensial yang terdiri atas hara makro (C, H, O, N, P, K, S, Ca, Mg) dan mikro (Fe, Mn, Cu, Zn, Mo, B, Cl). Unsur Na, Si, dan Co belum dikategorikan sebagai hara esensial karena tidak semua tanaman memerlukan hara tersebut. Pengertian hara esensial adalah: (1) tanpa hara tersebut tanaman tidak dapat tumbuh normal, (2) hara terlibat langsung dalam proses metabolisme, (3) bila hara kurang, siklus hidup tanaman tidak lengkap dan menunjukkan gejala defisiensi yang spesifik, dan (4) hara esensial tidak dapat digantikan fungsinya oleh hara lain. Setiap hara esensial memiliki peran dan fungsi masing-masing secara spesifik, baik langsung maupun tidak langsung, dalam proses metabolisme tanaman, seperti fotosintesis dan respirasi.

Agar dapat diserap oleh tanaman melalui akar, hara harus dalam bentuk ion anorganik dalam larutan tanah, kecuali C dan O yang diserap dari atmosfer melalui stomata daun. Hara dalam bentuk organik tidak terlarut dalam larutan tanah dan tidak dapat langsung diserap oleh akar tanaman sehingga harus mengalami proses mineralisasi terlebih dulu menjadi

anorganik (Pittaway 2002). Hara N, terutama di tanah tergenang dalam bentuk NH_4 dan di lahan kering dalam bentuk NO_3. Tanaman padi sawah menyerap NH_4 sebesar 5-20 kali lebih banyak dibanding NO_3. Ilmu-ilmu dasar semacam ini sangat penting dan perlu digunakan sebagai dasar dalam pengembangan teknologi pupuk dan pemupukan.

Konsep peningkatan efisiensi pupuk melalui pemupukan berimbang pada dasarnya mengacu pada hukum minimum Liebig, konsep yang menyatakan bahwa tanaman pada dasarnya menyerap hara pada rasio tertentu yang definitif. Tanaman akan tumbuh normal apabila kandungan hara esensial berada dalam keadaan cukup dan berimbang sesuai kebutuhan tanaman. Kekurangan salah satu hara esensial menyebabkan pertumbuhan tanaman tidak normal. Hukum minimum Liebig menyatakan bahwa tingkat hasil tanaman ditentukan oleh ketersediaan hara yang paling minimum. Contoh implikasinya adalah, untuk memperbaiki pertumbuhan dan hasil tanaman yang kahat salah satu hara cukup dengan menambah hara yang kurang tersebut, dan tidak perlu menambah hara yang lain karena tidak akan bermanfaat. Dengan menambah satu unsur yang kurang saja maka kondisi hara di dalam tanah telah menjadi berimbang sesuai kebutuhan tanaman, dan cara ini dapat disebut dengan pemupukan berimbang. Sebagai ilustrasi dapat digambarkan beberapa reaksi sederhana sebagai berikut:

http://sdlevelib/pse.go.id

Reaksi 1 : $4\ H_2 + 10\ O_2 \rightarrow 4\ H_2O + 8\ O_2$

Reaksi 2 : $20\ H_2 + 10\ O_2 \rightarrow 20\ H_2O$

Reaksi 3 : $26\ H_2 + 10\ O_2 \rightarrow 20\ H_2O + 6\ H_2$

Pada reaksi 1, unsur H_2 sebagai faktor pembatas dan terjadi kelebihan 8 O_2 yang tidak bermanfaat, dan agar menjadi seimbang perlu ditambahkan 16 H_2 sehingga terjadi reaksi seperti reaksi 2 (rasio optimal 2 : 1). Sebaliknya, pada reaksi 3, unsur O_2 sebagai faktor pembatas dan terjadi kelebihan 6 H_2 yang tidak bermanfaat. Agar seimbang dan mencapai rasio optimal, maka cukup ditambah 3 O_2 dan tidak perlu menambah dua-duanya, yaitu H_2 dan O_2 secara bersamaan.

Sejalan dengan konsep dan ilustrasi tersebut, tanaman padi menyerap hara dalam jumlah dan perbandingan tertentu yang definitif, sesuai dengan kebutuhan untuk mencapai pertumbuhan dan hasil optimal. Penelitian di Filipina menunjukkan bahwa serapan hara N, P, dan K pada tanaman padi varietas IR8 untuk menghasilkan 7,9 t/ha gabah berturut-turut adalah 16,2, 2,8, dan 16,2 kg untuk setiap ton gabah dan jerami yang dihasilkan (rasio serapan N:P:K = 5,7:1:5,6). Hal serupa terjadi pada penelitian di Jepang, di mana tanaman padi yang menghasilkan 12,7 t/ha gabah menyerap hara N, P, dan K berturut-turut 16,2, 2,5, dan 19,8 kg/t gabah dan jerami (rasio serapan N:P:K = 6,43:1:7,84). Penelitian lain mendapatkan bahwa serapan N, P, dan

K varietas unggul baru padi berturut-turut adalah 17,5, 3,0, dan 17,0 kg/t gabah dan jerami atau rasio serapan N:P:K = 5,8:1:5,6 (Dobermann dan Fairhurst 2000).

Dari ketiga hasil penelitian tersebut terlihat bahwa dari setiap ton gabah dan jerami yang dihasilkan, tanaman padi menyerap hara 16-17 kg N, 2,5-3,0 kg P, dan 16-17 kg K, dengan rasio 6:1:6. Jumlah hara yang diserap berhubungan dengan tingkat hasil yang dicapai, sedangkan rasio serapan hara menunjukkan kondisi perimbangan tertentu dari kandungan hara yang tersedia dan diserap oleh tanaman. Mengel dan Kirkby (1987) menyatakan bahwa rasio serapan hara tanaman berkorelasi dengan kebutuhan hara tanaman, dan dapat digunakan sebagai dasar untuk menghitung takaran dan rasio pupuk yang diberikan. Pemahaman yang harus dipakai sebagai dasar dalam memproduksi jenis pupuk, tunggal atau majemuk, adalah kandungan dan proporsi tiap unsur hara dalam pupuk majemuk, dan penerapan pemupukan berimbang yang benar sehingga efisien, rasional, dan bersifat spesifik lokasi sesuai dengan kebutuhan tanaman.

PENGELOLAAN HARA SPESIFIK LOKASI

Tahapan penyusunan rekomendasi pupuk menurut (Corey 1972) adalah sebagai berikut: (1) rekomendasi umum untuk semua daerah yang luas, tanpa mempertimbangkan perbedaan tanah, (2) rekomendasi umum untuk setiap zona agroklimat dan/atau kelompok tanah, (3) rekomendasi atas dasar uji tanah, namun kajian kalibrasinya berlaku untuk semua jenis tanah, (4) rekomendasi atas dasar uji tanah dengan kalibrasi lapangan pada setiap sistem/satuan iklim-tanah-tanaman, dan (5) rekomendasi atas dasar uji tanah dan tanaman dengan kalibrasi lapangan pada setiap sistem/satuan iklim-tanah-tanaman. Teknologi dan alat bantu untuk menerapkan tahapan 4 dan 5 telah tersedia, namun penerapan rekomendasi pemupukan di lapangan hingga saat ini umumnya masih pada tahap 2 atau 3. Pemupukan berimbang dalam rangka peningkatan efisiensi dan efektivitas pupuk pada tanaman padi kini telah menggunakan teknologi yang dikenal dengan pengelolaan hara spesifik lokasi (PHSL).

Pada dasarnya pendekatan PHSL digunakan karena pertumbuhan dan kebutuhan tanaman akan hara sangat dipengaruhi oleh iklim, tanah, dan kondisi lingkungan tumbuh lainnya. Tanah berbeda antarlokasi, musim, dan tahun. Target dari penggunaan PHSL adalah: (1) peningkatan hasil padi per unit hara/pupuk, (2) peningkatan hasil padi secara absolut, (3) pengurangan risiko kerusakan karena hama/penyakit, dan (4) peningkatan keuntungan usaha tani. Prinsip PHSL adalah "memberi makan" tanaman padi dengan hara yang sesuai kebutuhan guna memperoleh hasil tinggi dengan

http://balittanah.litbang.deptan.go.id/

penggunaan hara yang optimal dari sumber alami (*indigenous*) dalam tanah. Kebutuhan tanaman akan tambahan hara melalui pupuk (misal N, P, dan K) dihitung dari selisih antara kebutuhan hara total tanaman untuk mencapai hasil tinggi yang diharapkan dikurangi dengan kemampuan penyediaan hara dari sumber alami yang berasal dari tanah, sisa tanaman, pupuk hijau, air irigasi, dan sebagainya (Dobermann *et al.* 2004). Semakin tinggi hasil yang diharapkan, semakin tinggi pula kebutuhan hara. Semakin tinggi penyediaan hara dari sumber alami di dalam tanah, semakin rendah tambahan hara dari pupuk yang harus ditambahkan. Jenis dan jumlah hara yang ditambahkan dari pupuk bergantung pada keberadaan, jumlah, dan keseimbangan hara dari sumber alami di tanah tersebut.

Menurut Buresh *et al.* (2006), penerapan prinsip dan pendekatan PHSL pada tanaman padi sawah dapat dilakukan dengan mengikuti tiga tahapan sebagai berikut: (1) penetapan target hasil realistis yang dapat dicapai; (2) penggunaan hara yang sudah tersedia dari sumber alami dalam tanah secara efektif; dan (3) penggunaan tambahan pupuk untuk menutup kekurangan hara antara kebutuhan tanaman (bergantung pada target hasilnya) dan penyediaan hara dari sumber alami dalam tanah.

http://pse.litbang.deptan.go.id/ppsekp/

Target Hasil Realistis

Target hasil realistis yang dapat dicapai pada musim tanam tertentu digunakan untuk menghitung kebutuhan hara yang diperlukan oleh tanaman. Beberapa kriteria yang digunakan untuk menetapkan target hasil realistis adalah: (1) berdasarkan rata-rata hasil yang dicapai 3-5 tahun sebelumnya pada musim yang sama di lokasi yang sama, ditambah 10-20%, (2) tidak lebih dari 80% dari potensi hasil yang dicapai pada tingkat penelitian, dan (3) bila tidak tersedia data tersebut dapat dipilih dari hasil tertinggi yang pernah dicapai petani di daerah itu. Karena rata-rata hasil padi berbeda antarmusim (MH, MK1, dan MK2) maka penetapan target hasil disesuaikan dengan musim tanamnya.

Pasokan Hara Alami

Serapan hara oleh tanaman padi dari sumber alami (berasal dari tanah) dapat diperkirakan dari hasil gabah dari plot yang tidak diberi tambahan pupuk pada uji petak omisi hara. Pasokan hara alami N, P, dan K diketahui dari tiga petak omisi hara, yaitu: (1) hasil gabah pada plot tanpa N namun dipupuk P dan K, (2) hasil gabah pada plot tanpa P namun ditambah N dan K, dan (3) hasil gabah pada plot tanpa K namun dipupuk N dan P. Sebagai kontrol ditambah satu plot yang dipupuk lengkap NPK.

Kebutuhan Pupuk Tambahan

Tambahan hara (NPK) asal pupuk yang dibutuhkan tanaman dihitung dari jumlah hara total yang diserap tanaman untuk mencapai target hasil realistis yang diinginkan, dikurangi dengan jumlah hara yang diperoleh dari sumber alami di dalam tanah (langkah kedua).

KONSEP DASAR PENGELOLAAN HARA BERIMBANG

Hasil tanaman padi sangat ditentukan oleh cara pengelolaan tanaman, pengelolaan hama dan penyakit, serta pengelolaan hara dan air. Dari aspek pengelolaan hara, hasil optimum dapat dicapai hanya apabila hara tersedia dalam jenis dan jumlah yang sesuai dan diberikan pada waktu yang tepat untuk memenuhi kebutuhan tanaman selama pertumbuhannya. Pengelolaan hara yang efektif dan efisien dimaksudkan untuk: (1) memaksimalkan penyerapan hara oleh tanaman dari pupuk dan sumber hara dalam tanah, (2) memanfaatkan sebaik mungkin hara yang tersedia dalam jerami dan sisa tanaman lainnya, (3) menggunakan pupuk anorganik seperlunya untuk mengatasi kekurangan hara tertentu, (4) meminimalkan risiko gagal panen dengan menetapkan tingkat hasil realistis dan menggunakan pupuk secara efisien dan berimbang, dan (5) memaksimalkan keuntungan usaha tani.

Untuk dapat menerapkan pengelolaan hara berimbang, di samping PHSL, perlu juga memahami beberapa konsep dasar sebagai berikut (Fairhurst *et al*. 2007).

http://balittanah.litbang.deptan.go.id/

Neraca Hara

Neraca hara (B) atau jumlah hara yang masuk-keluar pada lahan sawah dapat diperkirakan dengan menggunakan persamaan:

$$B = M + A + W + N_2 - C - PS - G \text{ (semuanya dalam satuan kg hara/ha)}$$

Sebagai masukan hara meliputi M = sumber hara yang ditambahkan (organik dan anorganik), A = hara dari atmosfer (hujan, debu), W = hara dari air irigasi, air limpahan, dan endapan (hara terlarut dan tersuspensi), dan N_2 = nitrogen yang ditambat secara hayati. Sebagai keluaran hara adalah C = hara yang diangkut ke luar dalam bentuk gabah dan jerami (total serapan hara dikurangi sisa tanaman yang kembali ke tanah), PS = kehilangan hara karena perkolasi dan rembesan, dan G = total kehilangan N dalam bentuk gas melalui denitrifikasi dan penguapan NH_3.

Pasokan Hara Asli Tanah dan Hara Berimbang

Pasokan hara asli tanah adalah jumlah hara tertentu yang tersedia dari berbagai sumber yang terdapat dalam tanah. Sesuai prinsip PHSL, hara asli tanah harus dimanfaatkan semaksimal mungkin terlebih dahulu. Kondisi pasokan hara dalam tanah dapat diketahui secara praktis dengan mengacu pada hasil tanaman padi pada kondisi hara terbatas dan tidak ada tambahan dari luar yang dapat diukur melalui petak omisi. Hasil gabah dengan N terbatas dapat diketahui dari petak omisi yang dipupuk P dan K tanpa N. Hasil gabah pada kondisi P terbatas dapat diketahui dari petak omisi yang dipupuk N dan K tanpa P. Sementara hasil gabah pada kondisi K terbatas diperoleh dari petak omisi yang dipupuk N dan P tetapi tidak dipupuk K.

Pemupukan berimbang berarti memberi tanaman dengan hara yang tidak cukup tersedia dalam tanah dalam jumlah yang tepat sesuai kebutuhan tanaman untuk mencapai target hasil realistis yang ditentukan. Seperti telah diuraikan di depan, nisbah optimal N:P:K pupuk yang perlu diberikan bersifat spesifik lokasi karena bergantung pada tingkat hasil dan pasokan masing-masing hara tersebut dalam tanah. Apabila pertumbuhan tanaman ditentukan hanya oleh pasokan hara, keseimbangan hara optimal tercapai ketika pertanaman padi menyerap 15 kg N, 2,6 kg P, dan 15 kg K dalam setiap ton gabah dan jerami yang dihasilkan.

http://serverlib/pustaka/

Efisiensi Penggunaan Pupuk

Apabila pasokan hara dari luar (pupuk) akan dilakukan, maka perlu diperhatikan efisiensi pemupukan atau efisiensi penggunaan pupuk. Hal ini penting karena akan menentukan jumlah dan perbandingan hara yang akan ditambahkan melalui pemupukan. Fairhurst *et al.* (2007) menyatakan bahwa penggunaan pupuk akan menjadi efisien apabila: (1) sebagian besar pupuk yang diberikan dapat diserap tanaman, sering disebut dengan efisiensi penyerapan (EP), dan (2) terdapat peningkatan hasil yang besar untuk setiap kg pupuk yang diberikan, sering disebut dengan efisiensi agronomis (EA). Efisiensi penyerapan N, misalnya, dapat dihitung dengan mengukur serapan N dalam tanaman yang dipupuk N, dikurangi dengan serapan N dalam tanaman yang tidak dipupuk N (kg/ha), dibagi dengan pupuk N yang diberikan (kg/ha), kemudian dikali 100%. Efisiensi agronomis N dapat dihitung dengan mengukur hasil gabah yang dipupuk N dikurangi dengan hasil gabah yang tidak dipupuk N (kg/ha), dibagi dengan pupuk N yang diberikan (kg/ha). Hasil penelitian Dobermann *et al.* (2004) menunjukkan nilai optimal efisiensi agronomis N di tingkat petani berkisar antara 18-25 kg/kg. Artinya, setiap kg pupuk yang ditambahkan mampu memberikan tambahan hasil gabah dan jerami sebanyak 18-25 kg. Nilai 25 biasanya dicapai pada pengelolaan tanaman optimal dan iklim yang mendukung (radiasi matahari tinggi), sedang nilai 18-20 dicapai pada pengelolaan tanaman

optimal namun kondisi iklim kurang menguntungkan (radiasi matahari rendah). Kedua macam efisiensi tersebut dapat dimaksimalkan apabila: (1) jumlah pupuk yang diberikan memperhitungkan jumlah hara yang telah tersedia dalam tanah, (2) pertanaman diberi pasokan semua hara yang dibutuhkan tanaman secara seimbang, (3) pupuk ditempatkan sedemikian rupa sehingga dapat diserap tanaman sebanyak mungkin, (4) pupuk N diberikan sesuai perubahan status N tanaman selama pertumbuhan dengan menggunakan bagan warna daun (BWD), (5) penggunaan benih bermutu tinggi dari varietas unggul yang sesuai, (6) pemeliharaan tanaman optimal sesuai rekomendasi (menerapkan prinsip pengelolaan tanaman terpadu/ PTT), dan (7) bebas serangan hama/penyakit (menerapkan prinsip PHT). Abdurachman *et al.* (2002) menjelaskan cara menghitung kebutuhan pupuk NPK pada tanaman padi sawah atas dasar prinsip PHSL dengan rumusan umum, yaitu total serapan hara dalam gabah dan jerami untuk mencapai target hasil realistis tertentu, dikurangi jumlah hara yang dapat disediakan secara alami dari dalam tanah dibagi dengan efisiensi agronomis.

IMPLEMENTASI PHSL SEBAGAI PEDOMAN PEMUPUKAN BERIMBANG

Dari berbagai hasil penelitian dan diskusi dengan Buresh *et al.* (2006) dirumuskan prinsip dasar implementasi PHSL pada tanaman padi sawah: (1) pemberian awal pupuk NPK disesuaikan dengan kebutuhan tanaman pada 14 hari setelah tanam (HST) atau 21 hari setelah tanam benih langsung (HSS), (2) pemberian pupuk N susulan didasarkan atas kebutuhan tanaman yang diukur dengan BWD, dan (3) pemberian pupuk K disesuaikan dengan kebutuhan tanaman pada saat awal pembentukan malai. Prinsip dasar tersebut dapat digunakan sebagai acuan pemupukan berimbang yang rasional dan spesifik lokasi pada tanaman padi sawah di Indonesia.

Pemupukan NPK Awal

Tanaman padi muda umur 14 HST atau 21 HSS memerlukan: (1) N dalam jumlah sedang karena pertumbuhan dan serapan N masih lambat, (2) semua kebutuhan P untuk pertumbuhan akar dan anakan, (3) 50% atau lebih kebutuhan K, (4) pupuk S apabila tanah mengalami kekurangan S sesuai kebutuhan tanaman, dan (5) hara mikro seperti Zn apabila tanah kekurangan Zn. Arahan umum yang dapat diberikan untuk pemupukan awal N tersebut adalah: (1) pemberian 20-30 kg N/ha pada lokasi/musim dengan respons hasil terhadap pupuk N sebesar 1-3 t/ha, (2) pemberian 25-30% dari total pemberian N apabila respons hasil terhadap pupuk N >3 t/ ha, (3) mengurangi dosis pupuk N apabila telah menggunakan pupuk

organik/kompos, dan (4) tidak menggunakan BWD karena tanaman masih kecil sehingga kurang akurat. Pemberian awal pupuk N dapat dilakukan kapan saja sepanjang masih kisaran umur 14 HST atau 21 HSS. Pemberian awal pupuk N dapat dikombinasikan dengan pupuk P dan K menggunakan pupuk majemuk NPK atau pupuk tunggal. Berdasarkan berbagai penelitian PHSL disusun acuan dosis pemberian pupuk N pada padi sawah seperti pada Tabel 1.

Respons tanaman padi terhadap pemupukan P dan K di lahan sawah intensif umumnya rendah. Buresh *et al.* (2010) menyebutkan bahwa dari 525-531 titik pengamatan di lahan sawah irigasi, tambahan hasil padi akibat pemberian pupuk P dan K rata-rata rendah, berturut-turut hanya 9% dan 12%. Rekomendasi dosis pemupukan P dapat ditentukan melalui dua pendekatan, yaitu teknik petak omisi hara dan status hara dalam tanah yang diketahui dari perangkat uji tanah sawah (PUTS). Kedua pendekatan tersebut sempat diperdebatkan oleh para ahli pemupukan di Indonesia. Walaupun tidak terdapat tambahan hasil akibat pemupukan P (diketahui dengan teknik petak omisi hara) atau pada status hara P dalam tanah tinggi (diketahui dengan PUTS), pupuk P perlu diberikan sebagai pemeliharaan.

Buresh *et al.* (2006) membandingkan dua pendekatan tersebut untuk menghitung dosis kebutuhan pupuk P pada tanaman padi, dan ternyata sebanding. Bila status hara P dalam tanah tinggi, dosis P_2O_5 yang harus ditambahkan untuk mencapai target hasil 5 t dan 7 t/ha berturut-turut sebesar 18 kg dan 27 kg/ha. Bila menggunakan petak omisi hara, artinya sama dengan tidak ada respons tambahan hasil akibat pemberian P, dosis P_2O_5 yang disarankan untuk mencapai target hasil 5 t dan 7 t/ha berturut-turut 20 kg dan 30 kg/ha (2-3 kg/ha lebih banyak dibanding dengan pendekatan status hara). Dosis serupa juga dihitung untuk status hara P medium (27 kg P_2O_5/ha untuk hasil 5 t/ha dan 36 kg P_2O_5/ha untuk hasil 7 t/ha), sebanding dengan dosis P_2O_5 bila terdapat respons tambahan

Tabel 1. Acuan dosis pupuk N berdasarkan respons hasil padi terhadap pupuk N dan tingkat efisiensi agronomis N (EAN) yang berbeda.

Respons hasil terhadap pupuk N (t/ha)	Dosis pupuk N (kg/ha)	
	EAN = 20	EAN = 25
1	50	40
2	100	80
3	150	120
4	200	160
5	250	200

Sumber : Buresh *et al.* (2006).

hasil 1 t/ha akibat pemupukan P pada petak omisi hara (25 kg P_2O_5/ha untuk hasil 5 t/ha dan 35 kg P_2O_5/ha untuk hasil 7 t/ha). Demikian juga pada status hara P rendah (36 kg P_2O_5/ha untuk hasil 5 t/ha dan 45 kg P_2O_5/ha untuk hasil 7 t/ha), sebanding dengan dosis P_2O_5 yang disarankan bila terjadi respons tambahan hasil 2 t/ha akibat pemberian pupuk P yang diperoleh dari petak omisi (40 kg/ha untuk hasil 5 t/ha dan 7 t/ha). Berdasarkan berbagai penelitian dan perhitungan tersebut, dihasilkan acuan dosis rekomendasi pemupukan P untuk pemeliharaan 4-5 kg P_2O_5/ha untuk setiap ton hasil gabah yang diharapkan pada musim tertentu. Bila hasil yang ditargetkan 7 t/ha, maka dosis pupuk P yang dianjurkan adalah 28-35 kg P_2O_5/ha.

Rekomendasi pemupukan K harus memperhitungkan cara pengelolaan jerami karena sekitar 80% K yang diserap tanaman padi berada di dalam jerami. Kebutuhan pupuk K dapat dihitung dengan dua cara seperti pada pupuk P, namun harus memperhitungkan pengelolaan jerami. Berbagai penelitian dan prinsip dasar PHSL menghasilkan acuan rekomendasi pemupukan seperti yang diuraikan oleh Buresh *et al.* (2006). Pupuk K dianjurkan diberikan untuk mengganti hara K yang diserap oleh gabah dan jerami padi pada tingkat hasil tinggi (7 t/ha), walaupun jerami dikembalikan dan status K dalam tanah medium atau tinggi (25 kg KCl/ha), atau jerami dikembalikan dan status K dalam tanah rendah (75 kg KCl/ha). Bila jerami tidak dikembalikan, dosis pupuk K menjadi 75 kg KCl/ha pada status hara K dalam tanah medium atau tinggi, dan 125 kg KCl/ha pada status hara K dalam tanah rendah. Namun pada target hasil rendah (5 t/ha), pupuk K tidak perlu diberikan bila jerami dikembalikan dan tidak ada respons tambahan hasil akibat pemberian pupuk K (dari petak omisi hara) atau status hara K dalam tanah medium atau tinggi. Bila status hara dalam tanah rendah, pupuk K ditambahkan 50 kg KCl/ha. Bila jerami tidak dikembalikan, untuk mencapai hasil 5 t/ha diperlukan pemberian 50 kg KCl/ha pada status hara K dalam tanah medium atau tinggi, dan 100 kg KCl/ha pada status hara K dalam tanah rendah. Dosis-dosis tersebut ternyata juga sebanding bila menggunakan pendekatan petak omisi hara, seperti yang terjadi pada perhitungan rekomendasi pupuk P.

Pemupukan N Susulan

Pupuk N perlu diberikan beberapa kali agar sesuai dengan kebutuhan tanaman, terutama pada fase pertumbuhan kritis, seperti anakan aktif dan awal pembentukan malai (primordia). Tanaman padi memerlukan N pada awal dan pertengahan pembentukan anakan untuk dapat menghasilkan anakan secara maksimal. Nitrogen yang diserap pada fase primordia berfungsi untuk meningkatkan jumlah gabah per malai. Untuk varietas unggul yang umum ditanam petani di Indonesia, waktu pemberian pupuk N susulan disarankan dua kali, yaitu: (1) pada pertengahan antara umur 14 HST dan fase primordia/awal pembentukan malai, dan (2) pada fase primordia/awal pembentukan malai atau pada umur 60 hari sebelum panen.

Buresh *et al.* (2006) mengatakan bahwa dosis pupuk N susulan bergantung pada respons tambahan hasil akibat pemberian pupuk N (diketahui dari uji petak omisi hara N), atau terkait dengan target hasil realistis yang dapat dicapai dan ditentukan atas dasar hasil pembacaan skala BWD. Pada daerah dengan respons tambahan hasil akibat pemberian pupuk N rendah (1-2 t/ha) atau setara dengan target hasil 5 t/ha, dosis pupuk N susulan pertama dan kedua masing-masing adalah 75 kg urea/ha bila skala BWD <3, atau 50 kg urea/ha bila skala BWD 3,5 atau tidak perlu pupuk N susulan bila BWD >4. Pada daerah dengan respons tambahan hasil akibat pemberian pupuk N sedang (2-3 t/ha), atau setara dengan target hasil 6 t/ha, pupuk N susulan pertama dan kedua masing-masing 100 kg urea/ha bila skala BWD <3, atau 75 kg urea/ha bila skala BWD 3,5 dan 0-50 kg urea/ha bila skala BWD >4. Sementara pada daerah dengan respons tambahan hasil akibat pemberian N tinggi (3-4 t/ha) atau setara dengan target hasil 7-8 t/ha, pupuk N susulan pertama dan kedua masing-masing disarankan 125 kg urea/ha bila skala BWD <3, atau 100 kg urea/ha bila skala BWD 3,5 dan 50 kg urea/ha bila skala BWD >4.

Cara lain yang dapat digunakan adalah memantau warna daun padi secara reguler pada interval 7-10 hari, mulai dari awal pembentukan anakan (sekitar umur 20 HST) hingga 10 hari setelah fase primordia/awal pembentukan malai. Pada kurun waktu tersebut, pemantauan dilakukan sekitar enam kali. Pupuk N ditambahkan bila daun padi mulai berwarna hijau kekuningan. Petani pada umumnya sudah melakukan itu dan sudah berpengalaman kapan dan berapa pupuk N yang harus diberikan. Namun disarankan menggunakan bantuan BWD untuk mengukur intensitas warna daun sehingga lebih akurat, baik waktu pemupukan maupun dosis pupuk N yang harus ditambahkan. Sebagai acuan, Buresh *et al.* (2006) menyarankan agar dilakukan pemberikan pupuk N susulan bila skala BWD <3,5. Pada daerah dengan respons tambahan hasil akibat pemberian pupuk N rendah (1-2 t/ha) atau setara dengan target hasil sekitar 5 t/ha, diberikan 50 kg urea/ha. Bila responsnya sedang (2-3 t/ha) atau setara dengan target hasil 6 t/ha, diberikan 75 kg urea/ha dan bila responsnya tinggi (3-4 t/ha) atau setara dengan target hasil 7-8 t/ha diberikan 100 kg urea/ha. Dengan demikian, frekuensi pemberian pupuk N susulan bergantung pada tingkat warna daun yang ditunjukkan oleh pembacaan skala BWD.

Pemupukan K Susulan

Tanaman padi menyerap hara K sangat banyak, seperti halnya N, sekitar 16-17 kg setiap ton gabah dan jerami yang dihasilkan. Pada tanah dengan kapasitas dan kemampuan menyediakan hara K rendah, tanaman padi dapat mengalami kekurangan hara K walaupun tidak menunjukkan gejala kekurangan sehingga hasilnya rendah. Oleh karena itu, untuk memaksimalkan pengisian gabah dan hasil, disarankan memberikan pupuk K susulan pada fase primordia/

awal pembentukan malai. Praktik petani memberikan pupuk K susulan pada fase primordia masih sangat jarang dijumpai. Untuk memastikan pengaruh pemberian pupuk K susulan tersebut disarankan kepada petani untuk dapat mencobanya di lahan pertaniannya.

Dosis pupuk K susulan yang diberikan pada fase primordia bergantung pada dikembalikan atau tidak dikembalikannya jerami padi ke lahan dan respons tambahan hasil akibat pemberian pupuk K atau target hasil realistis yang ingin dicapai. Buresh *et al.* (2006) memberikan acuan pemberian pupuk K susulan pada fase primordia sebagai berikut: (1) bila jerami padi tidak dikembalikan ke sawah dan sawah tersebut hanya menerima pupuk K <5kg K_2O/ha selama lima tahun terakhir, diberikan 30 kg K_2O/ha untuk target hasil 5-6 t/ha dan 30-40 kg K_2O/ha untuk target hasil 7-8 t/ha; dan (2) bila jerami padi dikembalikan dan sawah tersebut memiliki kemampuan menyediakan K rendah, tidak perlu diberikan pupuk K susulan untuk target hasil 5 t/ha, untuk target hasil 6 t/ha diberikan 15 kg K_2O/ha dan untuk target hasil 7-8 t/ha diberikan 15-30 kg K_2O/ha.

Acuan pemupukan NPK atas dasar prinsip PHSL berlaku untuk penanaman padi inbrida. Untuk padi hibrida dan padi tipe baru yang memiliki potensi hasil lebih tinggi, disarankan tambahan pupuk N susulan pada awal fase berbunga (10% berbunga) sekitar 50 kg urea/ha bila skala BWD <4. Hal ini dimaksudkan untuk memenuhi kebutuhan N tanaman selama pengisian gabah.

http://perverlibot.com

PERAN PUPUK ORGANIK

Pupuk organik berperan dalam meningkatkan kesuburan tanah, baik secara fisika, biologi, maupun kimia. Kandungan unsur hara dalam pupuk organik cukup lengkap, namun kadarnya relatif rendah. Tanaman hanya dapat menyerap hara dalam bentuk anorganik dan tidak dapat menyerap hara langsung dari pupuk organik sebelum mengalami proses dekomposisi atau mineralisasi menjadi anorganik. Karena kandungan hara makro (NPK) dalam pupuk organik relatif rendah, akan sangat berat bila kebutuhan hara tanaman untuk mencapai target hasil tinggi hanya dipenuhi dari pupuk organik. Oleh karena itu, harus dipahami bahwa pupuk organik merupakan salah satu sumber hara yang diperlukan tanaman dan penyediaannya memerlukan waktu relatif lama.

Sesuai konsep dan prinsip PHSL, semua sumber hara yang tersedia selalu diperhitungkan dalam neraca hara, termasuk yang berasal dari pupuk organik dan sisa tanaman seperti jerami padi. Sumbangan penyediaan hara dari pupuk organik akan diperhitungkan untuk mengurangi jumlah pupuk anorganik yang harus ditambahkan. Peran pupuk organik dalam

memperbaiki sifat fisik dan biologi tanah dapat secara tidak langsung meningkatkan ketersediaan hara dalam tanah dan efisiensi pemupukan sehingga berpengaruh terhadap pengurangan jumlah pupuk yang ditambahkan. Pada pupuk organik komersial/pabrikan biasanya tercantum kandungan hara NPK dan hara lain di karungnya. Namun, bila menggunakan pupuk kandang dan pupuk organik lainnya, kandungan hara NPK dapat menggunakan nilai standar hasil analisis yang sudah dilakukan sebelumnya, seperti disebutkan dalam tulisan Abdulrachman *et al.* (2008).

IMPLIKASI PRAKTIS DAN KEBIJAKAN

Pemupukan berimbang yang rasional dan spesifik lokasi pada tanaman padi sawah, selain dapat meningkatkan hasil padi juga meningkatkan efisiensi pemupukan dan keuntungan usaha tani padi, serta menjaga kelestarian lingkungan. Praktik pemupukan yang hanya mengejar peningkatan hasil semata dengan mengabaikan aspek efisiensi pupuk, keuntungan usaha tani dan kelestarian lingkungan, bukan pemupukan berimbang yang benar. Dalam implikasinya, pemupukan berimbang dapat menggunakan pupuk tunggal maupun pupuk majemuk NPK, namun penggunaan pupuk majemuk belum tentu berimbang karena pemberian pupuk majemuk tidak identik dengan pemupukan berimbang.

Sosialisasi dan peningkatan pemahaman harus terus dilakukan kepada semua pihak yang terkait dengan pupuk dan pemupukan, termasuk pengambil kebijakan. Praktik pemupukan berimbang yang salah dan tidak rasional, terutama yang berlebihan, selain tidak efisien dan hasil tanaman tidak optimal, juga dapat mengganggu keseimbangan hara dalam tanah dan kelestarian lingkungan (Adiningsih dan Soepartini 1995). Dampak lain yang ditimbulkan adalah: (1) menurunnya efisiensi pupuk, (2) terganggunya kehidupan mikroorganisme dalam tanah, (3) meningkatnya dekomposisi bahan organik, (4) terdegradasinya struktur tanah sehingga rentan terhadap kekeringan, dan (5) menipisnya unsur hara mikro (Reijntjes *et al.* 1999).

Untuk mendukung dan mempermudah penerapan pemupukan berimbang yang rasional dan spesifik lokasi, telah tersedia berbagai alat bantu (peta status hara, BWD, PUTS) dan hasil penelitian serta verifikasi lapang yang memadai. Departemen Pertanian (2007) pernah mengeluarkan acuan rekomendasi pemupukan NPK spesifik lokasi per kecamatan di seluruh Indonesia, walaupun penerapannya di lapangan masih belum optimal. Penelitian PHSL padi sawah di Indonesia telah dan terus dilakukan oleh IRRI bekerja sama dengan Badan Litbang Pertanian, dan kemajuannya cukup pesat dengan dihasilkannya acuan rekomendasi pupuk spesifik lokasi. Penerapan pemupukan berimbang spesifik lokasi berdasarkan peta

status hara atau petak omisi ternyata saling mendukung dan seimbang. Peta status hara yang telah tersedia, termasuk yang dikerjakan oleh Suyamto *et al.* (2002) di sejumlah kabupaten di Jawa Timur dengan skala 1:100.000, dapat digunakan sebagai dasar penerapan pemupukan berimbang yang rasional dan spesifik lokasi.

Kebijakan pengembangan pupuk majemuk NPK memang sudah menjadi kecenderungan global, namun sebenarnya tidak sepenuhnya tepat bila dikaitkan dengan pemupukan berimbang yang rasional dan spesifik lokasi, apalagi kandungan NPK-nya sama (15:15:15). Pengembangan pupuk majemuk masih harus diikuti oleh pupuk tunggal, utamanya N dan K. Untuk dapat mencapai hasil padi yang optimal diperlukan pupuk susulan N dan K sehingga perlu tersedia pupuk tunggal N dan K. Pemberian pupuk majemuk NPK sebagai pupuk susulan tentu tidak tepat dan pemborosan. Selain secara kimia, pengembangan pupuk majemuk dapat pula secara campuran fisik (*blending*), dengan kandungan dan proporsi NPK yang fleksibel mendekati kebutuhan tanaman. Campuran pupuk secara kimia dan fisik tersebut perlu distandardisasi secara ketat agar terjamin kualitasnya.

Peran pupuk organik dalam pendekatan PHSL lebih dipandang sebagai salah satu sumber hara bagi tanaman sehingga diperhitungkan untuk mengurangi dosis pupuk anorganik yang harus ditambahkan. Karena jumlah hara NPK yang dibutuhkan tanaman padi cukup tinggi maka agak sulit dipenuhi hanya dari sumber pupuk organik. Kalaupun dapat dipenuhi, tentu dengan dosis yang sangat tinggi. Oleh karena itu, penggunaan kombinasi pupuk organik dan anorganik merupakan tindakan yang dapat disarankan.

Konsep, prinsip, dan pendekatan pemupukan berimbang yang rasional dan spesifik lokasi memang sedikit rumit dan agak susah diikuti oleh berbagai pihak, utamanya yang awam terhadap hal tersebut. Oleh karena itu, harus diterjemahkan dalam bentuk acuan dan pedoman rekomendasi yang praktis, mudah dimengerti, dan dapat dioperasionalkan di lapangan. Berbagai cara telah dilakukan, misalnya dengan menyampaikannya dalam bentuk SK Menteri Pertanian tentang acuan rekomendasi pupuk spesifik lokasi, melalui buku saku, brosur, poster satu lembar, dan CD berisi pemupukan padi sawah (PuPS). Penerapan PHSL padi sawah juga dikembangkan oleh IRRI bersama Badan Litbang Pertanian melalui *website*, dan pada Januari 2011 telah diluncurkan oleh Menteri Pertanian di Jakarta. Dengan menjawab sejumlah pertanyaan dalam *web* tersebut tentang kondisi lahannya, penanya dapat memperoleh acuan rekomendasi pupuk yang sesuai dengan lahannya (jenis, dosis, dan waktu pemberian pupuk). Penggunaan *web* oleh petani Indonesia mungkin masih sangat asing. *Web* diharapkan dapat digunakan oleh penyuluh dan sangat tepat bila dikaitkan dengan *Cyber Extension* yang

sedang dikembangkan oleh Badan Penyuluhan dan Pengembangan SDM Pertanian, Kementerian Pertanian.

Bagi petani dan masyarakat umum, IRRI bekerja sama dengan Badan Litbang Pertanian sedang mengembangkan rekomendasi pemupukan melalui android dan hape dalam berbagai bahasa (Indonesia, Jawa, Sunda, Bugis, Bali). Dalam aplikasinya, pelanggan dapat menelpon ke nomor tertentu melalui hape (*call center*), kemudian menjawab sejumlah pertanyaan sesuai kondisi lahannya. Setelah semua pertanyaan dijawab dengan benar dan tepat, acuan rekomendasi pupuk spesifik untuk lahannya segera akan dikirimkan melalui sms di hape tersebut (jenis, jumlah, dan waktu pemberian pupuk).

Penerapan pemupukan berimbang yang rasional dan spesifik lokasi memerlukan dukungan politik dan kebijakan pemerintah secara konsisten. Semua pihak terkait perlu memiliki pemahaman dan komitmen yang sama sesuai konsep dan prinsip pemupukan berimbang yang rasional dan spesifik lokasi. Melalui sarana *web*, android, dan hape yang sedang dikembangkan, diharapkan penerapan pemupukan berimbang yang rasional dan spesifik lokasi akan lebih mudah diterapkan. Penerapan pemupukan berimbang yang rasional dan spesifik lokasi tidak hanya meningkatkan hasil dan kualitas padi, namun juga meningkatkan efisiensi pupuk, keuntungan usaha tani, dan kelestarian lingkungan.

http://sel.litbang.deptan.go.id/perlib/pse/

DAFTAR PUSTAKA

Abdulrachman, S., C. Witt, dan T.H. Fairhurst. 2002. Petunjuk Teknis Pemupukan Spesifik Lokasi. Implementasi *omission* plot padi. PPI, (ESEAP), IRRI, Balitpa.

Abdulrachman, S., H. Sembiring, dan Suyamto. 2008. Pemupukan tanaman padi. hlm. 123-166. Dalam: Padi: Inovasi Teknologi Produksi. Balai Besar Penelitian Tanaman Padi, Sukamandi.

Abdurachman, A., E. Sulaeman, dan S. Adiningsih. 2002. Klasifikasi pupuk untuk pertanian dan kehutanan. Lokakarya Pengawasan Terpadu Pupuk untuk Keperluan Pertanian dan Kehutanan, Jakarta, 1-2 November 2002.

Adiningsih, S.J. dan M. Soepartini. 1995. Pengelolaan pupuk pada sistem usahatani lahan sawah. Makalah Apresiasi Metodologi Pengkajian Sistem Usaha tani Berbasis Padi Berwawasan Agribisnis, Bogor, 7-9 September 1995. Pusat Penelitian Sosial Ekonomi Pertanian, Bogor.

Buresh, R., D. Setyorini, S. Abdulrachman, F. Agus, C. Witt, I. Las, and Suyamto. 2006. Improving nutrient management for irrigated rice with particular consideration to Indonesia. pp. 165-178. In: Sumarno *et al.* (Eds.).

Rice Industry, Culture and Environment. Indonesian Center for Rice Research, Sukamandi.

Buresh, R., M.F. Pampolino, and C. Witt. 2010. Field-specific potassium and phosphorus balances and fertilizer requirements for irrigated rice-based cropping system. Plant Soil 335: 35-64.

Corey, R.B. 1972. Procedures for fertilizer recommendations. Seminar III, IPB, Bogor, 29 November 1972.

Departemen Pertanian. 2007. Pedoman Umum Rekomendasi Pemupukan NPK pada Padi Sawah Spesifik Lokasi. Permentan No 1/2006 junto Permentan No 40/2007. Departemen Pertanian, Jakarta.

Dobermann, A. and T. Fairhurst. 2000. Rice: Nutrient disorder and nutrient management. International Rice Research Institute, Philippines.

Dobermann, A., C. Witt, and D. Dawe. 2004. Increasing the productivity of intensive rice systems through site specific nutrient management. Science Publisher Inc. and International Rice Research Institute.

Fairhurst, T., C. Witt, R. Buresh, and A. Dobermann. 2007. Rice: A practical guide to nutrient management. IRRI, PNI, IPI.

Mengel, K. and E.A. Kirby. 1987. Principles of Plant Nutrition. International Potash Institute, Bern, Switzerland.

Pittaway, P. 2002. How plants acquire nutrients for growth. Chrysalis Landscape Consultants.

Reijntjes, C., B. Haverkort, dan A. Waters Bayer. 1999. Pertanian Masa Depan: Pengantar untuk pertanian berkelanjutan dengan input luar rendah, ILEILA (terjemahan Y. Sukoco). Kanisius, Yogyakarta.

Setyorini, D. dan A. Abdurachman. 2008. Pengelolaan hara mineral tanaman padi. hlm: 110-150 Dalam: Padi: Inovasi teknologi dan ketahanan pangan. Balai Besar Penelitian Tanaman Padi, Sukamandi.

Suyamto. 2002. Strategi dan Implementasi Pemupukan Rasional Spesifik Lokasi. Orasi Pengukuhan Ahli Peneliti Utama. Balai Pengkajian Teknologi Pertanian Jawa Timur, Malang.

Suyamto., L. Sunaryo, M. Soleh, Suwono, D.P. Saraswati, A.G. Pratomo, D. Setyorini, C. Ismail, Marjuki, dan O. Sutrisno. 2002. Pemetaan kesuburan tanah sawah dan sistem produksi padi di Jawa Timur. Laporan Penelitian. Balai Pengkajian Teknologi Pertanian Jawa Timur, Malang.

http://serverdlbpsdp.id/

Optimalisasi Teknologi Inseminasi Buatan Mendukung Usaha Agribisnis Sapi Perah dan Sapi Potong

KUSUMA DIWYANTO

Pusat Penelitian dan Pengembangan Peternakan
Jalan Raya Pajajaran Kav. E-59, Bogor 16151
E-mail: kd_267@yahoo.com

ABSTRAK

Teknologi inseminasi buatan (IB) sudah berkembang sangat cepat di Indonesia, baik untuk peternakan sapi perah maupun sapi potong. Pada sapi perah, arah dan tujuan kegiatan IB adalah untuk meningkatkan mutu genetik ke arah produksi susu. Ke depan, Indonesia dapat berswasembada pejantan sapi perah secara berkelanjutan. Untuk sapi potong, teknologi IB sudah diangkat menjadi program nasional. Namun pada tahun 2011 terdapat indikasi bahwa permintaan semen beku dari *Bos taurus* mengalami penurunan. Kegiatan IB untuk usaha *cow calf operation* dengan menggunakan semen yang berasal dari *Bos taurus* sangat tepat bila didorong dengan pola swadaya, sedangkan IB untuk pelestarian, pembibitan/pemurnian, atau persilangan sapi silangan hasil IB dengan sapi asli/lokal (PO, bali, dan sebagainya) sangat tepat dilakukan dengan pola subsidi. Teknologi IB hanya layak dilakukan bila ternak dipelihara secara intensif dan didukung oleh kemudahan transportasi, komunikasi, penyediaan nitrogen cair, dan kesiapan SDM peternak maupun inseminator. Komposisi genotipe sapi silangan perlu mendapat perhatian sehingga daya reproduksi sapi silangan tetap tinggi. Oleh karena itu perlu dilakukan pemantapan program IB secara nasional terkait dengan *breeding strategy* maupun *breeding policy*, yang disesuaikan dengan perwilayahan untuk pelestarian/pemurnian, pembibitan, dan budi daya atau usaha *cow calf operation*.

Kata kunci: sapi perah, sapi potong, agribisnis, inseminasi buatan, produktivitas, kelembagaan

PENDAHULUAN

Inseminasi buatan (IB) adalah suatu teknologi untuk memasukkan mani (semen) ke dalam saluran reproduksi hewan betina sehingga terjadi proses pembuahan sel telur di dalam tubuh hewan. Secara teknis, IB pada sapi dilakukan untuk memasukkan semen cair maupun semen beku yang sudah di-*thawing*, menggunakan alat inseminasi (*insemination gun*) dengan bantuan manusia (inseminator) pada saat sapi berahi agar menjadi bunting. Oleh karena itu, sedikitnya ada empat faktor yang mempengaruhi keberhasilan IB, yaitu: (1) kualitas semen yang digunakan, (2) kondisi sapi yang akan di-IB, (3) ketepatan deteksi berahi dan waktu melakukan inseminasi, dan (4)

keterampilan inseminator. Dengan teknik ini seekor pejantan unggul dapat digunakan untuk membuahi ribuan sapi betina yang berada di mana saja, kapan saja, pada bangsa (*breed*) sapi dengan ukuran yang berbeda.

Beberapa keuntungan lain dari aplikasi teknologi IB adalah tumbuhnya industri dan perdagangan semen beku (*frozen semen*) secara global yang dikemas dalam pipa plastik kecil (*plastic straw*) yang dirancang secara khusus, baik berupa semen yang telah di-*sexing* maupun *unsexed*. Teknologi IB juga dapat mencegah penyebaran penyakit reproduksi menular yang terjadi bila perkawinan dilakukan dengan cara kawin alam. Penggunaan pejantan unggul dalam kegiatan IB sangat efisien sehingga intensitas seleksi pada sapi jantan dapat ditingkatkan secara signifikan setelah dilakukan uji keragaan (*performance test*) atau uji zuriat (*progeny test*) untuk menghasilkan *elite bull* atau *proven bull*. Dengan demikian, teknologi IB dapat digunakan untuk mengatasi permasalahan bila terjadi kelangkaan pejantan dalam suatu populasi, atau membantu program pemuliaan (*genetic improvement*) melalui proses seleksi (pemurnian) atau pembentukan ternak komposit, dan pengembangan ternak komersial melalui persilangan (*cross breeding*).

Teknologi IB sudah diperkenalkan di Indonesia sejak tahun 1950-an, namun pengkajian dan pengembangannya baru dimulai pada dasawarsa 1960-1970. Pada mulanya, aplikasi IB diperuntukkan dalam kegiatan *up grading* sapi perah lokal dengan semen beku dari bangsa Frisien Holland (FH) yang berasal dari berbagai belahan dunia, seperti Amerika, Kanada, Eropa, Australia, Selandia Baru, dan Jepang. Namun dalam perkembangannya, teknologi IB justru lebih banyak digunakan untuk melakukan persilangan sapi potong lokal dengan berbagai bangsa sapi, terutama kelompok *Bos taurus* (Simental, Limousin, Angus, dan sebagainya) dengan tujuan yang tidak jelas (Hardjosubroto 2002, 2006).

Menurut Diwyanto (2008), penerapan teknologi IB pada usaha *cow calf operation* sapi potong untuk menghasilkan sapi bakalan (*feeder cattle*) di Indonesia saat ini mungkin termasuk yang terbesar di dunia. Di negara-negara maju seperti Australia, Amerika, Brasil, dan Eropa, aplikasi IB pada sapi potong hanya terbatas pada kelompok dasar (*foundation stock*) untuk menghasilkan bibit (*breeding stock*). Lebih jauh dikatakan bahwa keberhasilan IB untuk meningkatkan mutu genetik sapi (produktivitas) di Indonesia sampai saat ini belum ada laporan yang lengkap. Demikian pula kinerja keragaan reproduksi sapi betina silangan hasil IB, praktis belum banyak dievaluasi, kecuali beberapa informasi terbatas yang antara lain telah dilaporkan oleh Diwyanto dan Inounu (2009), Putro (2009), Subarsono (2009), serta Achjadi (2011).

Dalam dua dekade terakhir, teknologi IB diangkat menjadi program nasional karena perkembangannya yang sangat pesat. Bahkan dalam cetak biru Program Swasembada Daging Sapi (PSDS) 2014 (Ditjen Peternakan

2010), teknologi IB telah ditetapkan sebagai salah satu program aksi dengan target yang cukup tinggi, dengan sasaran kelahiran sekitar 1,3 juta ekor pada tahun 2010 dan meningkat menjadi 1,9 juta ekor pada tahun 2014. Sebagian besar semen yang akan digunakan dalam program aksi ini berasal dari bangsa Simental dan Limousin. Namun, pada awal tahun 2011, minat masyarakat untuk melakukan IB cenderung berkurang, yang terindikasi dari penurunan permintaan (penyerapan) dari produsen semen beku di dalam negeri (BBIB Singosari 2011), padahal semen beku hanya dijual dengan harga Rp6.000/ dosis, sementara bila diimpor harganya paling murah sekitar Rp100.000/dosis.

Hasil kajian Ma'sum (2011) menunjukkan bahwa penerapan IB pada sapi potong belum memberikan hasil seperti yang diharapkan karena arah kebijakan perbibitan sapi potong tidak jelas. Berdasarkan hal-hal tersebut, makalah ini akan mengupas tentang pelaksanaan IB di Indonesia dan upaya yang diperlukan untuk mengoptimalkan teknologi IB agar program pembibitan maupun agribisnis sapi perah dan usaha *cow calf operation* pada sapi potong dapat terlaksana dengan efektif dan efisien.

PERKEMBANGAN TEKNOLOGI INSEMINASI BUATAN

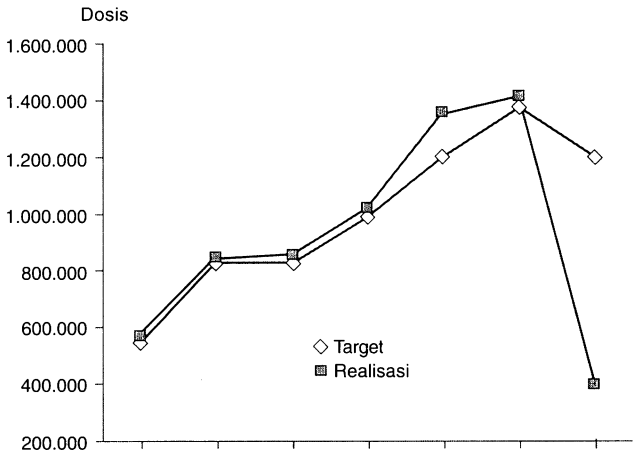
Teknologi IB pada awalnya terjadi secara coba-coba, ketika seorang pangeran Arab yang sedang berperang pada abad XIV menunggang kuda, dan kebetulan kuda tersebut sedang berahi. Dia mencuri semen dengan tampon kapas dari dalam vagina seekor kuda musuh yang baru saja dikawinkan dengan pejantan yang dikenal cepat larinya. Tampon tersebut kemudian dimasukkan ke dalam vagina kudanya. Dari coba-coba ini ternyata kuda sang pangeran bunting, dan melahirkan anak yang lincah dan mampu berlari cepat. Kisah ini telah banyak diceritakan secara tertulis maupun lisan, dan setelah itu tidak ditemukan catatan lain, kecuali laporan tentang aplikasi IB pada abad XIX di Eropa dan Amerika, sebagai alat untuk mencegah penularan penyakit dan penanggulangan kemajiran pada kuda (Hafez 1993).

Selanjutnya teknologi IB telah dimanfaatkan sebagai suatu teknik untuk meningkatkan mutu genetik beberapa jenis ternak di Rusia. Pada pertengahan tahun 1930-an, teknologi IB mulai diterapkan pada sapi perah di Denmark dan Amerika setelah terbukti dapat meneruskan sifat-sifat keunggulan sapi jantan melalui uji zuriat secara meluas (Toelihere 1981). Teknologi IB baru diperkenalkan di Indonesia pada permulaan tahun 1950-an. Namun di awal perkembangannya, teknologi ini banyak mengalami kendala karena berbagai hambatan teknis maupun sosial. Sampai dekade 1970-an, teknologi IB masih belum memberi sumbangan yang nyata dalam program pembibitan maupun peningkatan mutu genetik. Manfaat yang dapat dipetik dari teknik IB pada waktu itu adalah berhasilnya pencegahan penyebaran penyakit reproduksi menular pada sapi melalui kawin alam.

Teknologi IB mempunyai beberapa keuntungan dan keunggulan dibandingkan dengan kawin alam, antara lain: (1) mencegah penularan penyakit reproduksi secara lebih efektif, (2) relatif lebih murah dibandingkan dengan kawin alam karena peternak tidak perlu memelihara pejantan, (3) intensitas seleksi dapat lebih ditingkatkan karena seekor pejantan unggul dapat digunakan untuk membuahi ribuan ekor betina yang tersebar luas, (4) mempercepat dan meningkatkan akurasi proses seleksi melalui uji zuriat, (5) memungkinkan dilakukannya persilangan antarberbagai *breed* yang mempunyai perbedaan ukuran, tingkah laku, dan lokasi, serta (6) memudahkan transfer materi genetik antarpeternak, antarwilayah maupun antarnegara. Namun, teknologi ini juga mempunyai beberapa kelemahan, seperti: (1) kemungkinan terjadinya *inbreeding* akibat penggunaan pejantan secara terus-menerus, (2) mempercepat terjadinya pelandaian (*plateau*) hasil seleksi (*response to selection*) bila pejantan yang digunakan terbatas, (3) tingkat keberhasilannya (*service per conception*, S/C) lebih rendah dibanding kawin alam, terutama bila terjadi berahi tenang (*silent heat*) dan tidak terpenuhinya syarat-syarat yang menjadi keharusan keberhasilan IB, dan (4) terjadinya perubahan komposisi genotipe yang tidak terkendali bila IB dilakukan tanpa perencanaan yang baik dan sasaran yang jelas.

Pada mulanya, aplikasi IB di Indonesia ditujukan untuk meningkatkan produksi dan produktivitas sapi perah maupun sapi potong. Pola yang diterapkan adalah melakukan *up grading* sapi lokal dengan semen yang berasal dari pejantan unggul yang didatangkan dari luar negeri. Bahkan pada awalnya telah didatangkan sapi perah unggul hasil uji zuriat (*proven bull*) dari luar negeri, yang sebetulnya belum teruji keunggulannya di Indonesia. Selain itu juga didatangkan semen dari berbagai negara subtropis dalam jumlah yang cukup besar (Soehadji 2009). Hal ini dilakukan karena belum ada pemahaman oleh para pemangku kepentingan tentang kemungkinan adanya interaksi antara faktor genetik dan lingkungan (*genotype environment interaction*/GEI).

Setelah teknologi IB berjalan dengan sangat intensif selama kurun waktu tiga dasawarsa, dirasakan ada beberapa hal yang perlu dilihat kembali agar teknologi ini benar-benar mempunyai manfaat dan dampak positif dalam peningkatan produktivitas dan produksi sapi perah maupun sapi potong secara berkelanjutan. Kecenderungan peternak enggan melakukan IB pada sapi potongnya baru-baru ini antara lain diakibatkan oleh keberhasilan IB (S/C) yang belum memuaskan, dan pengaruh faktor eksternal karena harga sapi bakalan yang terus merosot. Hal ini tercermin dari permintaan semen beku yang cenderung menurun (Gambar 1). Kenyataan ini harus dipandang sebagai indikasi awal untuk menata kembali arah, tujuan, dan sasaran IB dalam program pembangunan peternakan nasional. Teknologi IB yang semula hanya sebagai *tool* seolah sudah berubah menjadi *goal*, seperti yang tertuang dalam cetak biru PSDS-2014 (Ditjen Peternakan 2010). Bahkan untuk sapi potong, IB diartikan sebagai persilangan dan *up grading* ke arah *Bos taurus*, dan pada



Gambar 1. Target dan realisasi produksi semen di BBIB Singosari.

sapi perah IB diartikan untuk melakukan *up grading* ke arah sapi FH murni dari daerah subtropis.

APLIKASI INSEMINASI BUATAN PADA SAPI PERAH

Saat ini sebagian besar sapi perah yang dikembangkan di Indonesia telah memanfaatkan teknologi IB, dan hanya sebagian kecil yang masih menggunakan cara kawin alam. Oleh karena itu, dapat diperkirakan bahwa mutu genetik sapi perah di Indonesia rata-rata sudah cukup bagus. Hal yang menjadi pertanyaan adalah, mengapa rata-rata produksi susu sapi perah di Indonesia masih sangat rendah dengan keragaman yang cukup tinggi (Subandriyo dan Adiarto 2009; Talib *et al.* 2009). Pakan ternyata sangat berpengaruh terhadap produktivitas sapi perah di Indonesia (Bamualim *et al.* 2009), di samping penyakit (Martindah *et al.* 2009) dan manajemen (Djaja *et al.* 2009). Rendahnya produktivitas sapi perah di Indonesia secara langsung maupun tidak langsung berpengaruh terhadap pendapatan dan kesejahteraan peternak (Priyanti *et al.* 2009). Hal ini pada gilirannya menyebabkan ketergantungan pada impor susu dan produk olahannya masih sangat besar, berkisar antara 70-75%.

Subandriyo dan Adiarto (2009) telah mengulas sejarah perkembangan sapi perah di Indonesia. Pada tahun 1970, populasinya baru mencapai sekitar 3.000 ekor, berkembang menjadi 193.000 ekor pada tahun 1985, dan meningkat menjadi 369.000 ekor pada tahun 1991. Kenaikan ini terjadi

karena adanya impor sapi perah asal Australia dan Selandia Baru. Populasi sapi perah terus meningkat menjadi 457.577 ekor pada tahun 2008 (Departemen Pertanian 2009), pada tahun 2009 mencapai 486.991 ekor (Kementan 2010), dan menurut Rilis Hasil Awal PSPK 2011 jumlahnya telah mencapai 597.000 ekor (Kementan dan BPS 2011).

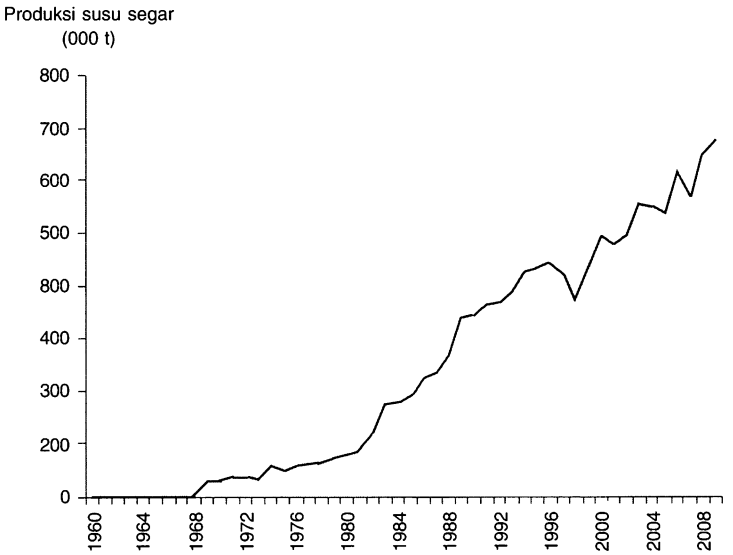
Dalam suatu simulasi yang dipaparkan dalam diskusi terbatas pada tahun 2007 (Diwyanto dan Saptati 2010) diperoleh gambaran bahwa populasi dan produksi susu harus meningkat secara simultan agar swasembada susu juga tercapai. Seandainya simulasi tersebut sesuai dengan kondisi yang diharapkan, ternyata menurut sensus tahun 2011 populasi sapi perah sudah terlampaui. Namun, diperkirakan rata-rata produksi susu harian dan persentase jumlah sapi laktasi belum sesuai dengan target (Tabel 1). Menurut ramalan yang tertuang dalam simulasi tersebut, rata-rata produksi susu secara nasional harus mencapai 14 liter/ekor/hari dan jumlah sapi laktasi 276 ribu ekor sehingga total produksi susu seharusnya dapat mencapai 1,147 juta ton.

Dari berbagai pertemuan dan diskusi dengan seluruh pengemban kepentingan, diperkirakan rata-rata produksi susu sapi perah di Indonesia baru mencapai 10 liter/ekor/hari. Dengan demikian, diperkirakan jumlah sapi perah laktasi saat ini baru sekitar 160-180 ribu ekor atau 60% dari kondisi idealnya, bila diasumsikan produksi susu segar di dalam negeri 679.200 ton/tahun. Walaupun total produksi susu nasional tersebut relatif masih sangat rendah, pertumbuhannya sangat signifikan (Gambar 2). Bila

http://server.litbang.deptan.go.id

Tabel 1. Proyeksi populasi, produksi, dan produktivitas sapi perah, 2007-2019.

Tahun	Suplai susu dalam negeri (%)	Target produksi susu (t)	Populasi sapi laktasi (ekor)	Total populasi sapi (ekor)	Produksi susu (l/ekor/ laktasi)	Produksi susu (l/ekor/ hari)	Pertambahan populasi (%)
2007	30	637.314	210.972	383.586	3.021	10	
2008	36	764.777	227.396	413.448	3.363	11	7,78
2009	42	892.240	243.820	443.309	3.659	12	7,22
2010	48	1.019.702	260.244	473.171	3.918	13	6,74
2011	54	1.147.165	276.668	503.033	4.146	14	6,31
2012	60	1.274.628	293.092	532.894	4.349	14	5,94
2013	66	1.402.091	309.516	562.756	4.530	15	5,60
2014	72	1.529.554	325.940	592.618	4.693	15	5,31
2015	78	1.657.016	342.364	622.480	4.840	16	5,04
2016	84	1.784.479	358.788	652.341	4.974	16	4,80
2017	90	1.911.942	375.212	682.203	5.096	17	4,58
2018	96	2.039.405	391.636	712.065	5.207	17	4,38
2019	102	2.166.868	408.059	741.926	5.310	17	4,19



Gambar 2. Pertumbuhan produksi susu segar, 1960-2010 (Kementerian Pertanian 2010).

dibandingkan dengan data produksi susu nasional pada tahun 1969 yang baru mencapai 28.000 ton, maka pada tahun 2010 meningkat pesat dan mencapai 679.200 ton atau hampir 30 kali lipat.

Dari gambaran tersebut terlihat bahwa teknologi IB pada sapi perah telah diterima peternak dan diaplikasikan secara luas. Teknologi IB pada sapi perah juga mempunyai arah, tujuan, dan sasaran yang cukup jelas, yaitu meningkatkan mutu genetik melalui *up grading* dan *out crossing* untuk meningkatkan keragaman dan mengurangi pengaruh negatif akibat *inbreeding*. Untuk meningkatkan kinerja teknologi IB juga telah dilakukan *sexing* semen dengan hasil cukup baik (Diwyanto dan Herliantin 2006). Ketergantungan impor pejantan (*waiting bull*) maupun semen beku dari negara subtropis saat ini mulai diminimalkan setelah dilakukannya program uji zuriat untuk memilih calon pejantan unggul lokal yang diperkirakan lebih adaptif (Talib *et al*. 2009). Program uji zuriat harus diteruskan secara berkesinambungan agar Indonesia dapat mewujudkan swasembada pejantan sapi perah unggul yang lebih produktif pada kondisi lembap tropis.

Saat ini (Kementan dan BPS 2011) populasi sapi perah sudah melampaui target dibandingkan dengan perkiraan sebelumnya (597 vs 503 ribu ekor). Sementara itu, potensi genetiknya sudah cukup bagus akibat aplikasi IB yang dilakukan dengan baik dan benar. Oleh karena itu, rendahnya rata-rata produksi susu saat ini kemungkinan bukan disebabkan oleh faktor genetik, tetapi lebih banyak disebabkan oleh faktor lingkungan, terutama

pakan, manajemen, penyakit/kesehatan, dan interaksi antara faktor genetik dan lingkungan (GEI). Dengan demikian, teknologi IB untuk meningkatkan mutu genetik sapi perah belum sepenuhnya memberi dampak nyata terhadap upaya peningkatan produksi susu, walaupun pelaksanaan IB sudah berjalan dengan baik dan benar.

APLIKASI INSEMINASI BUATAN PADA SAPI POTONG

Teknologi IB pada sapi potong telah dilakukan di berbagai daerah, mulai NTT, NTB, Bali, Jawa, Sumatera, Kalimantan, Sulawesi dan bahkan sekarang mulai diaplikasikan di Papua. Namun di beberapa wilayah yang pola pemeliharaannya masih ekstensif, keberhasilan IB relatif sangat rendah. Di NTT, teknologi IB dengan menggunakan semen beku yang berasal dari *Bos taurus* telah dihentikan karena kontra produktif. Selain keberhasilan IB (S/C) sangat rendah, anak sapi silangan hasil IB ternyata tidak mampu beradaptasi dengan lingkungan yang keras atau kurang pakan karena pola pemeliharaan yang sederhana dan lebih banyak menyerahkan pada alam/lingkungan.

Secara teknis pelaksanaan IB di daerah yang menerapkan pemeliharaan pola ekstensif (digembalakan) masih menghadapi banyak tantangan dan kendala. Pengamatan berahi relatif sangat sulit atau bahkan tidak mungkin dilakukan dengan cermat. Kepedulian peternak terhadap teknologi ini juga masih sangat minimal karena mereka masih berperan sebagai *keeper* atau *user*, bukan *producer* atau *breeder*. Sebagian besar peternak masih memelihara sapi secara sambilan, sekadar untuk tabungan, status sosial, dan tidak ada pertimbangan bisnis atau ekonomi (Ma'sum 2011; Winter 2011). Di beberapa daerah, khususnya di luar Jawa, populasi sapi tersebar pada areal yang luas dan tidak dalam suatu kelompok. Di wilayah seperti ini, sarana maupun prasarana transportasi dan komunikasi juga belum memadai sehingga peternak sulit berkomunikasi dengan petugas. Hal ini sangat menyulitkan inseminator untuk melakukan IB tepat waktu, dan sarana kandang jepit juga tidak banyak tersedia. Selain itu, depo untuk penyimpanan semen beku kesulitan memperoleh pasokan nitrogen cair. Akibatnya, sering terjadi tangki penyimpan semen dalam kondisi kosong dan semua semen rusak atau tidak layak untuk digunakan. Dengan demikian, secara teknis IB kurang layak untuk dikembangkan di kawasan yang masih menerapkan usaha sapi potong sistem ekstensif, kecuali bila prasyarat untuk keberhasilan IB dapat terpenuhi.

Sementara itu di Jawa dan beberapa wilayah di Sumatera, Sulawesi, dan Kalimantan, aplikasi teknologi IB pada sapi potong berkembang luas. Dalam hal ini, IB biasanya dilakukan dengan menggunakan semen beku yang berasal dari sapi *Bos taurus*, terutama Simental dan Limousin

(Soeharsono *et al.* 2010). Hal ini juga tercermin dari ketersediaan pejantan dan produksi semen di BBIB Singosari (Tabel 2 dan 3). Peternak sangat menyukai sapi silangan hasil IB karena anak-anak yang lahir mempunyai ukuran lebih besar, pertumbuhan lebih cepat, dan bobot potong lebih tinggi. Harga jual sapi silangan hasil IB relatif lebih tinggi dibanding sapi lokal (bali, madura, PO, dan sebagainya), terutama untuk anak jantan yang akan digemukkan. Namun, Ma'sum (2011) melaporkan bahwa penerapan IB pada sapi potong lebih menekankan pada peningkatan aspek ekonomi (produksi) dan kurang memerhatikan aspek pelestarian sumber daya genetik sapi lokal maupun sapi asli Indonesia.

Tabel 2. Populasi sapi pejantan di BBIB Singosari pada tahun 2010 dan pengadaan pada tahun 2011.

Bangsa sapi penghasil semen beku	Populasi tahun 2010	Rencana penambahan populasi tahun 2011
Bali	7	6
Brahman	8	7
Peranakan Ongole (PO)	5	-
Limousin	67	-
Simental	39	6
Madura	10	-
Angus	3	8
Brangus	1	-
Frisein Holland (FH)	19	-
Calon pejantan unggul FH produksi BBIB Singosari	10	14
Calon pejantan unggul FH hasil uji zuriat	6	-
Jumlah	175	41

Sumber: BBIB Singosari (2011).

Tabel 3. Produksi semen beku sapi di BBIB Singosari 2005-2010 ('000 dosis).

Bangsa	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Limousin	333	499	559	795	1.017	1.293
Simental	305	358	325	332	637	918
Jumlah	638	857	884	1.127	1.654	2.211

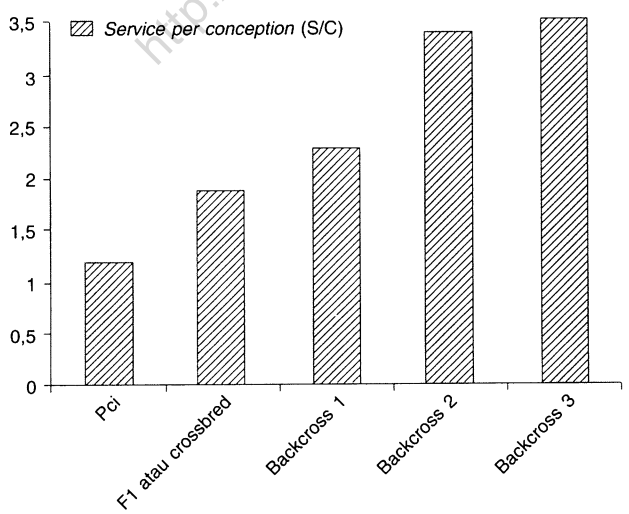
Sumber: BBIB Singosari (2011).

http://serverlibpsekp/

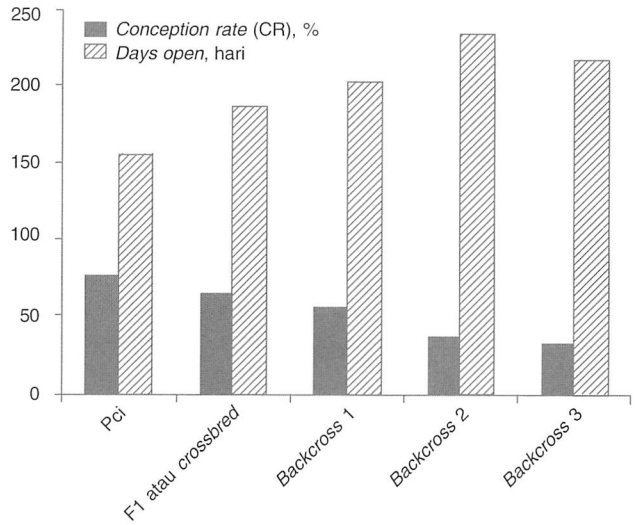
Preferensi peternak untuk memilih semen dari bangsa sapi *Bos taurus* ternyata kurang atau tidak memerhatikan risiko bila anak-anak yang lahir adalah sapi betina. Dengan adanya gejolak harga atau jatuhnya harga sapi lokal, termasuk sapi silangan hasil IB, peternak mulai merasakan kerugian bila memelihara sapi betina persilangan hasil IB. Sapi betina silangan hasil IB, baik F1 maupun *back cross* pertama, kedua, dan seterusnya cenderung mengalami penurunan produktivitas (Putro 2009), seperti *conception rate*, *service per concention* (S/C), dan *days open* (Gambar 3a dan 3b). Dugaan penurunan produktivitas juga dilaporkan oleh Subarsono (2009) yang mensinyalir bahwa dari hasil PKB yang dilakukan di DIY, terdapat kecenderungan penurunan sapi yang bunting dari waktu ke waktu.

Dalam beberapa tahun terakhir, permintaan semen di BBIB Singosari dari bangsa Limousin dan Simental meningkat cukup pesat (Tabel 3). Hal ini juga terjadi di BIB Lembang, di mana pada dekade 1990-an sapi Brahman lebih banyak diproduksi (Maidaswar, 2011) dan selanjutnya berubah secara dramatis (Gambar 4). Namun, permintaan semen pada tahun 2011 mengalami kelesuan (Gambar 1 dan 5), di mana antara target dan realisasi (penyerapan) terdapat senjang yang sangat besar (BBIB Singosari 2011). Fenomena tersebut secara langsung maupun tidak langsung merupakan akibat dari keengganan peternak melakukan IB pada sapinya, apabila sudah dikawinkan beberapa kali tidak bunting. Hal ini yang mungkin memicu peternak menjual sapi betina yang kurang produktif kepada jagal untuk dipotong. Tindakan peternak tersebut sangat rasional dan dapat

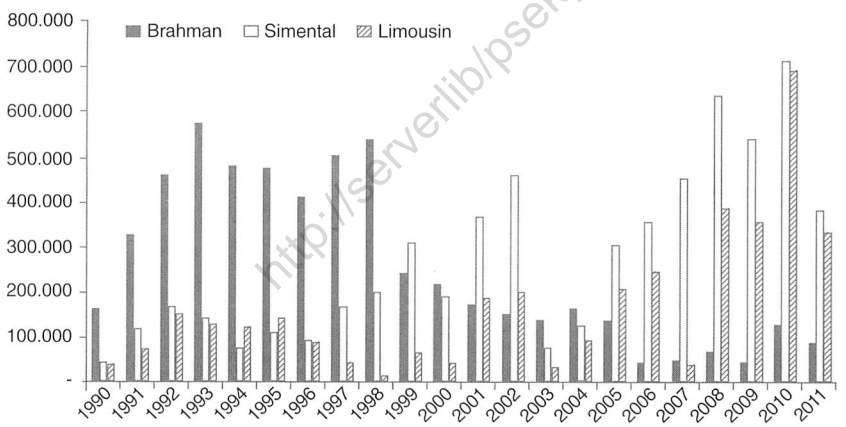
http://server.pse.net



Gambar 3a. *Conception rate* dan *days open* sapi PO dan persilangannya (Putro 2009).



Gambar 3b. *Service per conception* sapi PO dan persilangannya (Putro 2009).

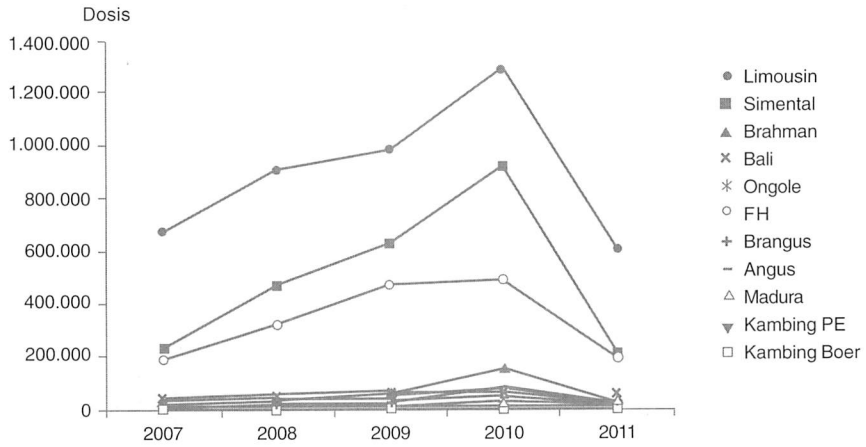


http://serverlib/psekp/

Gambar 4. Tren produksi dan distribusi semen beku sapi di BIB Lembang, 1990-2011. (Maidaswar 2011).

dibenarkan, namun secara makro dapat mengancam perkembangan populasi dan produksi daging di dalam negeri.

Di Jawa Timur, ada beberapa kemungkinan penyebab penurunan permintaan semen di BBIB Singosari, yaitu: (1) masuknya semen beku legal yang diproduksi oleh UPT di luar Jawa Timur, yang didistribusikan secara ilegal atau tidak sesuai dengan program Dinas Peternakan, (2) adanya



Gambar 5. Realisasi distribusi semen beku sapi di BBIB Singosari, 2007-2011 (BBIB Singosari 2011).

http://sembelitbs.kp/

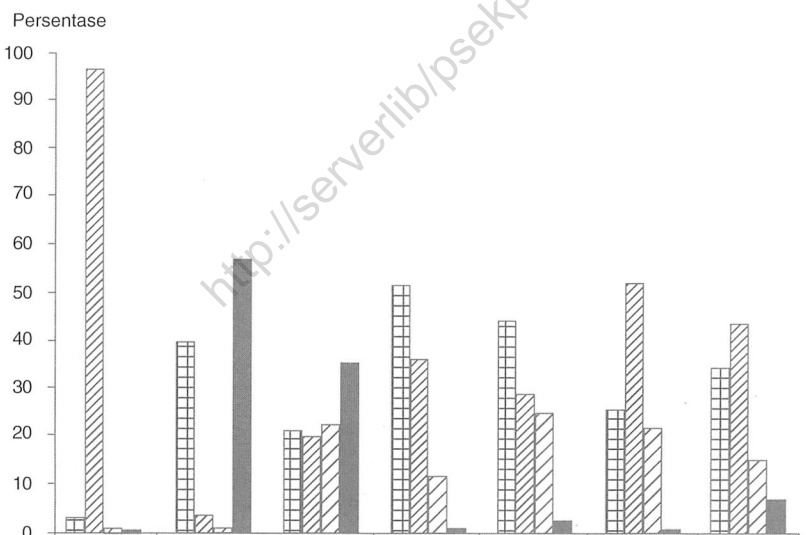
produsen semen beku lain di Jawa Timur yang memproduksi semen untuk keperluan internal/terbatas namun dijual secara komersial dengan harga lebih murah, walaupun tidak ada jaminan pelayanan purnajual, atau (3) peternak skala besar atau kelompok peternak memanfaatkan sapi jantan yang dimiliki untuk melakukan intensifikasi kawin alam (InKA) pada sapi betina yang berahi.

Kemungkinan yang pertama (peredaran semen legal secara ilegal) dapat terjadi karena produksi semen beku secara nasional berlebih, sehingga terjadi kompetisi dalam pemasaran semen yang mungkin menimbulkan persaingan yang kurang sehat. Hal ini merupakan indikasi kuat bahwa secara nasional jumlah atau penambahan akseptor lebih rendah dibanding kapasitas produksi semen beku. Kemungkinan kedua (adanya semen produksi BIB daerah dan semen ilegal) terjadi karena produsen semen beku (BBIB nasional, BIB daerah, dan UPT lain) tidak berkoordinasi dengan Dinas Peternakan Provinsi. Seandainya kualitas produk yang diedarkan memenuhi SNI, kondisi ini akan menimbulkan persaingan yang sehat, walaupun secara nasional justru kontra produktif karena akan terjadi kelebihan pasokan. Kemungkinan ketiga (InKA) terjadi karena peternak hanya sekadar memanfaatkan ternaknya tanpa ada perhitungan ekonomi yang lebih mendalam, atau justru untuk memperoleh efektivitas akibat kemungkinan adanya berahi tenang dan S/C yang tinggi bila dilakukan IB.

Berdasarkan Rilis Hasil Awal PSPK 2011 (Kementan dan BPS 2011), populasi sapi potong diperkirakan sekitar 14,8 juta ekor, jauh melampaui data statistik yang ada maupun perkiraan yang tertuang dalam cetak biru

PSDS 2010. Di lain pihak, Sumadi *et al.* (2008) dan Sumadi (2009) memperkirakan bahwa populasi sapi hanya sekitar 70% dari data statistik. Kenyataan ini menunjukkan bahwa populasi sapi potong sudah melampaui target swasembada. Namun dengan adanya fakta bahwa (1) masih banyak sapi betina yang dipotong, yang diperkirakan mencapai 150-200 ribu ekor/tahun, dan (2) sebagian besar sapi di Jawa dan Sumatera merupakan sapi silangan, seperti ditunjukkan dalam Gambar 6, maka target untuk menghasilkan sapi bakalan dari IB pada tahun 2014 sebesar 1,9 juta ekor akan sulit tercapai.

Secara teknis keberhasilan IB dipengaruhi oleh empat faktor utama, yaitu kualitas semen, kondisi sapi, ketepatan deteksi berahi, dan keterampilan inseminator. Namun ada hal yang sampai saat ini belum diperhatikan, yaitu genotipe sapi silangan hasil IB, apakah tetap seperti sapi lokal atau justru menyerupai tetua yang berasal dari daerah subtropis. Dari berbagai pengamatan dan wawancara diketahui bahwa sapi asli/lokal, terutama sapi bali atau sapi PO, mampu beranak lebih dari 10 kali sepanjang



http://serverlib/psekp/

	(%) Sumbar	(%) Sumsel	(%) Jabar	(%) Jateng	(%) Jatim	(%) DIY	(%) Total
PO	3,39	39,68	21,17	51,93	44,27	25,75	34,28
Sim PO	96,61	3,31	19,74	36,5	28,84	52,38	43,6
Lim PO	0	0	22,92	11,57	24,59	21,87	15,22
Lainnya	0	57,01	36,14	0	2,31	0	6,00

Gambar 6. Proporsi sapi PO dan persilangannya di beberapa provinsi (Sumadi *et al.* 2008).

hidupnya. Dengan pemeliharaan yang baik, jarak beranak sapi bali maupun PO hanya sekitar 12 bulan. Sebaliknya, sapi silangan hasil IB yang secara genotipe sangat berbeda dengan sapi lokal mempunyai daya reproduksi yang rendah (Putro 2009; Subarsono 2009; Achjadi 2011) dan rata-rata hanya mampu menghasilkan anak 4-5 ekor sepanjang hidupnya. Selang beranak (*calving interval*) sapi silangan hasil IB yang dipelihara dengan baik sekitar 18 bulan (Diwyanto dan Inounu 2009). Namun bila pemeliharaannya kurang baik, terutama bila kekurangan pakan, maka selang beranaknya dapat mencapai dua tahun atau lebih akibat S/C yang meningkat.

OPTIMALISASI TEKNOLOGI INSEMINASI BUATAN

Berbeda dengan sapi perah, usaha agribisnis sapi potong di Indonesia dapat dikelompokkan ke dalam beberapa aktivitas, yaitu perbibitan dan budi daya, antara lain usaha *cow calf operation*. Sistem perbibitan meliputi pelestarian, pemuliaan, dan perbanyakan bibit. Pelestarian, yang merupakan rangkaian upaya mempertahankan keberadaan dan keanekaragaman sumber daya genetik dalam kondisi dan potensi yang memungkinkan untuk dimanfaatkan secara berkelanjutan, perlu dilakukan terutama untuk sapi asli (sapi bali) atau sapi lokal (misal sapi madura, sapi sumba ongole, sapi PO, sapi pesisir, dan sapi aceh).

Rumpun atau galur sapi asli dan sapi lokal tersebut sudah terbukti mampu beradaptasi dalam kondisi lembap tropis. Bahkan sapi bali dinyatakan sebagai sapi yang paling baik untuk dikembangkan di Indonesia (ACIAR 2003). Perkawinan sapi pada kegiatan pelestarian biasanya dilakukan dengan cara *random mating*. Pelestarian seperti ini dikenal dengan pelestarian lekat lahan (*on farm conservation by management*). Sapi dipelihara oleh peternak secara murni dan seleksi terjadi atau dilakukan untuk menghilangkan sifat-sifat buruk yang diwariskan atau menghilangkan *genetic defects*.

Kegiatan pemuliaan dapat dilakukan secara murni untuk menghasilkan sapi unggul melalui seleksi, atau dengan cara persilangan untuk menghasilkan ternak komposit (*synthetic breed*). Dalam hal ini, arah dan tujuan seleksi harus jelas, misalnya untuk menghasilkan sapi dengan daya adaptasi dan produktivitas yang lebih baik, pertumbuhan lebih cepat, penggunaan pakan lebih efisien, atau kualitas karkas lebih memuaskan. Sapi hasil pemuliaan ini selanjutnya dapat diperbanyak, dikembangbiakkan atau disilangkan untuk menghasilkan ternak komersial (*commercial stock*). Pada awal abad ke-20, Pemerintah Hinda Belanda secara jelas, tegas, dan konsisten melakukan program pemuliaan dengan cara *up grading* sapi lokal dengan sapi ongole, sehingga dikenal dengan ongolisasi. Sasaran dari program ini adalah untuk

http://pse.litbang.deptan.go.id/ind/pse/perlib/pslkp/

membentuk sapi kerja dengan ukuran tubuh yang besar. Semua sapi jantan yang lahir diafkir (dikastrasi atau dipotong) dan pemerintah menyediakan pejantan ongole asli yang secara terpisah dikembangbiakkan secara murni di Sumba.

Saat ini pelaksanaan IB pada sapi potong di Indonesia tidak jelas arah, tujuan, dan sasarannya, apakah untuk pelestarian, perbibitan, atau hanya sekadar untuk pengembangbiakan dalam usaha *cow calf operation* guna menghasilkan sapi bakalan. Fakta di lapangan menunjukkan bahwa teknologi IB digunakan untuk kegiatan budi daya dengan target menghasilkan sapi bakalan. Namun, separuh sapi yang lahir adalah betina yang tetap digunakan untuk pengembangbiakan. Sapi betina silangan hasil IB dengan komposisi darah *Bos taurus* yang terlalu besar diperkirakan mempunyai daya adaptasi yang lebih rendah dibanding sapi lokal. Sapi silangan ini juga memerlukan pakan yang lebih banyak karena ukuran tubuhnya juga lebih besar dibanding sapi lokal. Apabila kurang mendapat pasokan pakan yang memadai, sapi akan menjadi kurus, sulit berahi, dan kalau di-IB sering mengalami kegagalan. Hal ini belum pernah mendapat perhatian dan saat ini telah menunjukkan gejala yang nyata, seperti peningkatan pemotongan sapi betina usia produktif.

Sementara itu, masyarakat sudah terlanjur menyukai sapinya di-IB dengan semen Limousin atau Simental. Mengembalikan atau melakukan silang-balik dengan sapi lokal yang berkualitas prima sering ditolak peternak. Hal ini, tercermin dari peningkatan jumlah dan pengadaan pejantan *Bos taurus* di BBIB Singosari dan BIB Lembang pada tahun 2011. Dalam hal ini diperlukan langkah-langkah konkret dan segera untuk mengarahkan *breeding program*, *breeding strategy* maupun *breeding policy* dalam melaksanakan IB sapi potong di Indonesia. Teknologi IB pada prinsipnya dapat dilakukan untuk semua kegiatan, mulai dari pelestarian dan pemurnian, pemuliaan, serta untuk budi daya atau pengembangbiakan dalam suatu usaha *cow calf operation*. Oleh karena, itu harus segera dilakukan penetapan wilayah untuk pelestarian dan pemurnian, lokasi untuk pemuliaan guna menghasilkan ternak komposit, atau daerah untuk melakukan budi daya, pengembangbiakan atau usaha *cow calf operation* guna menghasilkan *commercial stock* dan sapi bakalan.

Sebagai negara kepulauan, Indonesia mempunyai peluang yang sangat besar dan mudah untuk menetapkan kawasan pelestarian, pemurnian, dan pengembangbiakan. Pelestarian dan pemurnian diutamakan untuk ternak asli atau ternak lokal yang telah ada dan terbukti sangat adaptif dan produktif. Proporsi sapi PO yang cenderung semakin menurun, seperti yang disinyalir Sumadi *et al*. (2008) dan Sumadi (2009), harus menjadi perhatian sungguh-sungguh karena sapi-sapi silangan hasil IB terindikasi mempunyai daya reproduksi yang lebih rendah dibandingkan sapi lokal (Putro 2009; Achjadi 2011). Dengan pemeliharaan yang baik, sapi silangan hasil IB mempunyai

nilai S/C cukup baik, sekitar 1,87 (Diwyanto dan Inounu 2009), namun selang beranaknya relatif sangat panjang (18 bulan).

Di kawasan 'keras' yang dicirikan oleh kondisi yang tandus, gersang, kering, dan kekurangan pakan pada musim kemarau, kegiatan IB untuk persilangan menggunakan semen sapi bangsa *Bos taurus* harus dihentikan atau dilakukan secara selektif. Sementara itu, aplikasi IB untuk peningkatan mutu genetik dengan menggunakan semen dari bangsa atau rumpun yang sama hanya dilakukan bila persyaratan untuk keberhasilan IB dipenuhi, antara lain ternak dipelihara secara intensif. Faktor pendukung keberhasilan IB, baik yang bersifat internal dan teknis maupun sosial-budaya, perlu mendapat perhatian (Ma'sum 2011). Aplikasi teknologi IB seharusnya tidak diartikan sebagai kegiatan persilangan, karena IB secara selektif juga sangat tepat dilakukan untuk kegiatan pemuliaan dan pemurnian sapi asli maupun sapi lokal.

KELEMBAGAAN DAN PELAKSANAAN INSEMINASI BUATAN

Berdasarkan pedoman pelaksanaan IB (Ditjen Peternakan 2005), program IB di Indonesia melibatkan banyak institusi, baik dari pemerintah pusat maupun daerah (Ditjen Peternakan dan Kesahatan Hewan, Disnak, dan BBIB), serta swasta dan masyarakat peternakan khususnya. Ditjen Peternakan dan Kesehatan Hewan (PKH) c.q. Direktorat Perbibitan yang berkoordinasi dengan Direktorat Budi Daya saat ini telah menetapkan kebijakan umum tentang arah, tujuan, dan sasaran kegiatan IB (Ma'sum 2011). Secara umum, Pemerintah Pusat yang dikoordinasi oleh Ditjen PKH mempunyai tugas dan wewenang: (1) membuat dan menetapkan program IB nasional, (2) melakukan pembinaan dan supervisi pelaksanaan IB di daerah, (3) melakukan evaluasi pelaksanaan IB secara nasional, (4) melakukan koordinasi di antara para pengemban kepentingan, dan (5) memproduksi dan mendistribusikan semen.

Dalam membuat program, melakukan supervisi dan evaluasi, Ditjen PKH sebaiknya selalu melibatkan Komisi Bibit Ternak, para pakar, dan lembaga penelitian yang mempunyai kompetensi dan pengalaman. Hal ini sangat penting karena adanya indikasi penurunan permintaan semen beku di kedua BBIB nasional. Fokus pembahasan dalam evaluasi adalah mengkaji ulang keuntungan dan kerugian jangka pendek maupun jangka panjang pengembangan sapi silangan hasil IB. Parameter yang dapat digunakan untuk menilai kinerja sapi silangan hasil IB adalah S/C yang semakin besar dan selang beranak yang semakin panjang bila IB dilakukan dengan menggunakan semen dari *Bos taurus*. Pola subsidi yang sekarang berjalan hendaknya dapat digunakan sebagai alternatif untuk mendorong aplikasi

IB dengan semen sapi lokal untuk pelestarian, pemuliaan, dan pemurnian. Sementara itu, untuk tujuan budi daya atau usaha *cow calf operation* dengan menggunakan semen sapi *Bos taurus*, lebih tepat bila dilakukan melalui pola swadaya atau komersial dengan cara kerja sama operasi (KSO) yang ditargetkan mencapai 80% (BBIB Singosari 2011), seperti yang sekarang sudah berjalan (Tabel 4).

Dalam hal produksi dan distribusi semen beku, BBIB Singosari dan BIB Lembang telah ditunjuk untuk melaksanakannya dengan dukungan dana yang cukup memadai (Maidaswar 2011). Pada tahun 2010, produksi semen beku di dalam negeri telah mencapai sekitar 5 juta dosis. Hal ini berarti BIB nasional mampu menghemat devisa sedikitnya Rp500 miliar, bila diasumsikan harga semen impor Rp100.000/dosis. Mekanisme penetapan produksi, kebutuhan, dan distribusi semen dilakukan dalam forum Evaluasi Kinerja IB yang diadakan setiap tahun dan dihadiri oleh Dinas Provinsi dari seluruh Indonesia. Ma'sum, (2011) berpendapat bahwa di tingkat povinsi, Dinas tersebut bertanggung jawab untuk: (1) merencanakan dan mempersiapkan pelaksanaan program IB di provinsi, (2) mengawasi distribusi semen ke kabupaten atau Satuan Pelayaan IB (SPIB) kabupaten, (3) melakukan supervisi pelaksanaan IB di provinsi, (4) melakukan evaluasi IB di provinsi, (5) mengeluarkan Surat Izin Melakukan Inseminasi Buatan (SIMI), (6) melakukan koordinasi pelaksanaan IB dengan instansi terkait, (7) melakukan koordinasi dengan BIB dalam pengadaan semen beku, dan (8) membuat laporan pelaksanaan IB. Namun dalam kenyataan di lapangan, hal ini sering menghadapi masalah dan kendala karena adanya produksi semen yang berlebihan tanpa dibarengi peningkatan jumlah akseptor secara signifikan. Sementara itu, adanya BIB daerah dan unit-unit lain yang juga memproduksi semen beku maupun semen cair, telah menyebabkan kebijakan nasional maupun kebijakan provinsi tidak dapat diimplementasikan sesuai rencana.

Tabel 4. Jumlah pejantan, potensi, dan target produksi semen beku sapi kerja sama operasi (KSO) dan APBN 2011.

Jumlah pejantan, potensi produksi, dan produksi	Nilai
Jumlah pejantan (ekor)	175
Estimasi potensi produksi (000 dosis)	4.110
Estimasi target produksi KSO (000 dosis)	2.303
Estimasi target produksi APBN, subsidi dan *revolving* (000 dosis)	949
Jumlah seluruh estimasi target produksi (000 dosis)	3.252
Persentase target seluruh produksi dengan potensi produksi (%)	80
Proporsi KSO : total produksi (%)	71

Sumber: BBIB Singosari (2011).

Pada tahun 2010 atau sebelumnya, permintaan semen beku melonjak cukup tajam; namun pada tahun 2011 permintaan semen beku cenderung melemah. Kondisi ini harus diantisipasi dan dievaluasi oleh setiap provinsi agar pelaksanaan IB tetap efektif dan efisien. Peningkatan target IB yang tercermin dari tren dan rencana produksi semen oleh BBIB nasional maupun BIB daerah (Maidaswar 2011), seperti yang ditunjukkan pada Tabel 5 dan 6, ternyata belum dipilah apakah untuk tujuan pelestarian/pemurnian, pembibitan/pemuliaan, atau budi daya dalam usaha *cow calf operation*. Pemilahan tersebut semestinya berdampak terhadap kebijakan produksi semen beku dan pengembangan IB pola swadaya (komersial) untuk usaha *cow calf operation*, atau peningkatan subsidi untuk keperluan IB sapi lokal untuk tujuan pelestarian, pemurnian, dan pemuliaan/pembibitan.

Tabel 5. Produksi dan target produksi semen beku sapi (dosis) di BBIB nasional, 2010-2014.

Produksi[1)]	2010	2011[2)]	2012[2)]	2013[2)]	2014[2)]
BBIB Singosari	2.933.000	3.731.000	4.300.000	4.541.000	4.553.000
BIB Lembang	2.020.000	3.300.000	4.500.000	4.750.000	5.000.000
JUMLAH	4.933.000	7.031.000	8.800.000	9.291.000	9.553.000

[1)]88,63% *Bos taurus* dan 11,37% PO dan Brahman
[2)]Rencana/target produksi
Sumber: Maidaswar (2011).

http://servenlib/pse/

Tabel 6. Target produksi semen beku (dosis) di BBIB nasional dan BIB daerah, 2012.

UPT	Rencana produksi (dosis)
BIB Lembang	4.500.000
BBIB Singosari	4.300.000
BIB-D Lampung	75.000
BIB-D Sumatera Barat	70.000
BIB-D Sumatera Utara	30.000
BIB-D Jawa Tengah	330.000
BIB-D Bali	90.000
BIB-D Sulawesi Tenggara	10.000
BIB-D Sulawesi Utara	12.500
Jumlah	9.417.500

Sumber: Maidaswar (2011).

Ma'sum (2011) menjelaskan bahwa di tingkat kabupaten/kota, dinas terkait melakukan: (1) pendataan jumlah akseptor IB berdasarkan bangsa dan jenis ternak, (2) merencanakan jumlah dosis dan jenis semen beku yang akan digunakan, (3) mengawasi distribusi semen beku ke SPIB/ koperasi (KUD), (4) mengatur wilayah kerja inseminator, pemeriksa kebuntingan (PKB) dan asisten teknis reproduksi, (5) melakukan pengawasan operasional IB, dan (6) membuat laporan bulanan pelaksanaan IB dan gangguan reproduksi di wilayah kerjanya dan menyampaikannya kepada Kepala Dinas Peternakan Provinsi. Hal-hal tersebut dapat berjalan cukup baik di Jawa, Bali, dan beberapa wilayah yang cukup intensif seperti Sumatera Barat. Namun untuk daerah lainnya dengan pola pemeliharaan sapi masih sangat ekstensif, kegiatan tersebut belum dapat berjalan dengan baik. Apalagi untuk beberapa daerah masih banyak kendala dalam pengadaan nitrogen cair, sarana transportasi yang masih sulit, dan komunikasi yang belum lancar. Dinas Peternakan di seluruh Indonesia menginginkan untuk ikut serta dalam program IB nasional. Hal ini terkait dengan alokasi anggaran yang mungkin dapat diperoleh bila mengikuti program IB. Namun, kondisi nyata di lapangan menunjukkan bahwa pelaksanaan IB di beberapa daerah belum sepenuhnya berjalan dengan baik dan benar yang terindikasi dari nilai S/C yang masih sangat besar.

Hasil studi Ma'sum (2011) menunjukkan bahwa di lapangan, penanggung jawab kegiatan IB adalah SPIB/koperasi (KUD) dan mereka harus melakukan beberapa hal, antara lain: (1) mengoordinasi pelaksanaan IB di SPIB, (2) menyiapkan kebutuhan semen beku dan peralatan di SPIB, (3) melaksanakan pelayanan IB secara teratur, (4) melaksanakan pencatatan data akseptor IB, (5) melakukan pemeriksaan kebuntingan dan pengelolaan reproduksi, (6) mengolah data pelaksanaan IB di SPIB, (7) membuat catatan inventarisasi peralatan dan semen beku di SPIB, (8) meningkatkan daya guna kelompok tani ternak untuk menunjang operasional IB, (9) membuat laporan pelaksanaan IB di SPIB yang bersangkutan, dan (10) khusus untuk sapi perah, koperasi/KUD menyampaikan laporan ke Gabungan Koperasi Susu Indonesia (GKSI) Daerah dengan tembusan Kepala Dinas Peternakan Kabupaten. Hal-hal yang diungkapkan tersebut dapat berjalan dengan baik di beberapa daerah, khususnya di Jawa yang sebagian besar peternaknya sudah mengadopsi teknologi ini dengan sangat baik. Sebaliknya di luar Jawa, sebagian besar harapan tersebut masih jauh dari kenyataan karena peternak masih memelihara ternak dengan cara yang sederhana dan ekstensif. Oleh karena itu, secara bertahap dan terus-menerus perlu dilakukan sosialisasi dan peningkatan pemahaman dari seluruh pengemban kepentingan, khususnya para peternak yang ikut dalam kegiatan IB. Dengan demikian, aplikasi teknologi IB hanya dapat dilakukan bila SDM yang tersedia sudah memenuhi persyaratan dan empat persyaratan keberhasilan IB dapat dipenuhi.

Ma'sum (2011) menjelaskan peran swasta maupun masyarakat dalam program IB di Indonesia. Peran swasta dalam program IB berkaitan dengan penyediaan peralatan dan bahan seperti *container*, alat inseminasi, dan nitrogen cair. Sementara itu, beberapa kelompok telah menyediakan sendiri inseminator, kelembagaan inseminator (seperti di Kabupaten Gunung Kidul, terdapat paguyuban inseminator), dan kelompok IB (kelembagaan para akseptor IB). Sistem pelayanan IB yang dilakukan oleh inseminator meliputi *active services* (pelayanan secara aktif) dan/atau *pasive services* (pelayanan secara pasif). Pelayanan secara aktif dicirikan oleh inseminator mendatangi peternak sambil memberikan pelayanan teknis peternakan dan kesehatan hewan. Pelayanan secara pasif dicirikan oleh inseminator berada di kantor (pos IB) menunggu panggilan dari peternak. Komunikasi antara peternak dan inseminator dapat dilakukan dengan cara berjenjang melalui *getok-tular* atau dengan sarana komunikasi modern. Pada umumnya inseminator saat ini menggunakan campuran dua sistem pelayanan tersebut, pelayanan aktif dan pasif.

KESIMPULAN

http://perpustakaan.litbang.deptan.go.id/repository/sekp/

Teknologi IB sudah berkembang sangat cepat di Indonesia, baik untuk peternakan sapi perah maupun sapi potong. Pada sapi perah, arah dan tujuan kegiatan IB sudah sangat jelas, yaitu untuk meningkatkan mutu genetik ke arah produksi susu.

Untuk sapi potong, terdapat indikasi awal bahwa permintaan semen beku mengalami penurunan. Beberapa faktor internal yang mungkin menjadi penyebab adalah: (1) peternak menjual sapi-sapi yang mempunyai S/C tinggi, (2) peternak memanfaatkan pejantan miliknya, dan (3) perkawinan alam dilakukan untuk mengatasi kejadian berahi tenang. Faktor eksternal yang mungkin menjadi penyebab turunnya permintaan semen beku antara lain adalah: (1) harga sapi turun akibat impor daging dan sapi bakalan yang berlebihan, (2) sulitnya memperoleh pasokan nitrogen cair, (3) kombinasi penurunan harga jual dan kinerja reproduksi yang menurun, dan (4) kelebihan pasokan semen beku.

Upaya yang dapat dilakukan untuk mengoptimalkan aplikasi IB pada sapi potong adalah memilih dan memilah pelaksanaan IB untuk tujuan pelestarian, pembibitan/pemuliaan, budi daya, dan pengembangbiakan atau *cow calf operation*. Kegiatan IB untuk usaha *cow calf operation* dengan menggunakan semen yang berasal dari *Bos taurus* sangat tepat bila didorong dengan pola swadaya.

Kegiatan IB untuk pelestarian, pembibitan/pemurnian, atau silang balik sapi silangan hasil IB dengan sapi asli/lokal (PO, bali, dan sebagainya) sangat

tepat dilakukan dengan pola subsidi. Kebijakan ini harus dilakukan karena peternak tidak dapat dilarang untuk menghentikan IB dengan sapi *Bos taurus*. Peternak yang menggunakan semen sapi lokal sebaiknya juga berhak memperoleh insentif.

Teknologi IB hanya layak dilakukan di wilayah atau peternakan yang dikelola secara intensif. Komposisi genotipe sapi silangan perlu mendapat perhatian sehingga daya reproduksi sapi silangan tetap tinggi. Dengan demikian perlu dilakukan pemantapan program IB secara nasional terkait dengan *breeding strategy* maupun *breeding policy* yang disesuaikan dengan pewilayahan untuk pelestarian/pemurnian, pembibitan, dan budi daya atau usaha *cow calf operation*.

DAFTAR PUSTAKA

ACIAR. 2003. Strategies to improve bali cattle in Eastern Indonesia. ACIAR Proceedings No. 110.

Achjadi, R.K. 2011. Produktivitas sapi silangan hasil IB serta upaya penanggulangannya. Disampaikan pada *Roundtable Discussion* Upaya Meningkatkan Ketersediaan Sapi Bakalan Lokal dalam rangka Mewujudkan PSDSK-2014, Bandung, 15 September 2011. Pusat Penelitian dan Pengembangan Peternakan, Bogor.

Bamualim, A., Kusmartono, dan Kuswandi. 2009. Aspek nutrisi sapi perah. hlm. 165-208. Dalam: Profil Usaha Peternakan Sapi Perah di Indonesia. Pusat Penelitian dan Pengembangan Peternakan, Bogor.

BIB Singosari. 2011. BIB Singosari dalam mendukung program IB Jawa Timur tahun 2011. Pertemuan Optimalisasi Inseminasi Buatan Tahun 2011, Surabaya, 14-15 April 2011.

Departemen Pertanian. 2009. Statistik Pertanian. Departemen Pertanian, Jakarta.

Ditjen Peternakan. 2005. Pedoman Pelaksanaan IB. Direktorat Jenderal Peternakan, Departemen Pertanian, Jakarta.

Ditjen Peternakan. 2010. *Blue Print* Program Swasembada Daging Sapi 2014. Direktorat Jenderal Peternakan, Kementerian Pertanian, Jakarta.

Diwyanto, K. dan Herliantin. 2006. Aplikasi teknologi inovatif *sexing* dalam program inseminasi buatan dan usaha *cow-calf operation*. Wartazoa 16(4): 171-180.

Diwyanto, K. 2008. Pemanfaatan sumberdaya lokal dan inovasi teknologi dalam mendukung pengembangan sapi potong di Indonesia. Pengembangan Inovasi Pertanian 1(3): 173-188.

Diwyanto, K. dan I. Inounu. 2009. Dampak *crossbreeding* dalam program inseminasi buatan terhadap kinerja reproduksi dan budidaya sapi potong. Wartazoa 19(2): 93-102.

Diwyanto, K. dan R.A. Saptati. 2010. Tantangan dan peluang dalam mewujudkan ketahanan pangan asal ternak: susu dan daging sapi. hlm. 92-111. Dalam: Kumpulan Pemikiran Klaster Pangan & Isu Strategis dan Topik Riset Berbasis Keilmuan. Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi, Kementerian Pendidikan Nasional, Jakarta.

Djaja, W., R.H. Matondang, dan Haryono. 2009. Aspek manajemen usaha sapi perah. hlm. 27-70. Dalam: Profil Usaha Peternakan Sapi Perah di Indonesia. Pusat Penelitian dan Pengembangan Peternakan, Bogor.

Hafez, E.S.E. 1993. Reproduction in Farm Animal. 6th Edition. Lea and Febiger, Philadelpia.

Hardjosubroto, W. 2002. Arah dan sasaran penelitian dan pengembangan sapi potong di Indonesia: Tinjauan dari segi pemuliaan ternak. Disampaikan pada Workshop Sapi Potong , Malang, 11-12 April 2002. Pusat Penelitian dan Pengembangan Peternakan, Bogor.

Hardjosubroto, W. 2006. Penurunan Reproduktivitas Ternak dalam Suatu Persilangan: Tinjauan khusus dari materi genetik. Fakultas Peternakan Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.

Kementerian Pertanian. 2010. Statistik Pertanian. Kementerian Pertanian, Jakarta.

Kementan dan BPS. 2011. Rilis Hasil Awal PSPK 2011. Kementerian Pertanian dan BPS, Jakarta.

Maidaswar. 2011. Peningkatan kinerja IB mendukung penyediaan sapi bakalan lokal. Disampaikan pada *Roundtable Discussion* Upaya Meningkatkan Ketersediaan Sapi Bakalan Lokal dalam rangka Mewujudkan PSDSK-2014, Bandung, 15 September 2011. Pusat Penelitian dan Pengembangan Peternakan, Bogor.

Martindah, E., Y. Sani, dan S.M. Noor. 2009. Penyakit endemis pada sapi perah dan penanggulangannya. hlm. 209-258. Dalam: Profil Usaha Peternakan Sapi Perah di Indonesia. Pusat Penelitian dan Pengembangan Peternakan, Bogor.

Ma'sum, M. 2011. Implikasi Kebijakan Perbibitan Sapi terhadap Adopsi Inseminasi Buatan pada Peternak Sapi Potong. Disertasi. Program Pascasarjana Institut Pertanian Bogor, Bogor.

Priyanti, A., S. Nurtini, dan A. Firman. 2009. Analisa ekonomi dan aspek sosial usaha sapi perah. hlm. 347-394. Dalam: Profil Usaha Peternakan Sapi

http://servernas.litbang.deptan.go.id

Perah di Indonesia. Pusat Penelitian dan Pengembangan Peternakan, Bogor.

Putro, P.P. 2009. Dampak *crossbreeding* terhadap reproduksi induk turunannya: Hasil studi klinis. Dalam: Lokakarya Lustrum VIII Fakultas Peternakan, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta, 8 Agustus 2009.

Soehadji. 2009. Sejarah Perkembangan Industri Persusuan. Direktorat Jenderal Industri Agro dan Kimia, Departemen Perindustrian, Jakarta.

Soeharsono, R.A., Saptati, dan K. Diwyanto. 2010. Kinerja reproduksi sapi potong lokal dan sapi persilangan hasil inseminasi buatan di Daerah Istimewa Yogyakarta. Seminar Nasional Teknologi Peternakan dan Veteriner, Bogor, 3-4 Agustus 2010. Pusat Penelitian dan Pengembangan Peternakan, Bogor.

Subandriyo dan Adiarto. 2009. Sejarah perkembangan peternakan sapi perah. hlm. 1-26. Dalam: Profil Usaha Peternakan Sapi Perah di Indonesia. Pusat Penelitian dan Pengembangan Peternakan, Bogor.

Subarsono. 2009. Dampak *crossbreeding* terhadap reproduksi induk turunannya: Pengalaman praktis di lapangan. Dalam: Lokakarya Lustrum VIII Fakultas Peternakan Universitas Gadjah Mada, Yogyakarata, 8 Agustus 2009.

Sumadi, T. Hartatik, N. Ngadiyono, I.G.S.B. Satria, H. Mulyadi, dan B. Aryadi. 2008. Sebaran Populasi Sapi Potong di Pulau Jawa dan Pulau Sumatera. Kerja sama APFINDO dengan Fakultas Peternakan Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.

Sumadi. 2009. Sebaran Populasi, Peningkatan Produktivitas dan Pelestarian Sapi Potong di Pulau Jawa. Pidato Pengukuhan Jabatan Guru Besar dalam Bidang Produksi Ternak pada Fakultas Peternakan Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta, 30 Juni 2009.

Talib, C., A. Anang, dan H. Indrijani. 2009. Evaluasi genetik pada sapi perah. hlm. 71-116. Dalam: Profil Usaha Peternakan Sapi Perah di Indonesia. Pusat Penelitian dan Pengembangan Peternakan, Bogor.

Toelihere, M.R. 1981. Fisiologi Reproduksi pada Ternak. Angkasa, Bandung. hlm. 17-19.

Winter, B. 2011. Beef Production in Crop Livestock Systems: Simple approaches for complex problems. ACIAR Monograph No. 145.

http://sustainlib/ps.com

Pengembangan Pakan Ternak Ruminansia Berbasis Sumber Daya Lokal

KUSWANDI

Balai Penelitian Ternak
Jalan Banjarwaru, Kotak Pos 221, Bogor 16002
E-mail: pak_kuswandi@yahoo.com

ABSTRAK

Usaha pemenuhan kebutuhan daging dan susu dalam negeri harus didukung oleh kecukupan pakan yang memenuhi syarat gizi. Keterbatasan jumlah rumput dapat diatasi dengan mendayagunakan pakan lokal, termasuk limbah pertanian. Di antara limbah yang ada, baru jerami padi yang dikenal luas untuk pakan, padahal limbah dari tanaman pangan lain dan dari tanaman perkebunan berlimpah untuk pakan basal dan pakan tambahan. Diperkirakan 151 juta ton hijauan kering limbah tanaman pangan dan 94,241 juta ton hijauan kering dari limbah perkebunan tersedia dan dapat menghidupi lebih dari 183,184 juta sapi dewasa tanpa bergantung pada rumput. Sumber pakan dapat berasal dari rumput, leguminosa, dan limbah pertanian dalam bentuk pakan basal dan pakan tambahan. Oleh karena itu, diperlukan teknologi perbaikan mutu untuk menaikkan palatabilitas, konsumsi, dan kecernaan pakan alternatif. Perbaikan yang dapat diterapkan meliputi perlakuan fisik, kimiawi, dan fermentasi secara biologis. Dengan demikian, pengembangan usaha ternak ruminansia harus diintegrasikan dengan tanaman pangan dan tanaman perkebunan, industri pengolah limbah pertanian, dan lembaga pendayagunaan pakan untuk menjamin ketersediaan pakan berkualitas menunjang pengembangan populasi dan produksi ruminansia sepanjang tahun.

Kata kunci: ruminansia, sumber daya pakan, limbah pertanian, komposisi kimia, teknologi, kualitas pakan

PENDAHULUAN

Permintaan daging dan susu yang terus meningkat mengharuskan ditingkatkannya populasi dan produktivitas ternak ruminansia. Penyebab utama rendahnya produktivitas adalah terbatasnya jumlah pakan yang tersedia, baik kuantitas maupun kualitas. Jumlah pakan yang terbatas disebabkan oleh berkurangnya area padang rumput akibat konversi lahan untuk kepentingan lain. Pengembangan tanaman pakan yang produktif dan bergizi tinggi jarang dilakukan dalam area yang luas. Oleh karena, itu perlu pemanfaatan sumber pakan selain rumput, yang diikuti oleh perbaikan

mutunya. Jika hal ini tidak dilakukan maka program pengembangan ternak ruminansia akan mengalami hambatan.

Teknologi baru memberi harapan dimungkinkannya penggunaan bahan pakan selain rumput, seperti hasil ikutan tanaman pangan dan tanaman perkebunan, serta hasil ikutan industri pengolahan hasil pertanian. Pemanfaatan berbagai sumber daya pakan lokal tersebut merupakan langkah strategis dalam pengembangan peternakan, apalagi sampai saat ini belum ada persaingan kebutuhan, baik untuk manusia maupun jenis ternak lain (nonruminansia). Bila tidak dimanfaatkan, sebagian besar hasil ikutan ini dapat mencemari lingkungan.

Suatu bahan dianggap layak sebagai pakan bila tersedia secara kontinu, murah, mudah didapat, mempunyai kandungan gizi yang cukup, disukai dan mudah dicerna ternak, dan tidak mengganggu kesehatan ternak. Kontinuitas bahan pakan dapat dicapai melalui pengaturan waktu tanam, pengumpulan hasil dari musim panen yang beragam, dan pemberian perlakuan yang memungkinkan penyimpanan pakan yang sedang surplus. Kelayakan dari segi gizi dapat dicapai melalui perbaikan mutu pakan, seperti perlakuan kimiawi dan biologis yang dapat meningkatkan kecernaan dan konsumsi, serta pengayaan gizi.

Sistem integrasi tanaman-ternak atau olahan hasil pertanian-ternak merupakan langkah strategis dalam mengefisienkan usaha peternakan. Hal itu dapat tercipta bila diperkuat oleh tersedianya bahan dan dimanfaatkannya pakan lokal, adanya kelembagaan yang menciptakan sarana produksi terutama pendistribusian pakan lokal, alih teknologi, dan pembangkitan motivasi peternak sebagai pelaku budi daya. Informasi ketersediaan dan manajemen sumber daya pakan serta teknik pengolahannya diharapkan menjadi dasar kebijakan pemerintah, yang memudahkan praktisi industri pakan dan peternak dalam menentukan dan memanfaatkan bahan baku pakan.

http://pse.litbang.deptan.go.id/ipsenar

SUMBER PAKAN LOKAL

Pakan utama ternak ruminansia adalah hijauan terutama rumput-rumputan sebagai pakan basal. Sebagai pelengkap gizi dan penentu produksi (pertumbuhan, bunting, menyusui) diperlukan pakan tambahan (suplemen) padat gizi (energi, protein, mineral, vitamin) dari bahan nabati (biji-bijian, hasil ikutan pengolahan hasil pertanian) dan hewani (tepung daging, tepung tulang, dan lain-lain).

Pakan Sumber Serat

Hijauan Pakan Rumput dan Leguminosa Segar

Rumput berasal dari padang penggembalaan, hutan, dan perkebunan. Jika area rumput hanya berasal dari padang penggembalaan, luasnya hanya 3,9% dari seluruh lahan pertanaman, yang hanya mampu memasok 26,1% dari kebutuhan ruminansia dan kuda. Bila diperluas ke area hutan produksi yang merupakan 17,2% dari seluruh lahan pertanaman (Bamualim *et al.* 2008) diperlukan pengaturan yang menyangkut keamanan atau pencegahan kerusakan hutan.

Area perkebunan berpotensi menghasilkan hijauan pakan, baik berupa rerumputan dan gulma maupun rumput yang dibudidayakan pada fase-fase pertumbuhan tertentu tanaman pokok, seperti kelapa (Kuswandi 1990) dan kelapa sawit (Aritonang 1986). Beberapa spesies rumput yang dapat dibudidayakan di bawah naungan tanaman perkebunan adalah *Panicum maximum*, *Brachiaria brizantha*, *Brachiaria milliformis*, sedangkan dari golongan leguminosa adalah *Desmodium intortum*, centro, *D. canum*, lamtoro, *Macroptilium atropurpureum,* dan *Stylosanthes guianensis*, yang berfungsi sekaligus sebagai tanaman penutup tanah perkebunan (Kuswandi 1990). Baru-baru ini ditemukan pula *Stenotaphrum secundatum*, *Brachiaria humidicola*, dan *Paspalum notatum* yang tinggi kandungan gizi dan palatabilitasnya serta dapat dibudidayakan di bawah naungan (Ginting dan Tarigan 2006; Sirait 2008). Walaupun demikian, pada saat tanaman pokok rimbun atau permukaan tanah ternaungi, rumput yang dapat bertahan hidup akan terganggu proses fotosintesis dan aktivitas enzim reduktasenya sehingga terjadi penimbunan nitrat yang beracun (Kuswandi 1990; Sirait 2008). Area tanaman perkebunan yang sudah menua diperkirakan dapat menyediakan rumput untuk kebutuhan 1-2 ekor sapi dewasa per hektare sepanjang tahun.

Keterbatasan penyediaan hijauan rumput pada musim kemarau disebabkan oleh berkurangnya produktivitas tanaman. Sebaliknya, pada musim hujan rumput dan limbah tanaman pangan berlimpah. Namun di era pengembangan ternak menuju swasembada daging dan susu, secara alamiah jumlahnya belum mencukupi kebutuhan. Menghadapi situasi ini dapat dilakukan berbagai upaya sebagai berikut: (1) memanfaatkan surplus rumput pada musim hujan melalui pengawetan dan penyimpanan untuk cadangan musim kemarau, (2) memanfaatkan jerami serealia seperti padi dan limbah palawija yang tersedia pada pertengahan musim kemarau, (3) memanfaatkan daun-daunan dari tanaman pakan, terutama leguminosa sebagai penambah pakan dan gizi ternak, dan (4) memanfaatkan limbah perkebunan dan industri pengolahan hasil pertanian. Mengingat rendahnya palatabilitas dan kualitas sebagian besar limbah pertanian, maka berbagai upaya untuk meningkatkan kualitas pakan harus dilakukan.

http://cavendishbooks.com

Pakan Lokal Asal Limbah Pertanian

Sumber hijauan pakan inkonvensional dari hasil ikutan olahan pertanian cukup berlimpah sehingga perlu dimanfaatkan untuk mengatasi krisis pakan. Tanaman pangan dan perkebunan yang musim panennya sangat beragam akan menyediakan hijauan pengganti rumput sepanjang tahun. Tanaman padi menyediakan jerami selama musim hujan, dan jerami dari tanaman palawija tersedia selama musim kemarau atau awal musim kemarau. Dari tanaman perkebunan, bahan yang dapat dimanfaatkan untuk pakan adalah daun, kulit buah, dan ampas atau sisa hasil industri pengolahan hasil. Menurut perkiraan, biomassa dari hasil ikutan tanaman pangan mampu memenuhi kebutuhan pakan setara 193 juta ekor sapi dewasa, sedangkan dari tanaman perkebunan 45,184 juta ekor sapi dewasa jika 70% dari seluruh biomassa yang ada dimanfaatkan untuk pakan (Kuswandi 2011).

Pada umumnya serat limbah tidak dapat diberikan sebagai pakan basal tunggal karena karakteristik kimia dan fisiknya berbeda dengan hijauan pada umumnya. Bahan pakan tersebut baru dapat disamakan dengan rumput sesudah diberi perlakuan-perlakuan tertentu untuk memperbaiki kualitasnya menjadi setara rumput. Limbah berupa sisa hasil olahan seperti dedak dan bungkil dapat menjadi pelengkap gizi selain vitamin. Serat limbah ini dicampurkan dengan rumput dalam porsi seimbang atau lebih banyak, namun masih diperlukan tambahan pakan limbah padat gizi.

1. Limbah tanaman pangan

Jerami padi akhir-akhir ini dijadikan pakan utama setelah rumput, jumlahnya berlimpah terutama pada periode panen raya April-Mei. Karena kecernaannya rendah (30%), bahan pakan ini hanya mampu dikonsumsi ternak herbivora sebanyak 1,3% dari bobot badannya. Dengan upaya fermentasi, bahan ini dapat diberikan tunggal dan dikonsumsi oleh sapi hingga 2% dari bobot badannya (Davis *et al.* 1983). Sekam padi dapat dicampur daun leguminosa kering dengan perbandingan 15:85 untuk meningkatkan bobot badan domba 119 g/ekor/hari (Kuswandi 2003). Ransum berimbang (masing-masing 30%) antara daun leguminosa kering, serealia, dan sekam padi di samping suplemen protein nabati (9%) dan mineral (1%) mampu menambah bobot hidup domba peranakan Merino 266 g/hari (Kuswandi dan Robbards 1999).

Jerami jagung jarang diberikan pada ternak, kecuali daun yang masih hijau atau sisa tanaman jagung usia muda yang dipanen sebagai jagung bakar. Gizi daun jagung hijau hampir menyamai rumput lapangan sehingga dapat diberikan sebagai pakan basal tunggal atau dicampur dengan rumput gajah atau rumput benggala yang gizinya lebih tinggi.

Daun dan pucuk ubi kayu sebagai sumber protein yang baik sudah umum digunakan pada ternak ruminansia. Pemberiannya pada ternak harus dicampur hijauan lain dan/atau dijemur dulu untuk mengurangi kadar asam biru (HCN) yang dapat meracuni ternak, yaitu menghambat peredaran oksigen dalam darah akibat terbentuknya methemoglobin. Dengan cara itu hasil ikutan lain seperti kulit dan batang muda juga dapat diberikan dalam campuran pakan basal.

Jerami kedelai dan jerami kacang tanah dapat menggantikan rumput untuk pertumbuhan ternak. Pada domba dapat diberikan sebanyak 400 g/ekor/hari atau sekitar 44% dari total ransum (Mathius *et al.* 1983). Polong kacang tanah dalam ransum sapi pembibitan, pembesaran, dan penggemukan dapat diberikan hingga 20%. Ampas tahu sudah biasa diberikan untuk penggemukan sapi. Mariyono dan Krishna (2009) menggunakan ampas tahu untuk menggantikan bungkil kelapa sampai 75% dalam konsentrat.

2. Limbah tanaman perkebunan

Pelepah kelapa belum diketahui penggunaannya untuk pakan ruminansia, sedangkan pelepah kelapa sawit dilaporkan dapat dicampur rumput dengan porsi sampai 40% untuk sapi, tetapi sebaiknya dibatasi sampai 30% dari total bahan kering ransum (Mathius 2009). Bahan ini perlu dipersiapkan terlebih dahulu dengan dipotong-potong untuk memudahkan ternak mengonsumsinya. Di samping pelepah atau daunnya, tandan kosong sawit (TKS) potensial untuk pakan sumber serat pada ruminansia. TKS mengandung serat kasar yang tinggi dan baik sebagai pakan basal tunggal, namun sebagai campuran pakan basal harus terlebih dahulu dipotong kecil-kecil. Di Malaysia, bahan ini dicampurkan dalam ransum sapi hingga 30-50% (Wan Zahari *et al*. 2003).

Kulit buah kopi juga dapat dimanfaatkan sebagai pakan. Kandungan gizi kulit buah kopi sedikit lebih baik dari rumput lapangan, namun diduga mengandung alkaloid yang mengganggu pencernaan pakan. Porsi 20% kulit kopi dalam konsentrat dapat dianjurkan (Mariyono dan Krishna 2009), dan dengan perlakuan fisik atau biologis diperkirakan dapat dijadikan pakan basal tunggal pengganti rumput.

Kandungan teobromin dari hasil ikutan kakao dapat mengganggu pencernaan ternak kalau diberikan secara berlebihan. Namun dengan perlakuan biologis, kadarnya dapat diturunkan. Bahkan melalui pelatihan pada ternak ruminansia, bakteri dalam perut depan (rumen) lambat laun mampu mencerna pakan. Kulit buah kakao segar dapat diberikan sebanyak 7 kg/ekor sapi/hari (Sukha 2003). Kulit buah kakao bersama konsentrat dengan proporsi 25:75 dapat dijadikan ransum *feedlot* sapi, sedangkan dalam ransum pembibitan dapat sampai 20% dalam konsentrat komersial (Mariyono dan Krishna 2009). Dalam kondisi kering, kulit

buah kakao menjadi keras sehingga perlu ditepungkan. Pada sapi bali yang diberi pakan hijauan, tambahan 2 kg kulit buah kakao dapat menambah bobot badan 521 g/ekor/hari (Guntoro *et al.* 2006). Dengan bahan basal kulit buah kakao, semua komponen hasil ikutan kakao yang lain dapat diformulasikan menjadi ransum komplit tanpa bergantung pada hijauan dan pakan tambahan yang biasa diberikan pada ternak.

Serat limbah tebu yang layak untuk pakan adalah daun dan bagian pucuk tanaman. Ampas tebu sangat rendah nilai gizinya, bahkan upaya perbaikan mutunya mahal. Pucuk tebu yang berlimpah pada panen bulan Juli-September dapat menjadi pengganti rumput secara keseluruhan karena dapat dikonsumsi hingga 1,7% dari bobot badan sapi (Kuswandi 2007). Di luar negeri, pucuk tebu sebagai pakan dibuat seperti wafer untuk mempermudah penggudangan dan transportasi.

Pakan Olahan Asal Limbah Pertanian

Bahan pakan pada saat surplus perlu diolah atau diawetkan. Tujuan pengawetan adalah untuk menyimpan pakan limbah yang berlimpah pada musim panen tertentu, dan tidak habis digunakan pada musim yang sama, atau menanggulangi masa paceklik pada musim kemarau. Caranya adalah dengan pembuatan silase (ensilase) dan pengeringan.

Ensilase merupakan cara pengawetan dengan mempertahankan kesegaran bahan pakan. Bahan pakan yang sudah lazim dibuat silase adalah jerami padi atau tanaman jagung pada saat primordia bunga, dan pucuk tebu, yang biasanya diperuntukkan bagi sapi perah. Dengan perlakuan tetes 3% dari bobot segar sebagai aditif dan urea 1% dari bobot segar, silase dapat dibuat dan disimpan hingga 6 bulan (Tedjowahyono *et al.* 1981). Ensilase dengan penambahan tetes (2% dari bahan segar atau 8,3% dari bahan kering) lebih dianjurkan untuk hijauan yang bersifat *bulky* (memakan ruang), seperti limbah pertanian (Kuswandi dan Sutikno 1991), dan cocok untuk persediaan pada musim paceklik (Singh dan Prasad 2002). Walaupun demikian, untuk kondisi Indonesia, pengeringan lebih sederhana dan efektif karena hemat dalam pemakaian ruang penyimpanan dan bahan pakan tidak berisiko busuk sewaktu digunakan.

Jerami tanaman pangan dan sisa atau ikutan hasil perkebunan dalam bentuk kering menghemat ruang dan tahan lama disimpan. Produk pakan kering, halus, dan pelet dapat dikonsumsi secara meningkat sehingga dapat mengoptimalkan produktivitas ternak (Kuswandi dan Robbards 1999; Muhaemin *et al.* 2001; Yuangkiang *et al.* 2005). Hal ini memberi peluang bagi usaha penyimpanan pakan asal limbah tanaman pangan yang tersedia berlimpah pada musim panen dengan cara pengawetan secara kering.

Bahan Baku Pakan dari Hasil Ikutan Pertanian

Beberapa hal yang sering dikhawatirkan dari bahan pakan hasil ikutan pertanian adalah rendahnya kualitas yang ditandai oleh rendahnya kandungan protein (kurang dari 7%) dan energi (kurang dari 8 MJ/kg bahan kering), tingginya kandungan serat kasar (lebih dari 30%), dan adanya kandungan antinutrisi seperti alkaloid. Bila persyaratan gizi terpenuhi, artinya dapat menjadi pakan basal (pokok) atau untuk pakan pemeliharaan biasa, ternak masih perlu diberi pakan tambahan seperti konsentrat untuk tujuan produksi. Di samping itu, ransum untuk ruminansia dibatasi kandungan lemaknya, maksimum 4%. Dengan demikian, ransum perlu disusun sedemikian rupa sehingga memenuhi persyaratan minimal yang diinginkan.

Sebagian besar pakan limbah sumber serat selain dari leguminosa mempunyai gizi yang lebih rendah dibanding rumput sehingga tidak dapat dijadikan pengganti rumput (Tabel 1 dan 2). Sebagai contoh, bahan kering rumput gajah mengandung protein 11,6%, serat kasar 33,5%, lemak 2,4%, dan abu 17,8% (Ali *et al.* 2000) dan memenuhi persyaratan sebagai pakan basal untuk kehidupan dan aktivitas mikroba di dalam rumen, sedangkan jerami tanaman pangan, selain jerami kacang tanah, nilainya lebih rendah. Akibatnya kemampuan ternak untuk mengonsumsinya juga rendah. Sebagai gambaran, rumput yang diberikan pada sapi akan dikonsumsi sekitar 2%, atau dalam bentuk segar sekitar 10% dari bobot badan. Sebaliknya, bahan kering jerami hanya memungkinkan dikonsumsi 0,9-1,5% dari bobot badan. Itu menunjukkan masih perlunya pemberian rumput atau hijauan konvensional lainnya, di samping pakan tambahan. Di samping itu, pencampuran beberapa bahan pakan akan melengkapi kandungan nutrisi atau saling menutup kekurangan.

Di antara limbah tanaman pangan, jerami serealia bergizi rendah, jerami kacang-kacangan sedikit lebih baik, sedangkan daun ubi kayu dan batang-daun ubi jalar bergizi tinggi (Tabel 1). Di antara limbah industri pengolahan tanaman pangan, hanya sekam padi yang kurang layak sebagai pakan basal. Hijauan pakan dengan kandungan protein 7% hanya dapat dijadikan pakan basal, bukan untuk produksi (pertumbuhan, bunting, dan menyusui). Rumput alam rata-rata berkadar protein 6-7%.

Ditinjau dari kandungan protein dan serat kasarnya, hanya kakao yang limbah seratnya dapat dijadikan pakan basal (Tabel 2). Limbah perkebunan lain mempunyai kandungan protein lebih rendah dan kandungan serat kasar lebih tinggi. Oleh karena itu, penggunaannya sebagai pakan basal harus dicampur dengan hijauan pakan konvensional seperti rumput atau hijauan leguminosa.

Tabel 1. Komposisi kimia limbah tanaman pangan untuk pakan basal.

Bahan	Bahan kering (%)	% dari bahan kering				
		Protein	Serat kasar	Abu	Lemak	Referensi
Jerami						
Padi	39,8	5,5	28,1	23,8	0,9	1
Jagung	38,9	7,6	24,4	10,6	1,7	1
Kedelai	84,8	7,7	42,2	8,6	1,8	1
Kacang tanah	19,2	10,1	25,5	12,3	1,0	2
Ubi jalar	80,5	14,3	39,5	20,0		3
Daun						
Ubi kayu	25,2	28,2	46,1	7,8	7,7	4
Jagung muda	72,6-76,3	5,4-7,3	24,7-29,4	14,8-18,7	1,0-1,6	5

Sumber: (1) Supriadi *et al.* (2004); (2) Mathius *et al.* (1983); (3) Sulistiono (1976); (4) Kuswandi *et al.* (1983); (5) Anggraeni (2006).

http://serverntb/psekp/

Tabel 2. Komposisi kimia limbah perkebunan untuk sumber pakan basal.

Bahan	Bahan kering (%)	% dari bahan kering				
		Protein	Serat kasar	Abu	Lemak	Referensi
Industri sawit						
Pelepah	26,1	3,1	50,9	5,1	1,1	1
Serat perasan	93,1	6,2	48,1	5,9	3,2	1
Tandan kosong	92,1	3,7	47,9	7,9	4,7	1
Lumpur sawit	92,1	3,7	47,9	7,9	4,7	1
Industri gula						
Pucuk tebu	39,0	4,9-5,5	35,0-57,0	5,3	1,4	2
Ampas tebu						
Limbah kakao	50,0	2,7	43,0-60,0	2,2	0,7	2
Kulit buah	89,5	6,4	27,6	1,5	10,6	3
Kulit biji	90,1	20,4	11,7	14,8-18,7	6,0	
Kopi: kulit	89,1	8,1	34,2	8,0	1,1	3,4

Sumber: (1) Mathius (2009); (2) Gonzales (2005); Chaji dan Nasserian (2006); Karkoadi *et al.* (2006); (3) Hutagalung dan Chang (1978) *dalam* Olubamiwa *et al.* (2006); (4) JNMT (2000).

Pakan Tambahan

Sumber Pakan Tambahan

Di samping sumber serat sebagai pakan basal, industri pengolahan hasil pertanian juga menghasilkan bahan pakan tambahan padat gizi (energi, protein, mineral). Kelayakan suatu bahan untuk pakan tambahan ditandai oleh kandungan protein 18% atau lebih dan serat kasar maksimum 18%. Kandungan serat kasar berhubungan negatif dengan kandungan energi siap pakai. Bahan pakan tambahan yang berasal dari industri pengolahan hasil pertanian umumnya memenuhi syarat sebagai pakan tambahan sumber energi atau protein.

Pakan Tambahan Asal Limbah Tanaman Pangan

Dedak padi sudah menjadi pakan tambahan yang populer pada peternakan berbasis tanaman pangan. Bahan ini dapat menjadi satu-satunya pakan penguat pada ruminansia. Dalam ransum komplit, penggunaannya pada sapi dapat sampai 40%. Tumpi (dedak) jagung dapat menjadi komponen konsentrat sapi sampai 75% dan menghasilkan pertambahan bobot badan 0,82-0,85 kg/ekor/hari (Hartati *et al.* 2005). Sementara itu onggok, hasil ikutan pabrik tapioka, sebagai sumber energi dapat mengisi 15-60% dalam pakan penguat (Boer *et al.* 2003). Onggok dan tetes mengandung protein yang rendah, namun kedua bahan ini potensial sebagai sumber energi.

Sebagai pakan tambahan sumber protein, bungkil kedelai dan bungkil kacang tanah dapat dimasukkan ke dalam konsentrat hingga sekitar 20%, bergantung pada kualitas bahan lain. Bungkil ini tertinggi kandungan proteinnya, sedangkan ampas tahu dan ampas kecap mengandung protein dalam level medium di antara pakan tambahan asal limbah tanaman pangan (Tabel 3).

Tabel 3. Komposisi kimia limbah tanaman pangan untuk pakan tambahan.

Bahan	Bahan kering (%)	% dari bahan kering			
		Protein	Serat kasar	Abu	Lemak
Dedak padi	85,7	13,0	13,8	10,9	9,0
Dedak jagung	92,9	14,6	11,6	8,2	5,6
Onggok	86,8	2,2	17,9	1,9	0
Bungkil kedelai	88,6	46,3	8,6	8,2	15,0
Bungkil kacang tanah	88,8	31,4	6,3	6,3	11,4
Ampas tahu	14,7	25,2	20,7	5,7	5,6
Ampas kecap	86,9	21,1	17,2	6,8	7,6

Sumber: Sutarti *et al.* (1976); Sutardi *et al.* (1979); JNMT (2000).

Pakan Tambahan Asal Limbah Perkebunan

Dari hasil ikutan pengolahan kelapa, hanya bungkilnya yang baru dimanfaatkan sebagai pakan, yaitu sebagai komponen konsentrat. Kelemahan dari bungkil kelapa adalah kandungan aflatoksin (Mathius dan Sinurat 2001), di samping mudah tengik kalau disimpan lama. Bungkil kelapa lebih umum digunakan pada ransum unggas dan konsentrat ruminansia dalam jumlah relatif rendah karena tingginya kandungan lemak. Penggunaannya pada konsentrat sapi dapat sampai 10-32%. Bahan ini tidak sebaik bungkil kedelai karena kandungan proteinnya lebih rendah (20%).

Bungkil inti sawit sudah umum dijadikan komponen konsentrat di Malaysia, namun belum lazim di Indonesia. Bungkil inti sawit, di samping lebih rendah kandungan lemaknya, pada proses pengepresan yang sempurna dalam proses pembuatan minyak, substratnya (sakarosa, protein, lemak) terproteksi sebagian dari pencernaan pada rumen, sehingga setelah dicerna di usus, nutrisi-nutrisi ini diserap dan dimanfaatkan oleh jaringan tubuh sehingga meningkatkan produksi ternak. Bungkil inti sawit aman diberikan dalam ransum ruminansia dengan proporsi 20-30% (Mariyono dan Krishna 2009; Mathius 2009). Pemberian yang berlebihan dapat menyebabkan kembung pada sapi.

Lumpur sawit dan bungkil inti sawit dapat digunakan sebagai sumber protein dan energi dalam konsentrat. Lumpur sawit mudah busuk dalam penyimpanan yang lama sehingga harus disimpan dan digunakan dalam keadaan kering. Belum ada anjuran penggunaannya, dan karena tingginya kandungan lemak harus dibatasi porsinya, misalnya 10% di antara bahan pakan rendah lemak.

Batang tebu atau cairan batang tebu dapat dijadikan pakan sumber energi pada ruminansia dan sebagai bahan gula untuk manusia. Di Indonesia, tetes dijadikan sumber energi, mudah tersedia dan dapat diberikan pada sapi sampai 15%, berfungsi sebagai perangsang nafsu makan dan perekat. Pemberian tetes lebih dari itu dapat mengurangi konsumsi pakan basal. Karena sifatnya yang mudah rusak oleh udara luar dan air, pemberiannya harus sekali habis.

Bungkil biji kapuk kaya protein (Tabel 4), tetapi nilai biologisnya rendah karena mengandung gosipol sehingga kecernaannya rendah (46,1%). Pemberian yang berlebihan (lebih dari 10%) dapat mengganggu reproduksi. Pada penggunaan sepanjang tahun, pembatasan bungkil biji kapuk dalam konsentrat komersial tidak lebih dari 9% (Mariyono 2007 *dalam* Mariyono dan Krishna 2009).

http://sinyonsekp/

Tabel 4. Komposisi kimia limbah tanaman perkebunan untuk pakan tambahan.

Bahan	Bahan kering (%)	% dari bahan kering			
		Protein	Serat kasar	Abu	Lemak
Bungkil kelapa	90,2	19,8	7,8	8,4	12,3
Bungkil sawit	85,7	13,0	13,8	10,9	9,0
Bungkil kapuk	89,1	29,8	20,2	8,2	7,1
Tetes tebu	20,0-27,0	4,5	0	7,3	0
Lumpur kakao	8,7	20,8	13,4	7,8	33,0

Sumber: Sutarti *et al.* (1976); Laconi (1991) *dalam* Rakhmani (2005); Mathius (2009).

TEKNOLOGI PENINGKATAN MUTU PAKAN LOKAL

Berbeda dengan dedak dan bungkil yang merupakan pakan pelengkap gizi pada ternak yang diberi hijauan, pakan serat limbah pertanian tidak dapat langsung diberikan kepada ternak tanpa penambahan pakan penguat yang dapat menaikkan konsumsi, kecernaan, dan efisiensi pakan. Rumput dan rambanan sudah lazim digunakan untuk pakan ternak, sedangkan pakan inkonvensional khususnya limbah pertanian perlu diuji palatabilitasnya dan diperbaiki mutunya sebelum dijadikan pakan ruminansia. Hal yang lebih penting untuk dilakukan adalah mengupayakan agar gizi serat limbah dapat menyerupai gizi rumput. Untuk itu diperlukan beberapa perlakuan atau pengolahan, baik secara fisik, kimiawi, maupun biologis. Perlakuan sederhana terhadap pakan antara lain adalah: (1) penjemuran sebelum disajikan, seperti pada daun ubi kayu, (2) penyosohan pada biji sorgum, (3) perendaman dalam air untuk lamtoro dan umbi, (4) penaburan kapang pada kulit buah kakao, dan (5) perendaman dengan air kapur pada daun kaliandra.

Perendaman dan Perebusan

Cara sederhana untuk memperbaiki kecernaan bahan pakan adalah mengeliminasi zat antinutrisi seperti alkaloid dan asam biru. Perendaman, baik dengan air biasa atau air kapur, dapat dilakukan dalam segala cuaca dan hasilnya cukup efektif. Hanya penyajiannya pada ternak harus terlebih dahulu dijemur atau diangin-anginkan. Menurut Kuswandi (2011), perebusan juga dapat menurunkan kandungan teobromin pada hasil ikutan kakao. Produk ini harus segera disajikan pada ternak dan tidak dapat disimpan, kecuali dalam bentuk kering.

Pelayuan dan Pengeringan

Pelayuan merupakan usaha sementara sebelum pakan diberikan untuk mengurangi bau menyengat atau kadar racun. Sebagai contoh, daun ubi kayu perlu dilayukan atau dijemur sebelum diberikan pada ternak untuk menghilangkan asam biru. Demikian juga daun gamal akan dikonsumsi lebih banyak setelah dilayukan atau dijemur terlebih dahulu.

Pengeringan dengan cara penjemuran lebih murah dan mudah dilakukan, namun tidak memungkinkan pada musim hujan. Hijauan yang tersimpan dalam kondisi segar (mengandung 20% air atau lebih) akan menimbulkan respirasi (perusakan) karbohidrat oleh mikroba. Di samping itu, penjemuran yang tidak sempurna dapat mendatangkan jamur dan mikotoksin. Dengan penjemuran pada hari-hari terik selama 2-3 hari, bahan pakan dapat disimpan langsung atau digiling sebelum disimpan. Pengeringan juga dapat menghilangkan racun yang terkandung dalam pakan. Beberapa alkaloid berkurang kadarnya dengan perendaman dan dilanjutkan dengan pengeringan. Walaupun bahan pakan tahan disimpan lama apabila kadar airnya kurang dari 10%, sebagian nutrisi akan hilang. Untuk mencegah kehilangan tersebut diperlukan pengeringan hingga kadar air 13-14%. Di samping dapat disimpan lama, perlakuan pengeringan dan penggilingan dapat menaikkan konsumsi pakan (Muhaemin *et al.* 2001). Sebagai contoh, rumput kering yang dipotong-potong hanya dikonsumsi 1,9% dari bobot hidup, namun dengan penggilingan konsumsinya naik menjadi 2,4% dari bobot hidup, atau meningkat 26,3% (Kuswandi 2003).

http://sewuah.wordpress.com

Pembuatan Silase

Teknik ensilase merupakan pilihan yang lebih praktis pada musim hujan. Dengan cara pemadatan bahan dan penutupan rapat untuk meniadakan ruang udara, diharapkan bahan dapat disimpan dalam keadaan tetap segar dan tidak mengalami kerusakan akibat terhentinya aktivitas mikroba aerobik. Pemadatan dilakukan dengan terlebih dahulu melayukan dan memperkecil ukuran bahan, dan bila ditutup tanah dan diberi beban, udara dalam silo akan keluar sehingga mencegah terjadinya respirasi. Dalam praktik, hal ini tidak mungkin dilakukan secara sempurna. Salah satu cara untuk menjebak kerja bakteri pembusuk adalah menambahkan sumber gula sederhana seperti tetes sebelum bahan silase dipadatkan dan ditutup rapat (dihampaudarakan). Percepatan respirasi oleh zat gula ini mencegah perusakan bahan pokok dan mempercepat terjadinya pencemaran bagi bakteri pembusuk itu sendiri. Pengayaan dengan unsur nitrogen dapat dilakukan melalui ensilasi untuk meningkatkan kualitas pakan.

Pembentukan Pelet

Pemeletan dapat dilakukan sebagai tindak lanjut dari pengeringan bahan pakan. Dalam bentuk pelet, pakan dapat menghemat ruang, mudah disimpan dan diangkut dalam jumlah banyak dan murah, serta mengurangi polusi. Cara ini memberi keleluasaan kepada pengusaha industri pakan untuk mempromosikan pakan yang praktis dalam pemberiannya. Dalam bentuk pelet, ransum berbasis hijauan leguminosa kering dapat dikonsumsi hingga 3,7-4,0% dari bobot hidup (Kuswandi dan Robbards 1999). Dalam bentuk segar, domba mengonsumsi pakan kurang dari 3% dan sapi kurang dari 2,5% dari bobot hidup.

Amoniasi

Zat-zat kimia yang dapat digunakan di antaranya adalah NaOH dan $Ca(OH)_2$, amonium hidroksida, dan urea. Urea sudah umum digunakan untuk amoniasi jerami padi, walaupun peternak belum secara luas mempraktikkannya. Dengan amoniasi, rantai fraksi serat dipotong menjadi lebih sederhana sehingga dapat dicerna oleh ternak. Dengan turunnya kadar serat, kandungan protein kasar menjadi naik dan energi menjadi lebih tersedia bagi ternak. Tingkat penggunaan urea umumnya 4-6% dari bobot jerami kering atau 1-1,5 kg urea untuk tiap 100 kg jerami kering panen. Dalam penggunaannya, urea dilarutkan dalam air, misalnya 25 liter sebelum disemprotkan pada jerami. Kurang lebih 3 minggu kemudian jerami siap disajikan setelah terlebih dahulu diangin-anginkan. Amoniasi dapat dilakukan dengan cara yang sama terhadap bahan lain, seperti jerami serealia lainnya, pucuk tebu, dan kulit buah kakao. Biasanya amoniasi dipadukan dengan perlakuan fisik, misalnya bahan dipotong-potong lalu direndam dalam larutan NaOH, dibuat pelet lalu diberi perlakuan NaOH dan sebagainya.

Fermentasi Biologis

Fermentasi bahan pakan memungkinkan bagi pencernaan komponen gizi yang sulit dicerna oleh bakteri. Beberapa kapang yang telah berhasil diinokulasikan untuk memperbaiki kualitas pakan adalah *Aspergillus niger*, *A. orizae*, *Pleurotus* sp., dan *Trichoderma viride*. Untuk mencegah cemaran oleh mikroba lain, terlebih dahulu bahan direbus. Setelah dihamparkan dan ditaburi serbuk kapang yang diinginkan, bahan pakan dapat dimanfaatkan setelah 3-5 hari. Bahan yang dapat difermentasi untuk keperluan ini banyak macamnya, seperti serat limbah dan onggok. Di samping menghasilkan energi tersedia lebih tinggi, kandungan protein pakan juga meningkat.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

(1) Keterbatasan lahan untuk penyediaan hijauan pakan ternak ruminansia perlu diatasi melalui integrasi tanaman-ternak.

(2) Kualitas hijauan pakan asal limbah pertanian umumnya lebih rendah dari rumput sehingga belum layak sebagai pengganti rumput. Peningkatan konsumsi dan kecernaan pakan asal limbah tanaman dapat direkayasa dengan memperbaiki mutu bahan pakan melalui perlakuan fisik, kimiawi, atau biologis.

(3) Upaya memaksimalkan produktivitas pakan lokal dapat dicapai dengan memformulasi ransum yang dapat memasok nutrisi yang seimbang melalui peragaman bahan pakan dan pelengkapan mineral dan vitamin.

(4) Pada saat terjadi krisis pakan, limbah palawija dan limbah tanaman perkebunan dapat digunakan untuk mencegah atau mengurangi penyusutan bobot hidup ternak, sedangkan pada musim surplus pakan difungsikan untuk tujuan target produksi.

(5) Pengembangan teknologi pakan lokal memerlukan kerja sama peternak dan swasta atau integrasi usaha peternakan dengan tanaman pangan dan perkebunan, disertai dengan pengembangan industri pakan.

http://sinarlib.litbang.deptan.go.id/

Saran Kebijakan

(1) Diperlukan pengembangan industri pakan yang menjamin ketersediaan pakan sepanjang tahun di setiap sentra produksi ternak.

(2) Sosialisasi penerapan teknologi dan sistem pemberian pakan secara *in situ* yang bersifat spesifik lokasi.

(3) Fasilitasi pelatihan teknis, demonstrasi teknologi pengolahan pakan, dan kunjungan lapang untuk pelaku usaha ternak.

(4) Perluasan dan perbaikan infrastruktur penunjang transportasi dalam pendistribusian pakan lokal.

DAFTAR PUSTAKA

Ali, U., U. Kalsum, dan Badriyah. 2000. Performans sapi peranakan Friesian Holstein dara terhadap suplementasi silase kulit pisang dalam pakan. Buletin Peternakan, Fapet UGM. hlm. 254-259.

Anggraeni, Y.N., U. Umiyasih, dan N.H. Krishna. 2006. Potensi limbah jagung siap rilis sebagai sumber hijauan sapi potong. hlm. 149-153. Dalam:

Prosiding Lokakarya Nasional Jejaring Pengembangan Sistem Integrasi Jagung-Sapi, Pontianak, 9-10 Agustus 2006. Pusat Penelitian dan Pengembangan Peternakan, Bogor.

Aritonang, D. 1986. Perkebunan kelapa sawit, sumber pakan ternak di Indonesia. Jurnal Penelitian dan Pengembangan Pertanian 5(4): 93-99.

Bamualim, A.M., Kuswandi, A. Azahari, dan B. Haryanto. 2008. Sistem usahatani tanaman-ternak. hlm. 19-33. Dalam: Prosiding Seminar Sistem Integrasi Tanaman-Ternak Bebas Limbah, Bogor, 22-23 Mei 2007. Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanaman Pangan, Bogor.

Boer, M., P.B. Arizal, Y. Hendri, dan Ermidias. 2003. Tingkat penggunaan onggok sebagai bahan pakan penggemukan sapi bakalan. hlm. 99-103. Dalam: Prosiding Seminar Nasional Peternakan dan Veteriner, Bogor, 29-30 September 2003. Pusat Penelitian dan Pengembangan Peternakan, Bogor.

Chaji, M. and A.A. Nasserian. 2006. Chemical composition and *in situ* dry matter digestibility of sugarcane pith treated with steam at high pressures. p. 182. In: Proc. Br. Soc. Anim. Sci.

Davis, C.H., M. Saadullah, F. Dolberg, and M. Haque. 1983. Ammonia treatment of straw for cattle production in intensive agrarian agriculture. pp. 1-25 In: Proceeding of 4th Seminar held in Bangladesh, 2-4 May 1983.

Ginting, S.P. dan A. Tarigan. 2006. Kulitas nutrisi *Stenotaphrum secundatum* dan *Brachiaria humidicola* pada kambing. JITV 11(4): 273-279.

Gonzalez, G. V. 2005. Alternative uses of biomass in Mexico. Paper presented at Universidad Autonoma Metropolitana, Iztapalapa, D.F. Mexico. vini@xanum.uam.mx. [26 April 2007].

Guntoro, S., Sriyanto, N. Suyasa, dan M.R. Yasa. 2006. Pengaruh pemberian limbah kakao olahan terhadap pertumbuhan sapi bali. hlm. 116-120. Dalam: Prosiding Seminar Nasional Peternakan dan Veteriner, Bogor, 5-6 September 2006. Pusat Penelitian dan Pengembangan Peternakan, Bogor.

Hartati, Mariyono, dan D.B. Wiyono. 2005. Respons pertumbuhan sapi peranakan ongole dan silangan pada kondisi pakan berbasis *low external input*. hlm. 195-200. Dalam: Prosiding Seminar Nasional Peternakan dan Veteriner, Bogor, 12-13 September 2005. Pusat Penelitian dan Pengembangan Peternakan, Bogor.

JNMT (Jurusan Nutrisi dan Makanan Ternak). 2000. Potensi dan prospek bahan pakan alternatif. Buletin Peternakan Fapet UGM: 16-18.

http://indevelopment.id/

Karkoadi, K., M. Zahedifar, A. Mirhadi, and M.M. Shahrebabak. 2006. Effect of steam pressure treatment on physico-chemical properties and bio-utilization of sugarcane bagasse. p. 175. In: Proc. Br. Soc. Anim. Sci.

Kuswandi, A. Semali, dan M.E. Siregar. 1983. Usaha mendapatkan hijauan rumput benggala dan limbah kacang-kacangan tanaman pangan dengan sistem tanam ganda. hlm. 105-110. Dalam: Prosiding Seminar Pemanfaatan Limbah Pangan dan Limbah Pertanian untuk Makanan Ternak. LKN-LIPI, Yogyakarta, 10-12 Januari 1983.

Kuswandi. 1990. Kemungkinan pendayagunaan lahan antara tanaman kelapa untuk usaha peternakan. hlm. 208-218. Dalam: Prosiding Simposium I Hasil Penelitian dan Pengembangan Tanaman Industri. Buku II. Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanaman Industri, Bogor, 25-27 Juli 1989.

Kuswandi and I. Sutikno. 1991. The effect of industrial by-products as additives on the quality of *Brachiaria brizantha* silages. pp. 199-204. In: Proceeding of Workshop on Agricultural Biotechnology, Bogor, 21-24 May 1991. Central Research Institute for Food Crops, Bogor.

Kuswandi and G.E. Robards. 1999. The efficiency of utilization by growing sheep of rice hull-based rations containing protein meals. p. 259. In: Proc. Aust. Soc. Anim. Prod.

Kuswandi. 2003. Penggunaan nitrogen pada domba yang sedang bertumbuh. Saripati hasil penelitian dipresentasikan sebagai salah satu syarat untuk usulan kenaikan pangkat/golongan dari IV-b ke IV-c. Balai Penelitian Ternak, Bogor, 4 September 2003.

Kuswandi. 2007. Teknologi pakan untuk limbah tebu sebagai pakan ternak ruminansia. Wartazoa 17(2): 82-92.

Kuswandi. 2011. Teknologi Pemanfaatan Pakan Lokal untuk Menunjang Peningkatan Produksi Ternak Ruminansia. Orasi Pengukuhan Profesor Riset. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian, Jakarta.

Mariyono dan N.H. Krishna. 2009. Pemanfaatan dan keterbatasan hasil ikutan pertanian serta strategi pemberian pakan berbasis limbah pertanian untuk sapi potong. Wartazoa 19(1): 31-42.

Mathius, I. W., M. Rangkuti, dan L. Batubara. 1983. Pemanfaatan jerami kacang tanah sebagai makan domba. hlm. 143-151. Dalam: Prosiding Seminar Pemanfaatan Limbah Pangan dan Limbah Pertanian untuk Makanan Ternak. LKN-LIPI, Yogyakarta, 10-12 Januari 1983.

Mathius, I.W. dan A.P. Sinurat. 2001. Pemanfaatan bahan pakan inkonvensional untuk ternak. Wartazoa 11(2): 20-31.

http://sapidb/pustaka/

Mathius, I.W. 2009. Produk samping industri kelapa sawit dan teknologi pengayaan sebagai bahan pakan sapi yang terintegrasi. hlm. 65-110. Dalam: Sistem Integrasi Ternak-Tanaman: padi-sawit-kakao. Pusat Penelitian dan Pengembangan Peternakan, Bogor.

Muhaemin, M., D.A. Setiawan, Kuswandi, dan D. Rusendi. 2001. Rekayasa desain mesin pengkubus hijauan sebagai alternatif teknologi pengolahan pakan ternak dalam upaya penyediaan pakan di musim kemarau. Lembaga Penelitian Universitas Padjadjaran, Bandung dan Pusat Penelitian dan Pengembangan Peternakan, Bogor.

Olubamiwa, O., S.M. Ikyo, A.B. Adebowale, A.B. Omojola, and R.A. Hamzat. 2006. Effect of boiling time on the utilization of cocoabean shell in laying hen feeds. Int. J. Poult. Sci. 5(12): 1137-1139.

Rakhmani, S.I.W. 2005. Peningkatan nilai gizi bahan pakan dari limbah pertanian melalui fermentasi. hlm. 66-74. Dalam: Prosiding Lokakarya Nasional Potensi dan Peluang Pengembangan Usaha Agribisnis Kelinci, Jakarta.

Singh, K. and C.S. Prasad. 2002. Potential of nutritional technologies in improving livestock productivity. pp. 132-146. In: P.S. Birthal and P.P. Rao (Eds.). Proceedings of Workshop on Documentation, Adoption and Impact of Livestock Technologies in India, 18-19 January 2002. ICRISAT, Patancheru, India

Sirait, J. 2008. Luas daun, kandungan klorofil dan laju pertumbuhan rumput pada naungan dan pemupukan berbeda. JITV 13(2): 109-116.

Sukha, D.A. 2003. Potential value added products from Trinidad and Tobago cocoa. pp. 69-73. In: Proceedings of Seminar and Exhibition on the Revitalization of the Trinidad and Tobago Cocoa Industry: Targets, Problems and Options. The Association of Professional and Agricultural Scientists of Trinidad and Tobagon (APASST). Fac. Sci. Agric. Univ. West Indies, 20 September 2003.

Sulistiyono, H.S. 1976. Ilmu Bahan Makanan Ternak. Fakultas Peternakan dan Perikanan Universitas Diponegoro, Semarang.

Supriadi, Soeharsono, dan H. Hanafi. 2004. Potensi rumput hermada (*Sorghum bicolor* (L), Moench) untuk mendukung *crop-livestock syserns* di lahan kering Kabupaten Gunung Kidul, Daerah Istimewa Yogyakarta. hlm. 533-439. Dalam: Prosiding Seminar Nasional Sistem Integrasi Tanaman-Ternak, Denpasar, 20-22 Juli 2004.

Sutardi, T. 1979. Ketahanan protein bahan makanan terhadap degradasi oleh mikroba rumen dan manfaatnya bagi peningkatan produktivitas ternak. hlm 91-100. Dalam: Prosiding Seminar Penelitian dan

Penunjang Pengembangan Peternakan, Bogor, 5-8 November 1979. Lembaga Penelitian Peternakan, Bogor.

Sutarti, H., A. Djajanegara, A. Rays, dan T. Manurung. 1976. Hasil Analisa Bahan Makanan Ternak. Laporan No. 3. Lembaga Penelitian Peternakan, Bogor.

Tedjowahyono, S., A. Musofie, N.K Wardhani, and K. Ma'sum. 1981. Preparation of cane tops silage with addition of molasses and urea. Proceedings of First Asean Workshop on the Technology of Animal Feed Production Utilizing Food Waste Materials, Bandung, 26-28 August 1981.

Wan Zahari, M., O.B. Hasan, H.K. Wong, and J.B. Liang. 2003. Utilization of oil palm frond-based diets for beef cattle production in Malaysia. Asia-Aust. J. Anim. Sci. 16(4): 625-634.

Yuangkiang, C., M. Wanapat, and C. Wachirapakorn. 2005. Effects of pelleted sugarcane tops on voluntary feed intake, digestibility and rumen fermentation in beef cattle. Asian-Aust. J. Anim. Sci. 18(1): 22-26.

http://serverlib/psekp/

Strategi Pengendalian Hama dan Penyakit Tanaman Menghadapi Perubahan Iklim

MUHAMMAD ARIFIN

Balai Besar Pengkajian dan Pengembangan Teknologi Pertanian
Jalan Tentara Pelajar No. 10, Bogor 16114
E-mail: ardjuna78@yahoo.com

ABSTRAK

Hama dan penyakit tanaman (HPT) merupakan salah satu faktor pembatas produksi pertanian yang kehidupannya dipengaruhi oleh iklim, terutama suhu dan kelembapan udara. Terjadinya eksplosi beberapa jenis HPT akhir-akhir ini diduga dipicu oleh perubahan iklim. Untuk mengurangi dampak perubahan iklim, terutama terhadap penurunan produksi pangan karena meningkatnya serangan HPT, diperlukan dua aspek pendukung. Pertama, antisipasi, yakni membuat ramalan iklim akurat untuk jangka waktu 3-4 bulan (semusim) ke depan agar petani dapat memutuskan apakah harus menanam atau tidak. Kedua, adaptasi, yaitu mengurangi kerentanan dan meningkatkan ketahanan tanaman. Strategi pengendalian HPT menghadapi perubahan iklim terbagi menjadi (1) strategi antisipasi: sistem peringatan dini, *indigenous knowledge* (pranata mangsa dan lain-lain) dan PHT biointensif, dan (2) strategi adaptasi: pengaturan waktu tanam yang tepat dan penggunaan varietas lokal dan unggul baru spesifik lokasi.

Kata kunci: tanaman, perubahan iklim, hama, penyakit, pengendalian, produktivitas tanaman, adaptasi, mitigasi

http://servelitbang.com

PENDAHULUAN

Dalam 5 tahun ke depan (2010-2014), Kementerian Pertanian mencanangkan empat target utama pembangunan pertanian, yakni: (1) pencapaian swasembada dan swasembada berkelanjutan, (2) peningkatan diversifikasi pangan, (3) peningkatan nilai tambah, daya saing, dan ekspor, serta (4) peningkatan kesejahteraan petani. Dalam pencapaian swasembada dan swasembada berkelanjutan, dua komoditas pangan utama padi dan jagung sudah dalam posisi swasembada, sehingga target ke depan adalah mempertahankan swasembada (swasembada berkelanjutan), bahkan diharapkan dapat dijadikan komoditas ekspor. Sementara tiga komoditas pangan utama lainnya (kedelai, gula, dan daging sapi) ditargetkan mencapai swasembada pada tahun 2014. Pada tahun 2014, target produksi kelima komoditas utama tersebut masing-masing 75,7 juta ton untuk padi, 29,0 juta ton jagung, 2,7 juta ton kedelai, 4,8 juta ton gula, dan 0,6 juta ton daging sapi (Kementan 2009).

Permasalahan mendasar yang dihadapi pada saat ini dan ke depan untuk mencapai target swasembada komoditas pangan utama, terutama padi, antara lain meningkatnya kerusakan lingkungan dan perubahan iklim global. Salah satu bentuk perubahan iklim adalah terjadinya fenomena El-Nino dan La-Nina yang akhir-akhir ini sering terjadi. Perubahan iklim juga telah menyebabkan eksplosi populasi beberapa jenis hama dan penyakit tanaman (HPT).

Pengurangan dampak perubahan iklim, terutama terhadap penurunan produksi pangan akibat meningkatnya serangan HPT, memerlukan dua aspek pendukung, yaitu: (1) antisipasi, yakni membuat ramalan iklim akurat untuk jangka waktu 3-4 bulan (semusim) ke depan agar petani dapat memutuskan untuk menanam atau tidak, dan (2) adaptasi, yaitu mengurangi kerentanan dan meningkatkan ketahanan tanaman.

Makalah ini membahas strategi pengendalian HPT menghadapi perubahan iklim dan tindakan adaptasi terhadap perubahan iklim dalam upaya penyelamatan dan peningkatan produksi pertanian.

DAMPAK PERUBAHAN IKLIM

Dampak perubahan iklim global antara lain terjadinya gangguan terhadap siklus hidrologi dalam bentuk perubahan pola dan intensitas curah hujan. Salah satu bentuk perubahan iklim adalah terjadinya fenomena El-Nino yang berhubungan dengan kemarau panjang atau kekeringan, dan La-Nina yang berhubungan dengan banjir.

http://sel.litbang.deptan.go.id/ps/ikp/

Sejak tahun 1998 telah terjadi kenaikan suhu yang mencapai 1^{o}C, sehingga diprediksi akan terjadi lebih banyak curah hujan dengan peningkatan 2-3% per tahun. Dalam 5 tahun terakhir, rata-rata luas lahan sawah yang terkena banjir mencapai 29.743 ha (11.043 ha di antaranya puso) dan 82.472 ha terkena kekeringan (8.497 ha di antaranya puso). Kondisi ini cenderung meningkat pada tahun-tahun ke depan (Kementan 2009).

Dampak terhadap Produktivitas Pertanian

Perubahan iklim menyebabkan terjadinya pergeseran musim, yakni semakin singkatnya musim hujan namun dengan intensitas curah hujan yang tinggi. Hal ini berakibat pada bergesernya pola tanam dan kalender tanam, perubahan keanekaragaman hayati, eksplosi hama dan penyakit pada tanaman dan hewan, yang pada akhirnya menurunkan produksi pertanian. Musim kemarau yang lebih panjang mengakibatkan gagal panen, krisis air

bersih, dan kebakaran hutan, sedangkan musim hujan dengan intensitas curah hujan yang tinggi menyebabkan kerusakan pertanaman karena kerusakan tanah akibat banjir dan tanah longsor.

Kekeringan dan kebanjiran merupakan dua bentuk bencana alam yang berpengaruh langsung terhadap produksi pertanian karena dapat menyebabkan gagal panen. Pada tahun 2005-2006 telah terjadi kemarau panjang sehingga terjadi keterlambatan musim hujan pada tahun 2006. Semula diperkirakan pada September-Oktober telah turun hujan, tetapi kenyataannya hujan mulai turun pada Oktober-November, bahkan di beberapa provinsi, hujan baru mulai turun pada Desember. Sebelumnya, musim kemarau pada tahun 2005 dimulai pada April-Mei sehingga musim kemarau cukup panjang pada tahun tersebut. Terjadinya pergeseran musim dan perubahan pola hujan memicu kerawanan pangan dan merugikan petani karena menurunkan hasil pertanian yang selanjutnya berpengaruh terhadap pendapatan petani.

Mekanisme pengaruh perubahan iklim terhadap produktivitas tanaman dapat dijelaskan sebagai berikut. Tanaman membutuhkan CO_2 untuk pertumbuhannya. Peningkatan konsentrasi CO_2 di atmosfer akan merangsang proses fotosintesis untuk meningkatkan pertumbuhan tanaman dan produktivitas pertanian. Sebaliknya, kenaikan suhu di permukaan bumi berpengaruh kurang menguntungkan terhadap pertanian karena mengurangi bahkan menghilangkan pengaruh positif dari kenaikan CO_2. Pengaruh negatif kenaikan CO_2 antara lain meningkatnya suhu iklim global, meningkatnya respirasi, dan menurunnya produktivitas tanaman. Estimasi kenaikan suhu terbaik saat ini adalah yang dihasilkan oleh *General Circulation Models* (GCM), bahwa kenaikan suhu 2,5-5,5^{o}C diikuti oleh kenaikan laju sirkulasi hidrologi sebesar 5-15% (IPCC 2007).

http://perpustakaan.litbang.deptan.go.id

Dampak terhadap Populasi HPT

HPT merupakan salah satu faktor pembatas produksi tanaman. Hama mengganggu tanaman secara fisik, sedangkan penyakit menimbulkan gangguan fisiologis pada tanaman. Perikehidupan HPT dipengaruhi oleh faktor iklim, terutama suhu dan kelembapan udara. Faktor iklim tersebut berpengaruh langsung terhadap kemampuan bertahan hidup (*survival rate*) dan keperidian (*fecundity*) hama, serta perbanyakan dan penyebaran penyakit. Menurut FAO (2008), suhu dan curah hujan sangat berpengaruh terhadap pola hidup spesies, antara lain perubahan sebaran geografis, siklus hidup spesies, dinamika populasi, perpindahan lokasi habitat alami, serta struktur dan komposisi ekosistem.

Faktor iklim juga berpengaruh tidak langsung terhadap vigor dan fisiologi tanaman inang yang akhirnya memengaruhi ketahanan tanaman terhadap HPT. Suhu berpengaruh terhadap sintesis senyawa metabolit sekunder seperti alkaloid dan flavonoid yang berpengaruh terhadap ketahanannya terhadap HPT. Pengaruh tidak langsung juga berkaitan dengan musuh alami hama (predator, parasitoid, dan patogen serangga). Sebagai contoh, perkembangan populasi ulat *Spodoptera exigua* pada bawang merah lebih tinggi pada musim kemarau, selain karena laju pertumbuhan intrinsik juga disebabkan oleh tingkat parasitasi dan tingkat infeksi patogen serangga yang rendah (Hikmah 1997). Pengaruh iklim terhadap perkembangan HPT dapat dikategorikan ke dalam tiga bentuk, yaitu eskalasi, perubahan status, dan degradasi status HPT.

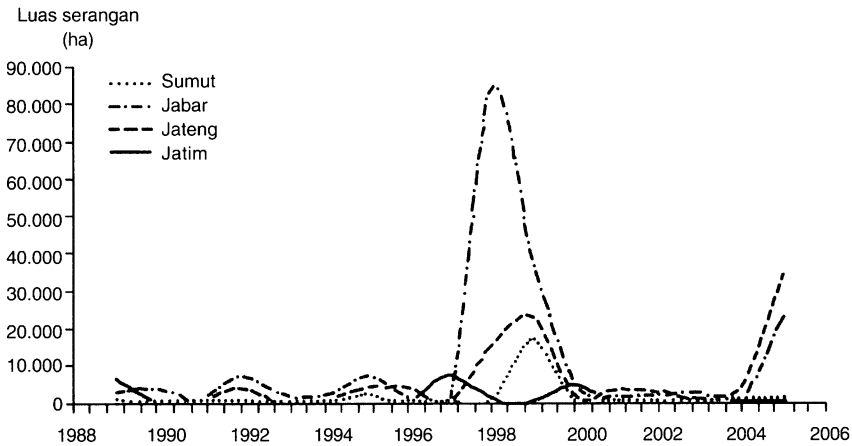
Eskalasi

Kejadian El-Nino pada tahun 1997 yang diikuti oleh La-Nina pada tahun 1998 menstimulasi terjadinya eksplosi (*outbreak*) beberapa jenis HPT. Pada kondisi yang ditandai oleh fluktuasi suhu dan kelembapan udara yang semakin meningkat, kerusakan tanaman yang diakibatkan oleh HPT menjadi lebih besar. Sebagai contoh, serangan wereng batang coklat di Jalur Pantura Jawa telah merusak sedikitnya 10.644 ha tanaman padi di Kabupaten Cirebon, 419 ha di antaranya dinyatakan puso (Pikiran Rakyat 2005 *dalam* Susanti *et al*. 2011).

Hak cipta perlindungan

Serangan HPT padi di beberapa tempat mengalami fluktuasi dan cenderung meningkat dari tahun ke tahun. Total serangan HPT secara nasional pada periode Januari-Juni 2006 mencapai 135.988 ha, 1.274 ha di antaranya puso. Luas serangan ini lebih besar dibandingkan dengan periode yang sama pada tahun sebelumnya. Pertanaman padi yang terkena serangan pada periode Januari-Juni 2005 seluas 129.284 ha. Beberapa jenis hama yang ditemukan antara lain penggerek batang padi, wereng batang coklat, tikus, dan tungro (Kompas 2006 *dalam* Susanti *et al*. 2011). Kejadian El-Nino pada tahun 1997 yang diikuti La-Nina pada tahun 1998 berdampak terhadap eksplosi hama wereng batang coklat di beberapa provinsi di Indonesia, terutama di Jawa Barat (Gambar 1).

Contoh lain, dalam beberapa tahun terakhir serangan *Thrips* sp. makin meningkat di berbagai daerah pertanaman cabai seperti Brebes, Tegal, Pati, Klaten, Magelang, dan Wonogiri. *Thrips* lebih berkembang pada musim kemarau, terutama bila kemaraunya makin kering dan suhu makin panas. Sebagai pembanding, populasi *Thrips palmi* pada terung di Taiwan mengalami perkembangan optimum pada suhu 25-30^{o}C. Selain itu, serangan antraknosa cabai (*Colletotrichum* sp.) pada tahun-tahun terakhir ini juga makin berat. Cendawan fitopatogen ini berkembang pada musim hujan dengan suhu 25-30^{o}C. Hasil penelitian dalam ruang terkendali



Gambar 1. Luas serangan wereng batang coklat di Indonesia, 1989-2005 (Direktorat Perlindungan Tanaman 2006) .

menunjukkan bahwa peningkatan kadar CO_2 dari 350 menjadi 700 ppm meningkatkan jumlah bercak dan keparahan penyakit antraknosa (Wiyono 2007).

Hingga saat ini belum ada penelitian komprehensif tentang hubungan perubahan iklim dan HPT di lapangan. Namun, pada kondisi iklim yang berubah, HPT menjadi semakin merusak atau tingkat kerusakannya lebih besar. Penyakit yang meningkat tajam adalah kresek atau *bacterial leaf blight* (BLB) pada padi yang disebabkan oleh bakteri *Xanthomonas oryzae* pv. *oryzae* (Wiyono 2007). Bakteri ini ditularkan melalui percikan air sehingga hujan yang disertai angin akan memperberat serangan. Peningkatan suhu akan mendorong perkembangan penyakit ini. Terjadinya anomali musim, yakni masih adanya hujan pada musim kemarau, juga dapat menstimulasi serangan HPT. Waktu tanam yang tidak serempak dan kondisi cuaca yang tidak menentu juga dapat menjadi pemicu serangan HPT.

Patogen yang ditularkan melalui vektor perlu mendapat perhatian karena kerusakan tanaman akan berlipat ganda akibat patogen yang ditularkan oleh serangga vektornya. Peningkatan suhu udara merangsang terjadinya eksplosi serangga vektor. Oleh karena itu, penyebaran dan intensitas penyakit diduga juga akan mengalami eksplosi. Indonesia memiliki beberapa penyakit penting, seperti virus kerdil rumput dan virus kerdil hampa yang ditularkan oleh wereng batang coklat dan virus kerdil kedelai yang ditularkan oleh kutu hijau (*Aphis glycines*). Selain memengaruhi pertumbuhan dan aktivitas vektor, peningkatan suhu juga mendorong aktivitas patogen lainnya. Patogen

yang memiliki adaptabilitas pada kisaran suhu yang cukup luas akan mudah beradaptasi dengan meningkatnya suhu udara.

Peningkatan Status

Perubahan iklim juga dapat mengubah status HPT yang sebelumnya kurang penting menjadi penting. Contoh, penggerek padi merah jambu (*Sesamia inferens*) semula tidak sebanyak penggerek batang padi kuning (*Scirpophaga incertulas*) dan penggerek batang padi putih (*Scirpophaga innotata*). Hasil pengamatan pada bulan April-Mei 2007 di Indramayu, Magelang, Semarang, Boyolali, Kulonprogo, dan Ciamis menunjukkan bahwa dominasi penggerek merah jambu dalam komunitas penggerek meningkat (Wiyono 2007). Kalshoven (1981) menyatakan bahwa penggerek merah jambu banyak berkembang di daerah-daerah kering yang mempunyai iklim kemarau yang jelas. Masih menjadi pertanyaan apakah peningkatan dominasi penggerek merah jambu berkaitan dengan musim kemarau yang lebih panjang.

Virus gemini pada tanaman cabai dan tomat merupakan contoh lain yang fenomenal. Semula, virus ini bukan penyakit penting, tetapi sejak tahun 2007 paling merusak hampir di semua sentra produksi cabai dan tomat di Jawa (Wiyono 2007). Epidemi penyakit ini ditentukan, antara lain, oleh dinamika populasi serangga vektor, yaitu kutu kebul (*Bemisia tabaci*). Data biologi populasi *B. tabaci* menunjukkan bahwa laju pertumbuhan intrinsik dipengaruhi oleh suhu. Laju pertumbuhan intrinsik *B. tabaci* pada tanaman tomat meningkat dengan meningkatnya suhu, yakni 0,045 pada 17°C menjadi 0,123 pada 30°C (Bonaro *et al.* 2007).

Salah satu dampak perubahan iklim yang berpengaruh terhadap hama adalah banjir. Beberapa jenis hama disebarkan mengikuti aliran air. Contoh, semula keong emas tidak dijumpai di persawahan Bojonegoro, namun setelah banjir besar pada tahun 2007 keong emas menjadi banyak dan merusak tanaman padi muda. Kejadian serupa juga terjadi pada tahun 1999 di Karawang, Indramayu, dan Tasikmalaya (Wiyono 2007).

Pada tahun 1997, penyakit moler (*twisting*) pada bawang merah yang disebabkan oleh *Fusarium oxysporum* bukan merupakan penyakit penting, baik di dataran rendah maupun tinggi (Triwidodo *et al.* 1998). Namun, dalam beberapa tahun terakhir, penyakit tersebut meningkat statusnya menjadi penting di berbagai sentra produksi, seperti Brebes. Pertumbuhan optimum *F. oxysporum* terjadi pada suhu 25-30°C dan pada suhu lebih tinggi tanaman mengalami stres dan lebih rentan terhadap *F. oxysporum*. Sulit mengatakan bahwa meningkatnya suhu merupakan satu-satunya penyebab meningkatnya status penyakit ini karena terkait juga dengan kandungan bahan organik tanah yang rendah dan penyebaran penyakit yang makin

meluas melalui umbi bibit. Namun, tampaknya suhu cukup berkontribusi dalam meningkatkan keparahan penyakit *twisting*.

Degradasi

Hasil pengamatan dalam beberapa tahun terakhir menunjukkan terjadinya penurunan intensitas penularan penyakit hawar daun tomat oleh *Phytophthora infestans*. Pada bulan April-Mei 2007, musim hujan di Jawa, penyakit ini jarang sekali ditemukan pada tanaman tomat di dataran tinggi. Sebelumnya, penyakit ini merupakan penyakit tomat terpenting di dataran tinggi. Penyakit hawar daun tomat lebih berkembang pada kondisi suhu yang sejuk (18-22^{o}C) dan lembap (Wiyono 2007). Selain itu, pada tahun 1997, penyakit embun bulu yang disebabkan oleh *Peronospora destructor* merupakan penyakit paling penting pada bawang merah di dataran tinggi (Triwidodo *et al.* 1998). Namun, sejak tahun 2007, intensitas penularan penyakit ini sangat rendah dan dianggap tidak penting lagi oleh petani. Ini karena suhu bumi yang meningkat sehingga kondisi dataran tinggi pun menjadi lebih hangat.

Fakta di atas menunjukkan indikasi kuat adanya kaitan perubahan iklim seperti peningkatan suhu dengan masalah HPT di Indonesia. Untuk memahami masalah secara komprehensif perlu dilakukan kajian khusus mengenai dampak iklim terhadap perubahan status HPT sehingga dapat dirumuskan langkah antisipasi yang tepat, baik oleh pemerintah maupun masyarakat.

http://serveit.litbang.deptan.go.id/

UPAYA PENURUNAN DAMPAK PERUBAHAN IKLIM

PBB dan organisasi internasional lainnya telah melakukan upaya penurunan dampak perubahan iklim. Pada tahun 1979, *United Nations Environmental Programme* (UNEP) telah menyelenggarakan konferensi pertama se-dunia mengenai perubahan iklim, kemudian pada tahun 1992 menyelenggarakan *Earth Summit* di Rio de Janeiro tentang upaya pengurangan pemanasan global, dilanjutkan dengan *Protokol Kyoto* pada tahun 1997 yang mengharuskan negara-negara maju bertanggung jawab untuk menurunkan emisinya. Hal yang disepakati adalah adanya prinsip "siapa yang mencemari maka dia harus bertanggung jawab (*polluters pay*)" bagi setiap negara yang menyetujui perjanjian ini. Namun yang jelas, ada kesadaran dan pengakuan bahwa tanggung jawab tersebut muncul berdasarkan sejarah pembangunan masa lalu, merekalah yang menyebabkan pemanasan global.

Untuk menghadapi perubahan iklim diperlukan dua aspek yang mendukung; pertama, adaptasi yaitu mengurangi kerentanan dan

meningkatkan ketahanan tanaman, kedua, mitigasi yaitu penanggulangan dengan menurunkan emisi gas rumah kaca. Adaptasi dapat dilakukan oleh petani, antara lain dengan melakukan penyesuaian pola tanam dengan pola hujan yang ada pada kalender tanam, pemilihan varietas unggul baru padi tahan cekaman ekstrem dan berumur genjah, serta penerapan teknologi pengelolaan air, pemupukan, dan pengendalian HPT. Mitigasi dapat dilakukan dengan memanfaatkan sumber daya alam dengan mengurangi emisi gas rumah kaca, antara lain dengan memilih varietas beremisi rendah, misalnya Way Apo Buru, dan penerapan teknologi irigasi berselang (*intermittent irrigation*).

Pengamanan Produksi

Pengamanan produksi dimaksudkan untuk mengatasi gangguan HPT dan dampak anomali iklim, mengamankan kualitas produksi dari residu pestisida dan kehilangan hasil akibat penanganan panen dan pascapanen yang tidak benar. Gangguan HPT dapat diatasi dengan menerapkan pendekatan pengendalian hama terpadu (PHT) dengan mengintegrasikan berbagai cara pengendalian yang kompatibel sehingga HPT tidak menimbulkan kerugian. Pengamanan kualitas produksi dari residu pestisida dapat diupayakan melalui pemantauan residu pestisida, penggunaan pestisida secara bijaksana, dan pengembangan penerapan agens hayati. Pengamanan hasil dari dampak anomali fenomena iklim dapat dilakukan dengan memperkuat antisipasi agar kerusakan tanaman dapat dihindari. Upaya mengurangi kehilangan hasil dapat dilakukan dengan menerapkan teknologi panen dan pascapanen (Kementan 2009).

http://...

Dukungan yang Diperlukan

Strategi, rencana aksi, dan dukungan kementerian/lembaga lain yang diperlukan bagi upaya adaptasi, mitigasi, dan antisipasi dampak perubahan iklim, khususnya terhadap HPT (Kementan 2009) adalah sebagai berikut:

(1) Strategi: (a) pengoptimalan pengelolaan sumber daya lahan dan air/irigasi, (b) penyesuaian pola tanam/pengelolaan, (c) perakitan dan penyiapan teknologi adaptif, dan (d) penerapan teknologi adaptif.

(2) Rencana aksi: (a) pemetaan daerah rentan perubahan iklim (rawan bencana banjir, kekeringan, prioritas penanganan), (b) perakitan peta kalender tanam dinamis, (c) pengembangan sistem informasi iklim dan bencana, (d) pengembangan sistem peringatan dini banjir, (e) perbaikan dan pengembangan jaringan irigasi dan drainase, normalisasi dan peningkatan kapasitas waduk/bangunan penyimpan air, (f) konservasi DAS kritis hulu utama di Jawa, Sulawesi, dan Sumatera, antara lain melalui

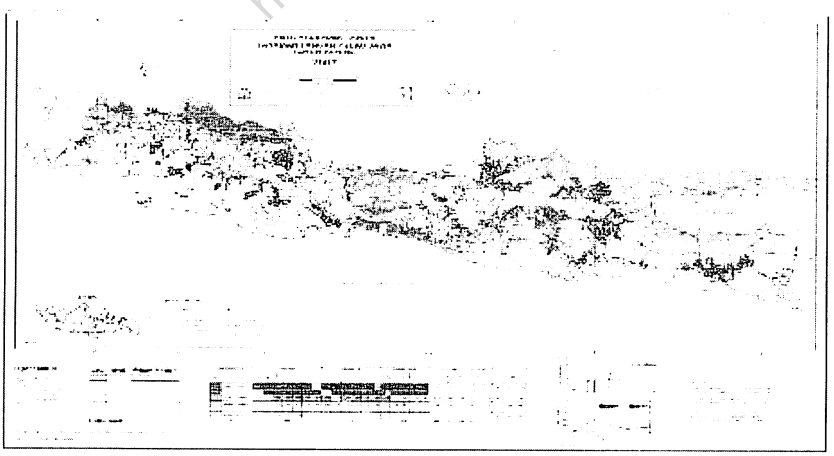
pengembangan tanaman pohon/buah, (g) perakitan varietas unggul tanaman pangan adaptif (toleran genangan, kekeringan, salinitas, umur genjah, HPT), (h) perakitan teknologi pupuk organik/hayati/pembenah tanah, (i) perakitan teknologi budi daya/pengelolaan lahan/tanah/pemupukan, (j) sosialisasi teknologi dan model untuk adaptasi perubahan iklim, (k) sosialisasi dan pengembangan *system of rice intensification* (SRI), pengelolaan tanaman-ternak, dan teknologi hemat air lainnya.

(3) Dukungan kementerian/lembaga lain: Kementerian Koordinator Kesejahteraan Rakyat, Kementerian Pekerjaan Umum, Kementerian Dalam Negeri, Kementerian Lingkungan Hidup, Badan Meteorologi, Klimatologi dan Geofisika (BMKG), Kementerian Riset dan Teknologi, Lembaga Pemerintah-Lembaga Pemerintah Non-Kementerian, dan Dinas/Pemerintah Daerah.

Kementerian Pertanian telah menyiapkan kalender tanam padi (Gambar 2) untuk setiap provinsi dan kabupaten di Indonesia. Peta kalender tanam yang merupakan hasil koordinasi Kementerian Pertanian dengan BMKG, selain disusun berdasarkan kondisi periode tanam petani saat ini, juga berdasarkan tiga kejadian iklim, yaitu tahun basah, tahun normal, dan tahun kering. Dengan demikian, kalender dan pola tanam yang akan diterapkan dapat disesuaikan dengan masing-masing kondisi iklim tersebut (Suswono 2011).

Berdasarkan kalender tanam, pemerintah daerah dapat membuat langkah terobosan untuk mengantisipasi kondisi iklim saat ini. Beberapa langkah yang diharapkan menjadi terobosan pertama yakni memberikan

http://perpustakaan.litbang.deptan.go.id/



Gambar 2. Peta kalender tanam (tahun kering/El-Nino) di Jawa.

benih-benih unggul yang mempunyai potensi hasil tinggi dan adaptif terhadap perubahan iklim serta tahan HPT. Benih-benih unggul tersebut dikembangkan melalui kegiatan *on farm* dengan pengawalan intensif. Pola pengawalannya dengan menerapkan Sekolah Lapang Pengelolaan Tanaman dan Sumber Daya Terpadu (SL-PTT), *System of Rice Intensification* (SRI), Sekolah Lapang PHT (SL-PHT), dan Sekolah Lapang Iklim (SLI) (Suswono 2011).

Sampai saat ini BMKG belum dapat memberikan ramalan apakah akan terjadi intensitas curah hujan yang tinggi pada musim kemarau/hujan mendatang. Para penyuluh dan petani lebih banyak menggunakan naluri dan kebiasaan lokal. Jika diprediksi akan terjadi curah hujan yang tinggi pada musim kemarau mendatang maka petani di lahan sawah tadah hujan dan lahan sawah pasang surut dapat mengubah pola tanamnya dari tanaman palawija ke padi, atau dari kondisi tidak ditanami (bera) menjadi ditanami padi.

ANTISIPASI DAN ADAPTASI DAMPAK PERUBAHAN IKLIM TERHADAP HPT

Untuk menghadapi perubahan iklim dalam kaitannya dengan perkembangan HPT diperlukan strategi antisipasi dan adaptasi yang harus menjadi rencana strategis Kementerian Pertanian.

Strategi Antisipasi

Pemantauan terhadap dinamika serangan HPT yang dikaitkan dengan perubahan iklim perlu direalisasikan sebagai upaya antisipasi. Untuk masa mendatang, sistem peringatan dini (*early warning system*) serangan HPT perlu dibangun. Implementasinya perlu ditunjang oleh kelembagaan yang tepat dan kuat, penelitian dan pengembangan tentang prediksi iklim dan pemodelannya harus dikembangkan untuk mendukung peningkatan akurasi prediksi serangan HPT di masa yang akan datang. Selain itu, SL-PHT, SLI, SL-PTT, dan Sekolah Lapang Pertanian merupakan upaya peningkatan kapasitas petani (Susanti *et al*. 2011).

Menghadapi perubahan iklim dalam kaitan dengan perkembangan HPT diperlukan beberapa langkah yang sesuai. Kajian komprehensif dampak perubahan iklim terhadap HPT perlu dilakukan untuk menentukan langkah yang tepat bagi pemerintah maupun petani. Selain itu diperlukan peningkatan pemahaman petani terhadap agroekosistem sehingga lebih jeli dalam mengamati dan menyikapi perubahan yang ada. Beberapa

pengetahuan pribumi (*indigenous knowledge*) yang didasari atas pengaturan masa tanam, seperti pranata mangsa dalam masyarakat Jawa, perlu dikaji kembali untuk menghadapi perubahan yang berlangsung. Melihat masalah HPT yang makin berat dari tahun ke tahun perlu pendekatan sistem PHT biointensif (*bio-intensive* IPM) yang mengoptimalkan sumber daya hayati yang ada. Untuk itu, diperlukan kerja sama di antara petani, pemerintah (pusat-daerah), perguruan tinggi/lembaga penelitian, dan lembaga sosial masyarakat (LSM) (Wiyono 2007).

Berikut ini disajikan beberapa langkah antisipasi perubahan iklim.

(1) Mengubah pola tanam padi-padi-padi menjadi padi-padi-palawija atau padi-palawija-palawija berdasarkan kalender tanam untuk memutus rantai perkembangbiakan HPT padi.

(2) Mencegah dan menanggulangi HPT melalui pembinaan, koordinasi, dan pemantauan evaluasi; insentifikasi petugas POPT-PHP; implementasi teknologi berdasarkan pendekatan PHT; deteksi dini dan mitigasi dampak anomali iklim serta pengendalian HPT.

(3) Mengembangkan PTT sebagai suatu pendekatan dalam budi daya tanaman yang menekankan pada pengelolaan tanaman, lahan, air, dan HPT secara terpadu dengan tujuan mempertahankan dan meningkatkan produktivitas tanaman secara berkelanjutan dan efisiensi produksi dengan memerhatikan sumber daya dan kemampuan yang ada. PTT menekankan pada prinsip partisipasi yang mempertimbangkan pengalaman, keinginan, dan kemampuan petani dalam menerapkan teknologi. Komponen teknologi dalam PTT terkait dengan: (a) benih bermutu dan bersertifikat dari varietas unggul spesifik lokasi, (b) pengelolaan tanah secara sempurna sesuai kondisi tanah, (c) penanaman tepat waktu dan tepat cara, (d) pengaturan tata air yang tepat, (e) penggunaan pupuk organik, (f) pengendalian HPT dengan pendekatan PHT, dan (g) penanganan panen dan pascapanen terbaik.

Dalam rangka pengamanan produksi dan meminimalkan dampak negatif anomali iklim perlu dilakukan upaya peningkatan pengetahuan dan kemampuan petugas dalam mengelola dan menganalisis faktor-faktor iklim seperti curah hujan, suhu, dan kelembapan, dan selanjutnya memanfaatkannya dalam kegiatan budi daya tanaman sesuai agroklimat setempat. Untuk terlaksananya pengamanan produksi dan serangan HPT, peningkatan kemampuan petugas lapangan dan petani terhadap pemahaman kaidah PHT perlu ditingkatkan. Salah satu model peningkatan pengetahuan dan kemampuan petugas lapangan dan petani dalam mengelola dan menganalisis faktor iklim/cuaca dan serangan HPT adalah melalui kegiatan magang sekolah lapang (SLI dan SL-PHT) di berbagai lembaga penelitian dan perguruan tinggi.

Strategi Adaptasi

Penerapan teknologi diarahkan untuk mengatasi kekeringan maupun banjir akibat perubahan iklim, salah satunya dengan pengaturan waktu tanam dan penggunaaan varietas lokal. Walaupun secara umum produktivitas jagung lokal tidak tinggi, tetapi sangat tahan terhadap kekeringan. Pada musim kemarau dan tidak ada irigasi, tidak satupun varietas jagung hibrida yang dapat tumbuh, namun varietas lokal tetap tumbuh dan berproduksi. Sayangnya, varietas lokal tersebut sudah hampir punah.

Penanganan yang lebih ramah lingkungan dalam pengendalian HPT penting dilakukan karena makin beratnya serangan beberapa jenis HPT akhir-akhir ini. Penanganan sembarangan dengan pestisida kimia dapat memicu ledakan HPT yang lebih besar. Penggunaan varietas tahan, mulsa organik, pengendalian HPT secara mekanis (pemungutan), penggunaan pestisida nabati, dan agens pengendali hayati dapat mengurangi kerusakan lingkungan. Khusus untuk padi, varietas yang direkomendasikan untuk menanggulangi dampak perubahan iklim disajikan dalam Tabel 1.

http://serverlib/pseekp/

Tabel 1. Varietas padi yang direkomendasikan untuk mengatasi berbagai cekaman lingkungan

Karakteristik cekaman	Varietas
Kekeringan	Dodokan, Silugonggo, Situ Bagendit, Situ Patenggang, Limboto, Inpago 5, Inpari 1, 10, 11, 12, 13
Umur sangat genjah	Inpari 11, 12, 13
Rendaman/banjir	Inpara 3, 4, 5
Salinitas	Margasari, Dendang, Lambur, Lalan, Indragiri, Air Tenggulang, Banyuasin
Wereng batang coklat	Inpari 2, 3, 4, 6, 13
Hawar daun bakteri	Inpari 1, 4, 6, 11
Suhu tinggi (35^{o}C)	N22 (plasma nutfah)
GRK rendah	Padi sawah irigasi (IR64, Ciherang, Way Apo Buru, Inpari 1), padi rawa (Batanghari, Air Tenggulang, Banyuasin, Punggur)

KESIMPULAN

(1) Perubahan iklim dapat menstimulasi terjadinya eksplosi hama atau epidemi penyakit tanaman, serta menyebabkan perubahan status HPT dari kurang penting menjadi penting atau sebaliknya, dari penting menjadi kurang penting.

(2) Upaya menurunkan dampak perubahan iklim terhadap HPT memerlukan strategi, antara lain mengembangkan sistem PTT sebagai suatu pendekatan dalam budi daya tanaman yang menekankan pada pengelolaan tanaman, lahan, air, dan HPT secara terpadu dengan tujuan mempertahankan dan meningkatkan produktivitas tanaman secara berkelanjutan dan efisiensi produksi dengan memerhatikan sumber daya dan kemampuan yang ada.

(3) Untuk menyiapkan antisipasi dampak perubahan iklim diperlukan analisis kerentanan dampak perubahan iklim, inventarisasi dan delineasi wilayah yang terkena dampak, serta penyusunan peta jalan rencana aksi adaptasi dan mitigasi perubahan iklim dan lingkungan. Selain itu perlu dirakit dan disiapkan berbagai teknologi adaptif untuk upaya adaptasi, seperti varietas unggul, teknologi pengelolaan lahan dan air, pemupukan, dan paket teknologi adaptasi perubahan iklim.

http://perpustakaan.litbang.deptan.go.id

DAFTAR PUSTAKA

Bonaro, O., A. Lurette, C. Vidal, and J. Fargues. 2007. Modelling temperature-dependent bionomics of *Bemisia tabaci* (Q-biotype). Physiol. Entomol. 32: 50-55.

FAO. 2008. Climate related transboundary pest and disease. Technical Background Document from The Expert Consultation. FAO, Rome, Italy.

Hikmah, Y. 1997. Tingkat parasitasi larva *Spodoptera exigua* pada musim hujan dan musim kemarau. Skripsi. Program Sarjana, Institut Pertanian Bogor, Bogor.

IPCC. 2007. Climate Change 2007 – The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the IPCC.

Kalshoven, L.G.E. 1981. Pests of Crops in Indonesia. PT Ichtiar Baru-van Hoeve, Jakarta.

Kementan. 2009. Rancangan Rencana Strategis Kementerian Pertanian Tahun 2010-2014. Kementerian Pertanian, Jakarta. 199 hlm.

Susanti, E., F. Ramadhani, E. Runtunuwu, dan I. Amien. 2011. Dampak perubahan iklim terhadap serangan organisme pengganggu tanaman. Open House MT 1 BB Padi tahun 2011, Sukamandi, 23-24 Februari 2011.

Suswono. 2011. Strategi Kementerian Pertanian menghadapi anomali iklim. Open House MT 1 BB Padi tahun 2011, Sukamandi, 23-24 Februari 2011.

Triwidodo, H., T.S. Yuliani, D. Prijono, dan S. Wiyono. 1998. Pengembangan teknologi dan pemasyarakatan PHT bawang merah. Laporan Akhir Penelitian Hibah Bersaing Dikti. Lembaga Penelitian Institut Pertanian Bogor, Bogor.

Wiyono, S. 2007. Perubahan iklim dan ledakan hama dan penyakit tanaman. Seminar Sehari tentang Keanekaragaman Hayati di tengah Perubahan Iklim: Tantangan masa depan Indonesia, Jakarta, 28 Juni 2007. KEHATI. 9 hlm.

http://serverlib/psekp/

Strategi Pengembangan Domba Unggul Hasil Penelitian Pemuliaan

ISMETH INOUNU

Pusat Penelitian dan Pengembangan Peternakan
Jalan Raya Pajajaran, Kav E 59, Bogor 16151
E-mail: i_inounu@yahoo.com

ABSTRAK

Pengembangan ternak domba unggul hasil penelitian memerlukan strategi yang layak secara biologis dan ekonomis. Untuk itu perlu didukung oleh struktur produksi yang berorientasi kepada sistem usaha yang mengutamakan efisiensi yang terdiri atas tiga strata, yaitu: (1) strata produksi pembibit dengan produk utamanya berupa induk ternak domba yang mempunyai genetik unggul, (2) strata produksi penghasil ternak domba bakalan, dan (3) strata produksi akhir yang menghasilkan ternak domba potong. Untuk dapat bersaing secara ketat di pasar global, produksi ternak domba harus memerhatikan bibit yang responsif terhadap masukan teknologi maupun tingkat efisiensinya. Sejalan dengan harapan tersebut, tulisan ini menawarkan program pengembangan ternak domba unggul hasil penelitian pemuliaan berbasis agribisnis. Balai Penelitian Ternak (Balitnak) telah berhasil membentuk dua galur domba komposit, yaitu galur domba komposit Sumatera dan galur domba komposit Garut. Mengingat keterbatasan sarana maupun prasarana yang ada di Balitnak, pengembangan ternak domba unggul hasil penelitian pemuliaan harus dilakukan melalui kerja sama dengan peternak multiplikator untuk memperbanyak ternak unggul di inti. Selanjutnya, ternak-ternak dari inti ini dikembangkan melalui pola inti-plasma terbuka. Ternak jantan unggul dari inti mengalir ke plasma. Untuk meningkatkan partisipasi dalam program ini, peternak kolaborator perlu dilibatkan sejak dalam perancangan. Untuk mengatasi keterbatasan lahan sebagai sumber hijauan pakan ternak, maka lokasi perbanyakan ternak unggul maupun pengembangan ternak komersial perlu dilaksanakan dengan sistem integrasi ternak-tanaman (*crop livestock system*). Untuk meningkatkan daya tawar peternak pada saat mendapatkan *input* maupun memasarkan produk, perlu dibentuk kelompok peternak yang dibimbing dan didampingi oleh peneliti dan penyuluh secara intensif. Untuk suksesnya program pengembangan ternak unggul hasil penelitian, maka dukungan kebijakan pemerintah dalam hal kemudahan perizinan usaha, tata ruang, permodalan, dan perizinan ekspor ternak sangat dibutuhkan.

Kata kunci: domba, pemuliaan, ternak, strategi pengembangan, dukungan kebijakan

PENDAHULUAN

Pengembangan ternak domba unggul hasil penelitian memerlukan strategi yang memenuhi kriteria kelayakan secara biologis dan ekonomis. Hal tersebut perlu pula didukung oleh struktur produksi yang berorientasi kepada sistem usaha yang mengutamakan efisiensi yang terdiri atas tiga strata, yaitu: (1) strata produksi pembibit yang produk utamanya berupa induk-induk ternak domba yang mempunyai kapasitas genetik yang unggul, (2) strata produksi penghasil ternak domba bakalan, dan (3) strata produksi akhir yang menghasilkan ternak domba potong atau lebih dikenal sebagai usaha penggemukan.

Strata produksi penghasil bibit merupakan komponen yang sangat penting karena berperan sebagai usaha hilir dari keseluruhan sistem produksi ternak domba penghasil daging. Ternak domba yang dihasilkan merupakan kombinasi antara faktor genetik dan lingkungan, di mana faktor genetik merupakan komponen dasar yang dimiliki oleh ternak, sedangkan faktor lingkungan adalah kondisi yang memberi kesempatan agar potensi genetik dapat ditonjolkan sehingga terbentuk suatu produk yang unggul dari segi biologis. Strata ini memerlukan keahlian, ketekunan, biaya, dan waktu yang panjang. Untuk itu sangat tepat apabila strata ini dipegang oleh pemerintah. Dalam hal ini, Balai Penelitian Ternak (Balitnak) atau Balai Pembibitan Ternak Unggul (BPTU) memegang peranan penting.

Komponen penghasil ternak bakalan merupakan suatu usaha ternak domba yang menggunakan bibit unggul untuk menghasilkan ternak yang siap digemukkan atau digunakan dalam proses produksi lainnya berdasarkan permintaan pasar. Dalam kondisi ini, biaya produksi harus minim bahkan kalau memungkinkan *zero cost*. Biasanya ini dapat terlaksana pada peternakan rakyat dengan sistem gembala, di mana ternak mendapatkan pakan dari alam secara 'gratis'.

Komponen usaha penggemukan merupakan usaha ternak domba yang merespons pasar dalam hal permintaan daging domba secara langsung melalui pengaturan produksi dan skala penggemukan. Pada strata ini tidak masalah apabila dibutuhkan *input* pakan dengan biaya tinggi karena produknya akan berkaitan langsung dengan pasar.

Fenomena yang terjadi di Indonesia sampai saat ini adalah peternak tradisional berperan sekaligus sebagai pembibit, penyedia bakalan, dan penghasil domba siap potong. Penyebab dari kondisi seperti itu adalah fungsi utama dari usaha ternak domba sebagai tabungan. Hal ini didukung oleh sifatnya yang tidak padat modal dan relatif mudah dipelihara. Hal ini dapat berjalan dengan baik selama usaha tidak berorientasi kepada keuntungan.

Apabila usaha ternak domba akan diarahkan kepada kegiatan usaha yang berorientasi agribisinis, maka mau tidak mau harus memerhatikan perkembangan teknologi budi daya ternak dari berbagai aspek, mulai dari pemuliaan, reproduksi, pakan, pemeliharaan dan pengendalian penyakit di satu pihak, dan dorongan permintaan pasar terhadap daging ternak yang sangat elastis terhadap pendapatan konsumen di lain pihak. Oleh karena itu, sistem produksi ternak domba harus ditingkatkan kemampuannya antara lain melalui spesialisasi komponen usaha seperti ketiga macam komponen model pengembangan tersebut.

Beranjak dari basis efisiensi usaha melalui spesialisasi komponen produksi ternak domba, diharapkan komoditas ini mampu memiliki keunggulan komparatif maupun kompetitif, khususnya dalam menghadapi era pasar global. Untuk dapat bersaing di pasar global, produksi ternak domba harus memerhatikan bibit yang responsif terhadap masukan teknologi maupun efisiensi. Sejalan dengan harapan tersebut, tulisan ini menawarkan strategi pengembangan ternak domba unggul hasil penelitian pemuliaan berbasis agribisnis.

TERNAK DOMBA HASIL PEMULIAAN

Domba lokal memiliki beberapa kelebihan, antara lain dapat beranak sepanjang tahun dan dapat bunting kembali dengan baik 3 bulan setelah beranak atau beranak setiap 8 bulan sekali. Dengan demikian, seekor induk dengan jumlah anak satu ekor per kelahiran dapat menghasilkan 3 ekor anak dalam 2 tahun, atau rata-rata 1,5 ekor anak per tahun. Pembentukan domba di Balitnak didasari oleh hasil penelitian sebelumnya atas pemisahan galur domba garut menjadi ternak prolifik ($FecJ^{F}FecJ^{F}$), medium ($FecJ^{F}FecJ^{+}$), dan nonprolifik ($FecJ^{+}FecJ^{+}$). Ternak ini mempunyai daya adaptasi yang baik terhadap lingkungan (Bradford dan Inounu 1996) dan tahan terhadap endoparasit (Raadsma *et al.* 2002). Ternak domba prolifik mempunyai anak sekelahiran rata-rata 2,5 ekor per induk, induk medium prolifik menghasilkan anak sekelahiran rata-rata 2,0 ekor per induk, sedangkan ternak nonprolifik menghasilkan anak sekelahiran rata-rata 1,2 ekor per induk (Inounu *et al.* 1999). Dengan demikian, satu duplikat gen FeJ^{F} mampu meningkatkan jumlah anak sekelahiran rata-rata 0,8 ekor per induk. Namun domba lokal mempunyai kelemahan, di antaranya tubuh yang kecil sehingga bobot anak yang dilahirkan juga kecil, dan produksi susu induk rendah sehingga kebutuhan susu anak tidak dapat dipenuhi, terutama pada ternak prolifik. Hal ini mengakibatkan pertumbuhan anak rendah dan tingkat kematian anak tinggi.

Untuk meningkatkan bobot lahir dan produksi susu induk dibentuk domba komposit yang dapat memecahkan masalah tersebut. Kegiatan dimulai pada tahun 1995, di mana Balitnak melakukan persilangan dengan mengawinkan domba Garut betina (GG) sebanyak 34 ekor dengan pejantan domba *St.Croix* (HH) untuk menghasilkan domba persilangan (HG). Pada tahun 1996 dilakukan persilangan antara domba Garut betina (GG) dengan domba *Moulton Charollais* (MM) dengan cara inseminasi buatan (IB) untuk mendapatkan domba persilangan (MG). Inseminasi buatan pada domba ini dilakukan dengan cara *intrauterine* menggunakan teknik laparoskopi. Hasilnya cukup menggembirakan dengan tingkat keberhasilan 71% domba berhasil beranak, lebih baik dari yang dilakukan di Tunisia dengan metode yang sama dengan tingkat keberhasilan hanya 59% (Djemali *et al.* 2009).

Domba hasil persilangan dua bangsa tersebut, HG (50% *St.Croix* : 50% Garut) dan MG (50% *Moulton Charollais* : 50% Garut) diseleksi, kemudian dikawinkan untuk menghasilkan domba persilangan tiga bangsa atau komposit, yaitu HMG (50% Garut : 25% *Moulton Charollais* : 25% *St.Croix*) hasil perkawinan antara pejantan HG dengan betina MG, dan MHG (50% Garut : 25% *Moulton Charollais* : 25% *St.Croix*) hasil perkawinan antara pejantan MG dengan betina HG.

Bobot lahir anak domba GG, HG, dan MG masing-masing untuk tipe kelahiran tunggal adalah 3,09; 3,15; dan 3,39 kg, untuk tipe kelahiran kembar dua 2,27; 2,16; 2,33 kg, dan untuk tipe kelahiran kembar tiga 1,5; 1,85; dan 1,76 kg (Inounu *et al.* 1998). Hal yang mengesankan, bobot ternak pada umur 12 bulan untuk domba GG, HG, dan MG adalah 21,25; 31,01 dan 35,48 kg untuk tipe kelahiran tunggal, untuk tipe kelahiran kembar dua adalah 20,09; 28,04; 31,50 kg, dan untuk tipe kelahiran kembar tiga 20,16; 24,65; dan 27,05 kg (Inounu *et al.* 1998).

Penelitian kemudian dilanjutkan untuk mendapatkan domba dengan komposisi darah 25% H, 25% M, dan 50% G atau disebut domba komposit. Bobot badan dewasa domba GG, MG, HG, MHG, dan HMG berturut-turut adalah 37,0; 44,1; 40,0; 43,3; dan 44,4 kg (Inounu *et al.* 2008), jauh lebih tinggi dari bobot domba komposit Sumatera yang hanya 31,6 kg dan dicapai pada umur 54 bulan (Subandriyo *et al.* 2000). Secara ekonomi, domba komposit tersebut lebih efisien 69-71% dibandingkan dengan domba GG (Inounu dan Priyanti 2009).

KENDALA PENGEMBANGAN DOMBA HASIL PEMULIAAN

Balitnak telah berhasil membentuk dua galur domba komposit, yaitu galur domba komposit Sumatera dan Garut. Hasil penelitian di stasiun percobaan maupun di lapangan menunjukkan keunggulan dari domba komposit ini

dibandingkan dengan domba lokal setempat. Namun, pengembangan domba komposit hasil penelitian pemuliaan memerlukan biaya dan komitmen yang tinggi.

Pengembangan ternak hasil pemuliaan dapat dilakukan melalui peternakan rakyat maupun swasta. Namun, jumlah peternak swasta sampai saat ini masih sangat kecil dan perannya dalam pengembangan peternakan pun sangat kecil. Peternakan domba dan kambing hampir 99% dikelola oleh rakyat. Peternakan rakyat sangat mengandalkan ketersediaan pakan dari lingkungan sekitar. Pada kondisi tertentu, ketersediaan pakan menjadi faktor pembatas bagi peternak, terutama di Jawa, yang rata-rata memelihara domba tidak lebih dari 5 ekor tiap keluarga. Selain jumlah ternak yang sedikit, jumlah pejantan juga terbatas, bahkan adakalanya tidak ada pejantan. Sistem identifikasi *pedigree* dan pencatatan produksi ternak juga tidak dilakukan dan kelembagaannya belum ada atau kalaupun ada masih sangat lemah. Dengan demikian, upaya peningkatan kualitas genetik dan teknologi pemuliaan tidak dapat diimplementasikan dengan baik.

Tingkat pengetahuan peternak rakyat tentang teknologi pemuliaan juga masih sangat kurang dan peternak enggan menanggung risiko maupun *input* yang tinggi. Dengan demikian, program pemuliaan harus dirancang dengan melibatkan peternak dan diarahkan agar sesuai dengan kebutuhan peternak, menguntungkan, tidak berisiko tinggi, jumlah kebutuhan tenaga kerja minimum, *input* minimum, dan mempertimbangkan kondisi agroekosistem setempat.

Kecilnya jumlah ternak yang mampu dipelihara oleh seorang peternak domba menyebabkan manajemen usaha ternak domba belum mengarah pada usaha komersial, masih terbatas sebagai tabungan atau penyedia dana tunai pada saat kebutuhan mendadak. Dengan perkataan lain, usaha ternak domba yang dikelola belum berorientasi agribisnis. Oleh karena itu, dalam pemasaran ternak dibutuhkan pedagang pengumpul atau belantik yang bergerak di desa, untuk kemudian dijual di pasar ternak. Dengan demikian, peternak tidak mempunyai posisi tawar pada saat menjual ternaknya. Hal ini menyebabkan peternak tidak peduli terhadap *input* teknologi, apalagi bila *input* tersebut juga meningkatkan biaya produksi.

STRATEGI PENGEMBANGAN

Pola Pengembangan Ternak Hasil Pemuliaan

Banyak pakar pemuliaan ternak menyarankan untuk mengimplementasikan pola inti-plasma untuk mengembangkan ternak hasil pemuliaan (Turner 1982; Hodges 1990; Jasiorowski 1990; Kiwuwa 1992). Hasil dari suatu

program pemuliaan harus dapat meningkatkan pendapatan peternak. Oleh karena itu diperlukan upaya untuk meningkatkan skala usaha peternakan domba yang berorientasi agribisnis. Hal ini dapat dilakukan dengan memanfaatkan lahan perkebunan karet, kelapa sawit, lada, tebu, dan kelapa sebagai sumber hijauan pakan ternak dalam suatu sistem yang terintegrasi. Dalam hal ini, buruh perkebunan dapat bertindak sebagai plasma. Melalui upaya ini, minimal kendala penyediaan pakan ternak sudah dapat teratasi. Di lain pihak, Balitnak dapat bertindak sebagai inti, yang bertanggung jawab terhadap penyediaan pejantan unggul dan sistem pencatatan (*pedigree* maupun produktivitas). Keterlibatan peneliti Balitnak langsung di lapangan sangat mendukung keberhasilan program pengembangan ternak hasil pemuliaan.

Pada pola inti-plasma tertutup, tidak ada migrasi ternak dari plasma ke inti dan semua pencatatan dilakukan terbatas di inti. Sebaliknya, pada pola inti terbuka, terdapat kemungkinan ternak unggul bermigrasi ke inti untuk terlibat dalam program pemuliaan. Dari plasma hanya ternak betina unggul yang dibolehkan memasuki inti. Jasiorowski (1990) merekomendasikan pemanfaatan pola inti-plasma terbuka untuk pengembangan ternak ruminansia kecil di daerah tropis. Pola inti-plasma terbuka dapat melibatkan populasi ternak yang lebih besar dan mengurangi kejadian *inbreeding*, walaupun membutuhkan infrastruktur dan biaya karena akan menambah pekerjaan pencatatan *pedigree* dan keragaan ternak di plasma.

Rancangan pola *breeding* yang dibuat akan berdampak terhadap hasil yang diharapkan. Sebagai contoh, seleksi terhadap jantan dan betina pada pola inti-plasma terbuka akan menghasilkan kemajuan genetik yang lebih tinggi dibanding apabila seleksi hanya dilakukan terhadap domba jantan. Bichard (1971) menyatakan bahwa jika plasma hanya mendapatkan jantan dari inti maka respons seleksi pada plasma akan tertinggal dua generasi dibanding intinya (kurang lebih 7 tahun untuk ternak domba dan kambing). Dengan membuka inti, hal ini akan mendorong kemajuan yang lebih cepat dan akan menguntungkan pola inti-plasma secara keseluruhan. Bila kondisi peternakan di inti berjalan baik, maka kemajuan di plasma akan secepat kemajuan di inti (Kinghorn 2000). Dengan rancangan pemuliaan yang optimum, respons seleksi pola inti-plasma terbuka dua strata 10-15% lebih cepat dibandingkan dengan pola inti-plasma tertutup (James 1977).

Penghasil Bibit Unggul

Upaya perbanyakan ternak hasil pemuliaan terkendala oleh terbatasnya lahan dan dana. Sebagai gambaran, untuk membentuk domba komposit Greeline di Selandia Baru dibutuhkan waktu 40 tahun dan lahan 270 ha dengan jumlah induk 2.500 ekor, betina muda 650 ekor dan pejantan muda

200 ekor (Greeline 2010). Jumlah ternak hasil pemuliaan di Balitnak terlalu kecil untuk dapat berperan secara nasional. Sempitnya lahan yang dipunyai Balitnak untuk sumber hijauan pakan merupakan faktor pembatas utama pengembangan ternak hasil penelitian pemuliaan. Untuk itu Balitnak harus bekerja sama dengan pihak kedua yang bertindak sebagai peternak multiplikator dan perlu adanya dukungan kebijakan keterlibatan pihak perkebunan/kehutanan dalam pengembangan ternak domba secara terintegrasi. Selanjutnya, dalam pembentukan kawasan peternakan perlu dukungan infrastruktur dan kebijakan pemerintah pusat maupun daerah dalam hal tata ruang, serta kemudahan perizinan usaha dan dukungan permodalan.

Untuk mengembangkan ternak hasil penelitian pemuliaan, Balitnak bertindak sebagai inti utama karena mempunyai keunggulan dari segi sumber daya manusia, sumber daya ternak unggul, strategi pemuliaan, dan strategi pengembangan ternak. Untuk melaksanakan program ini, inti harus mempunyai ternak minimal 800 ekor betina dan 80 ekor pejantan, yang kemudian 400 ekor betina dan 40 ekor pejantan akan diserahkan kepada peternak multiplikator. Apabila jumlah ternak belum memadai, maka pengembangan peternak multiplikator dapat dilakukan secara bertahap. Setiap penambahan jumlah ternak dari hasil pengembangan pada inti utama akan segera digulirkan ke peternak multiplikator untuk pengembangan lebih lanjut.

Dengan *litter size* 1,8 per induk, frekuensi beranak tiga kali dalam dua tahun, dan angka kematian prasapih sampai umur setahun 15%, maka akan dapat dihasilkan ternak jantan dan betina 918 ekor umur setahun. Dengan demikian, setiap tahun dapat dibuat satu kelompok peternak multiplikator baru. Dukungan pendanaan yang cukup dan berkesinambungan dari pemerintah untuk pemeliharaan bibit unggul pada inti sangat diperlukan.

Untuk memecahkan masalah keterbatasan sumber pakan dalam pengembangan domba, perlu dicarikan suplai hijauan pakan yang cukup sepanjang tahun. Agar program ini dapat berjalan perlu dijalin kerja sama dengan pihak perkebunan kelapa sawit, karet, kelapa, dan tebu. Integrasi domba dan karet di Sei Putih, Sumatera Utara, dapat berkembang dengan baik; selain dapat meningkatkan pendapatan keluarga pekebun juga dapat memperbaiki kesuburan tanah. Satu kepala keluarga pekebun karet mampu memelihara 40 ekor domba tanpa permasalahan yang berarti, dengan sistem penggembalaan pada pagi hari dan kembali ke kandang pada sorenya. Sepuluh keluarga secara berkelompok memperkerjakan seorang penggembala sehingga satu kelompok menggembalakan kira-kira 400 ekor domba. Dengan metode ini pendapatan peternak meningkat sehingga dapat memenuhi keperluan sehari-hari dan membiayai sekolah anaknya. Pada tahap ini digunakan sistem bagi hasil yang lebih banyak menguntungkan

pekerja kebun karena mereka harus berternak untuk keperluan inti. Pekerjaan pencatatan (*pedigree* maupun produktivitas) menjadi kewajiban mereka.

Penentuan peternak multiplikator adalah kunci utama keberhasilan program pemuliaan ternak di luar Balitnak sebagai inti utama. Untuk itu, dalam kegiatan ini aspek sosial-budaya peternak multiplikator harus diperhatikan. Program ini harus menghasilkan uang tunai dari penjualan ternak dan menguntungkan peternak, tersedianya daging untuk konsumsi rumah tangga, dan pupuk organik sebagai penghasilan tambahan. Di samping itu perlu pula diperhatikan bahwa ternak domba juga dipelihara untuk berbagai keperluan lainnya, seperti untuk tabungan maupun kurban. Bibit unggul yang dilibatkan dalam kegiatan ini harus memenuhi syarat komponen utama pada peternakan rakyat dengan produktivitas yang tinggi, dapat diterima peternak, dan beradaptasi pada lingkungan setempat. Oleh karena itu, diperlukan keterlibatan peternak dalam setiap langkah perancangan dan pelaksanaan program pemuliaan di pedesaan. Untuk mendukung hal tersebut perlu dilakukan survei pendahuluan menggunakan metode *Participatory Rural Appraisal* (PRA).

Dalam survei tersebut diteliti kemampuan peternak untuk memelihara ternak, yang meliputi fasilitas kandang, ketersediaan dan waktu luang tenaga kerja, serta ketersediaan pakan di lingkungan setempat. Selanjutnya, peternak plasma terpilih harus menandatangani surat perjanjian yang telah disetujui dalam kesepakatan bersama, dengan prinsip saling menguntungkan.

http://server.litbang.pertanian.go.id/

Kesulitan dalam implementasi program peningkatan mutu genetik di lapangan yang melibatkan peternak multiplikator adalah pembentukan pola pemuliaan yang efektif, terutama dalam hal kecilnya populasi yang dimiliki (*small population size*), pencatatan keragaan ternak dan *pedigree*, hanya ada satu ekor pejantan yang dimiliki, rendahnya tingkat pengetahuan, keterbatasan kelembagaan, dan pemantauan kemajuan yang telah dicapai (Turner 1977; Kiwuwa 1992; Jaitner *et al.* 2001; Wollny *et al.* 2002). Agar program pemuliaan ini memberikan hasil yang maksimal, keterlibatan peneliti pemuliaan secara langsung dan intensif sangat diperlukan. Yapi-Gnoare (2000) menganjurkan untuk melibatkan penyuluh dalam pengembangan peternakan di pedesaan. Program pemuliaan harus didahului dengan penyuluhan untuk melatih dan meningkatkan keahlian teknis produksi dan menambah pengalaman dalam beternak domba. Dalam periode tersebut, peternak dilatih untuk mengenali pentingnya menjaga catatan *pedigree* maupun produktivitas ternak dan keuntungan yang akan didapat dari kegiatan pencatatan (Moioli *et al.* 2002).

Peternak multiplikator untuk bibit dapat terdiri atas kelompok peternak yang beranggotakan 20 orang. Masing-masing peternak yang memiliki kandang dengan kapasitas minimal 20 ekor induk dewasa diberi 20 ekor bibit betina unggul dan dua ekor pejantan unggul. Mereka berkewajiban mengembalikan dua ekor pejantan unggul setiap tahun dan inti berkewajiban mengganti pejantan unggul mereka dengan pejantan unggul yang baru. Hal ini bertujuan untuk menekan angka *inbreeding*.

Ternak hasil pengembangan oleh peternak multiplikator menjadi milik peternak dengan kewajiban harus menjaga ternak betina terseleksi dalam kandang minimal tetap 20 ekor dan dua ekor pejantan. Selebihnya dapat dijual ke pasar hewan atau ke tetangganya untuk pengembangan peternak multiplikator swadana. Dengan demikian, peternak multiplikator akan mempunyai tambahan penghasilan. Apabila jumlah peternak multiplikator bertambah banyak, maka dianjurkan untuk membuat kelembagaan yang berfungsi untuk mencari *input* yang murah dan memasarkan *output* dengan harga yang pantas.

Dengan *litter size* 1,8 per induk, frekuensi beranak tiga kali dalam dua tahun, dan angka kematian prasapih sampai umur setahun 15%, maka setiap peternak dapat menghasilkan 46 ekor ternak jantan dan betina per tahun. Dua ekor pejantan terpilih diserahkan ke inti/Balitnak sehingga mereka mempunyai penghasilan 44 ekor ternak. Apabila seekor ternak dihargai Rp600.000, maka peternak akan mendapatkan tambahan penghasilan Rp26,4 juta per tahun. Apabila peternak telah mampu memelihara ternak sampai 40 ekor, seperti yang dikerjakan oleh peternak di Sei Putih, Sumatera Utara, maka pendapatannya meningkat menjadi di atas Rp50 juta per tahun. Bila dipotong biaya produksi sebesar 30%, pendapatan tersebut masih cukup besar untuk kehidupan yang sejahtera bagi para pekebun/peternak.

Penghasil Ternak Komersial

Program pengembangan ternak unggul akan berhasil apabila programnya sederhana, pragmatis, dan dapat dijalankan dengan biaya murah. Sebagai tambahan diperlukan juga insentif bagi peternak yang dapat mengadopsi teknologi. Kebanyakan peternak meninggalkan program kerja sama penelitian bila insentifnya dihentikan, kecuali bila program tersebut akan menghasilkan keuntungan yang jelas buat mereka. Untuk mengurangi kegagalan program pemuliaan ternak di pedesaan, peternak harus didorong untuk berpartisipasi dan merasa mempunyai program sendiri sejak awal kegiatan. Insentif dapat diberikan pada awal kegiatan agar peternak turut melaksanakan program pemuliaan, namun kemudian dilakukan transisi secara berangsur-angsur bila program telah berjalan dengan baik.

Peternak plasma dapat terdiri atas kelompok peternak yang beranggotakan 20 orang dan masing-masing peternak mempunyai ternak betina 20 ekor. Peternak akan mendapat dua ekor pejantan unggul dari inti. Kewajiban mereka adalah menjaga agar ternaknya dapat berproduksi dengan baik. Semua ternak jantan yang mereka hasilkan harus dijual untuk ternak potong, kecuali ternak terseleksi dapat dijual ke inti. Selanjutnya mereka mendapat fasilitas untuk memperoleh pejantan unggul dengan cara menukar ternak jantan dengan ternak jantan unggul dari inti atau dengan cara membeli.

Pemilihan peternak plasma dilakukan sama seperti pemilihan peternak multiplikator, bedanya mereka tidak terlalu banyak terlibat dalam pencatatan sehingga tugasnya lebih ringan. Keuntungannya, mereka mendapat bimbingan dalam aspek budi daya dan pemasaran ternak. Seleka (2001) menyatakan bahwa program pemuliaan harus berorientasi pasar yang memberikan insentif kepada peternak. Pada kondisi pasar yang dikuasai oleh belantik sehingga sangat dominan dalam menentukan harga, peternak tidak mendapat insentif dari kerja kerasnya untuk menghasilkan ternak berkualitas baik. Dengan demikian, inovasi teknologi pemuliaan maupun teknologi lainnya menjadi sia-sia. Untuk itu, peternak disarankan membentuk kelompok peternak yang akan berperan dalam penyediaan sarana produksi dan penentuan harga jual. Kelompok peternak ini perlu mendapat bimbingan/pengawalan dari penyuluh/peneliti. Kerja sama yang baik antara kelompok peternak dan penyuluh/peneliti, selain melancarkan alur informasi teknologi juga dapat menambah pengetahuan peternak yang akan meningkatkan rasa percaya diri mereka sehingga dalam memasarkan ternaknya tidak menjadi pihak yang tertekan. Dengan pengetahuan yang dimiliki, peternak akan mempunyai keberanian dalam menjual ternaknya dengan harga yang berbeda antara ternak bibit, ternak bakalan, maupun ternak hasil penggemukan.

Dukungan Kebijakan

Faktor yang sangat penting dalam program pemuliaan adalah pemasaran. Ternak domba di Indonesia dipasarkan sebagai ternak potong, bibit, maupun ternak untuk keperluan keagamaan (kurban dan akikah). Kebanyakan ternak domba dijual berdasarkan taksiran, bukan berdasarkan harga per kg bobot hidup. Apalagi untuk tujuan ritual keagamaan, harga ternak dapat berlipat ganda. Pada kondisi pemasaran seperti ini, peternak lebih banyak dirugikan. Pemasaran ternak melalui kelompok peternak akan meningkatkan daya tawar peternak sehingga peternak dapat menjual ternaknya dengan harga yang lebih adil. Selain itu diperlukan pula dukungan pemerintah dalam membuat kebijakan sistem pemasaran melalui informasi pasar dengan memanfaatkan kemajuan teknologi informasi.

Sistem integrasi usaha ternak domba dengan komoditas perkebunan dapat dikembangkan menjadi kawasan pengembangan ternak domba yang berorientasi agribisnis. Pengembangan kawasan usaha ternak domba dapat meningkatkan daya saing untuk suplai kebutuhan dalam negeri dan ekspor ternak ke negara-negara Timur Tengah. Untuk itu perlu dukungan kebijakan kerja sama antara Balitnak dengan pihak perkebunan untuk dapat memanfaatkan lahannya guna memperbanyak ternak hasil pemuliaan secara terintegrasi. Dengan menggunakan pola inti-plasma, kegiatan ini dapat diperluas kerja samanya dengan subsektor tanaman pangan, hortikultura, maupun kehutanan. Untuk itu dibutuhkan kebijakan pemanfaatan lahan perkebunan/kehutanan untuk kawasan pengembangan peternakan domba secara terintegrasi yang saling menguntungkan, baik bagi pihak perkebunan/kehutanan maupun peternak. Di samping itu, pembentukan kawasan peternakan memerlukan dukungan infrastruktur dan kebijakan pemerintah pusat maupun daerah dalam hal tata ruang, kemudahan perizinan usaha, dan permodalan.

Dengan terbentuknya kawasan usaha ternak domba, maka ketersediaan ternak untuk dipasarkan dapat diatur agar tepat jumlah, tepat kualitas, tepat waktu, dan tepat harga. Indonesia sebagai negara yang bebas penyakit mulut dan kuku (PMK) dan negara muslim terbesar mempunyai nilai keunggulan tersendiri dalam mengekspor ternak ke Timur Tengah, baik dalam bentuk karkas maupun ternak hidup. Untuk itu dibutuhkan dukungan sistem pemasaran untuk pasar Timur Tengah dan perizinan bagi ekspor ternak.

http://server.litbang.deptan.go.id

KESIMPULAN

Mengingat keterbatasan sarana maupun prasarana yang ada di Balitnak, maka pengembangan ternak domba unggul hasil penelitian pemuliaan harus dilakukan melalui kerja sama dengan peternak multiplikator untuk memperbanyak ternak unggul di inti. Selanjutnya, ternak-ternak dari inti dikembangkan melalui pola inti-plasma terbuka. Ternak jantan unggul dari inti mengalir ke plasma.

Untuk meningkatkan partisipasi peternak dalam pelaksanaan program pengembangan ternak unggul hasil penelitian pemuliaan, peternak kolaborator perlu dilibatkan sejak dalam perancangannya. Untuk mengatasi keterbatasan lahan sebagai sumber hijauan pakan ternak, maka lokasi perbanyakan ternak unggul maupun pengembangan ternak komersial perlu dilaksanakan dengan sistem integrasi ternak-tanaman.

Untuk meningkatkan daya tawar peternak pada saat mendapatkan *input* maupun memasarkan produk, perlu dibentuk kelompok peternak yang dibimbing dan didampingi oleh peneliti dan penyuluh secara intensif.

Untuk menyukseskan program pengembangan ternak domba unggul hasil pemuliaan diperlukan dukungan kebijakan pemerintah dalam hal kemudahan perizinan usaha, tata ruang, permodalan, dan perizinan ekspor ternak.

DAFTAR PUSTAKA

Bichard. M. 1971. Dissemination of genetic improvement through a livestock industry. Anim. Prod. 13: 401-411.

Bradford. G.E. and I. Inounu. 1996. Prolific breeds of Indonesia. In: H. Fahmy (Ed.). pp. 137-145. Prolific Sheep. CAB International, Cambridge.

Djemali, M., S. Bedhiaf-Romdhani, L. Iniguez, and I. Inounu. 2009. Saving threatened native breeds by autonomous production, involvement of farmers organization, research and policy makers: The case of Sicilo-Sarde breed in Tunisia, North Africa. Livestock Sci. 120: 213-217.

Greeline. 2010. Greeline composite sheep – Genetics equal to the best in New Zealand. http//www.greelinesheep.co.nz. [20 May 2010].

Hodges, J. 1990. Genetic improvement of livestock in developing countries using the open nucleus breeding system. pp. 13-22. In: Animal Science Papers and Reports 6, Polish Academy of Sciences, Institute of Genetics and Animal Breeding, Jastrzêbiec. Proceedings of the FAO Conference on Open Nucleus Breeding Systems held at Bia³obrzegi, Poland, 11-19 June 1989. Polish Scientific Publishers, Warszawa.

Inounu, I., B. Tiesnamurti, E. Handiwirawan, T.D. Soedjana, dan A. Priyanti. 1998. Optimalisasi keunggulan sifat genetis domba lokal dan persilangannya: Keragaan produksi dan analisis ekonomi. hlm. 990-1006. Dalam: Inovasi Teknologi Pertanian, Seperempat Abad Penelitian dan Pengembangan Pertanian. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian, Jakarta.

Inounu, I., B. Tiesnamurti, Subandriyo, dan H. Martojo. 1999. Produksi anak pada domba prolifik. Jurnal Ilmu Ternak dan Veteriner 4(3):148-160.

Inounu, I., D. Mauluddin dan Subandriyo. 2008. Karakteristik pertumbuhan domba garut dan persilangannya. Jurnal Ilmu Ternak dan Veteriner 13(1): 13-22.

Inounu, I and A. Priyanti. 2009. Biological and economical consequences of the FecB mutation in Indonesian thin tailed sheep. In: S.W. Walkden-Brown *et al.* (Eds.). Use of the FecB (Booroola) Gene in Sheep-breeding Programs. ACIAR Proceedings 133: 126-132.

http://www.pustaka-deptan.go.id/

Jaitner, J., J. Sowe, E. Secka-Njie, and L. Dempfle. 2001. Ownership pattern and management practices of small ruminants in the Gambia - implications for a breeding programme. Small Rumin. Res. 40: 101-108.

James, J.W. 1977. Open nucleus breeding systems. Anim. Prod. 24: 287-305.

Jasiorowski, H. A. 1990. Open nucleus breeding schemes-new challenge for the developing countries. pp. 7-12. In: Animal Science Papers and Reports 6, Polish Academy of Sciences, Institute of Genetics and Animal Breeding, Jastrzêbiec, Proceedings of the FAO Conference on Open Nucleus Breeding Systems, Bia³obrzegi, Poland, 11-19 June 1989. Polish Scientific Publishers. Warszawa.

Kinghorn, B. 2000. Nucleus breeding schemes. pp. 152-158. In: Animal Breeding Use of New Technologies. Post-Graduate Foundation in Veterinary Science of the University of Sydney, Australia.

Kiwuwa, G. H. 1992. Breeding strategies for small ruminant productivity in Africa. pp. 423-434. In: B. Rey, S.H.B. Lebbie, and L. Reynolds (Eds.). Small Ruminant Research and Development in Africa. Proceedings of the First Biennial Conference of the African Small Ruminant Research Network ILRAD, Nairobi, Kenya, 10-14 December 1990.

Moioli, B., J.M. Astruc, and S. Sanna. 2002. Successful establishment of small ruminant recording systems in the Mediterranean countries. pp. 65-90. In: Mäki-Hokkonen, J. Boyazoglu, T. Vares and M. Zjalic (Eds.) Development of Successful Animal Recording Systems for Transition and Developing Countries. Proceedings of the FAO/ICAR Seminar Interlaken, Switzerland, 27 May 2002. ICAR Technical Series 8.

Raadsma, H.W., E.T. Margawati, D. Piedrafita, E. Estuningsih, S. Widjajanti, Beriajaya, Subandriyo, P. Thomson, and T.S. Spithill. 2002. Towards molecular genetic characterisation of high resistance to internal parasites in Indonesian thin tail sheep. 7th World Congress on Genetics Applied to Livestock Production, Montpllier, France, 19-23 August 2002.

Seleka, T.B. 2001. Determinants of short-run supply of small ruminants in Botswana. Small Rumin. Res. 40: 203-214.

Subandriyo., B. Setiadi, E. Handiwirawan, dan A. Suparyanto. 2000. Performa domba komposit hasil persilangan antara domba lokal Sumatera dengan domba rambut pada kondisi dikandangkan. Jurnal Ilmu Ternak dan Veteriner 5 (2): 73-83.

Turner, H.N. 1977. Some aspects of sheep in the tropics. FAO Anim. Prod. Health Paper 1: 115-121.

Turner, H. N. 1982. Basic considerations of breeding plans. pp. 1-6. In: R.M. Gatenby and J.C.M. Trail (Eds.). Small Ruminant Productivity in Africa. Proceedings of the International Livestock Centre for Africa, Addis Ababa.

Wollny, C.B.A., J.W. Banda, T.F.T. Mlewah, and R.K.D. Phoya. 2002. The lessons of livestock improvement failure: revising breeding strategies for indigenous Malawi sheep? Proceedings of the Seventh World Congress on Genetics Applied to Livestock Production 33: 345-348.

Yapi-Gnoaré, C.V. 2000. The open nucleus breeding programme of the Djallonké sheep in Côte D'Ivôire. In: S. Galal, J. Boyazoglu, and K. Hammond (Eds.). Proceedings of the Workshop on Developing Breeding Strategies for Lower Input Animal Production Environments. Bella, Italy, 22-25 September 1999. ICAR Technical Series 3: 283-292.

http://serverlib/psekp/

Dinamika Integrasi Tanaman-Ternak di Perkebunan Sawit

ABDULLAH BAMUALIM

Balai Pengkajian Teknologi Pertanian Sumatera Barat
Jalan Raya Padang - Solok km 40, Sumatera Barat 25001
E-mail: abamualim@yahoo.com

ABSTRAK

Sapi potong merupakan komoditas peternakan yang mendapat prioritas tinggi untuk dikembangkan di Indonesia. Hasil sensus ternak sapi pada tahun 2011 memperlihatkan populasi sapi mencapai 14,8 juta ekor, sudah memadai untuk memenuhi kebutuhan daging dalam negeri. Namun, produktivitasnya masih rendah sehingga pemerintah masih harus mengimpor sapi potong untuk memenuhi kebutuhan nasional. Masalah utama dalam pengembangan sapi potong adalah keterbatasan pakan. Di sisi lain tersedia limbah pertanian dan hasil ikutan agroindustri yang berpotensi sebagai pakan ternak. Perkebunan kelapa sawit menyediakan sumber pakan bagi sapi potong berupa pelepah dan daun sawit, limbah dan hasil ikutan industri pengolahan sawit seperti bungkil inti sawit, sabut sawit, dan *solid* atau lumpur sawit. Sentra produksi perkebunan kelapa sawit berada di Sumatera dan Kalimantan. Pada tahun 2003, sebesar 85,6% produksi CPO berasal dari Sumatera, 11,5% dari Kalimantan, 2% dari Sulawesi, dan 1% dari wilayah lainnya. Perkebunan kelapa sawit berkembang luas di wilayah yang justru bukan merupakan sentra peternakan sapi potong. Hal ini memberi peluang bagi pengembangan sapi potong berbasis sumber daya tanaman kelapa sawit. Integrasi sapi-sawit dapat meningkatkan produksi tanaman, hasil ternak, efisiensi penggunaan lahan, dan pendapatan bagi pemanen atau perkebunan kelapa sawit. Namun sistem integrasi sapi-sawit belum meluas, lebih banyak dipraktikkan pada perkebunan kelapa sawit rakyat dibanding perkebunan besar. Oleh karena itu, sistem integrasi tersebut perlu terus diadvokasikan ke berbagai pihak terkait sehingga dapat diraih manfaat yang sebesar-besarnya bagi kemaslahatan perkebunan, peternak, dan masyarakat luas.

Kata kunci: sapi potong, kelapa sawit, pakan, limbah pertanian, integrasi tanaman-ternak, perkebunan, analisis usaha tani

PENDAHULUAN

Meningkatnya permintaan daging sapi di dalam negeri merupakan tantangan sekaligus peluang agribisnis bagi peternak dalam memacu peningkatan populasi dan produksi sapi potong. Untuk itu, pemerintah bertekad mewujudkan program swasembada daging sapi dan kerbau (PSDS/K) pada tahun 2014. Program ini dapat direalisasikan dengan memanfaatkan sumber daya lokal yang didukung oleh teknologi tepat guna agar dapat berdaya

saing. Hasil sensus ternak pada tahun 2011 menunjukkan populasi sapi potong cukup tinggi.

Produktivitas sapi potong dipengaruhi oleh manajemen pemeliharaan, pemuliaan, dan pakan. Meskipun pemeliharaan sapi potong cukup sederhana, pengembangannya dihadapkan pada keterbatasan lahan dalam mendukung pasokan hijauan, karena pakan merupakan faktor pembatas utama dalam upaya peningkatan produksi dan populasi sapi potong.

Di Indonesia, sebagaimana halnya di negara Asia Tenggara lainnya, usaha ternak sapi potong didominasi oleh peternakan rakyat dengan skala pemilikan 2-3 ekor/KK. Tanaman dan ternak umumnya merupakan komponen penting dalam sistem usaha tani campuran di Indonesia. Keluaran utama dari sistem integrasi tanaman-ternak adalah meningkatnya ketersediaan pakan, tersedianya pupuk organik bagi tanaman, serta meningkatnya produksi tanaman dan ternak. Hal ini lebih menguntungkan dibandingkan kalau usaha tani dilakukan secara monokultur. Secara alamiah, sistem integrasi tanaman-ternak mengikuti asas konservasi sumber daya alam, keberlanjutan sistem biologi, dan peningkatan pendapatan.

Tanaman perkebunan yang memiliki potensi besar dalam hubungannya dengan pengembangan sapi potong adalah kelapa sawit. Meluasnya perkebunan kelapa sawit telah membuka peluang bagi pengembangan sapi potong di area perkebunan kelapa sawit karena adanya sinergisme sumber daya antarkedua komoditas tersebut. Oleh karena itu, tulisan ini membahas dinamika perkembangan integrasi tanaman sawit-sapi potong di Indonesia. Pembahasannya meliputi aspek tanaman kelapa sawit, sapi potong, dinamika integrasi sapi-sawit, serta adopsi dan aplikasi integrasi sapi-sawit.

http://balitbangtan.go.id/

TANAMAN KELAPA SAWIT DI INDONESIA

Perkebunan kelapa sawit di Indonesia berkembang sangat pesat. Pada tahun 2002 luas area perkebunan kelapa sawit diperkirakan 4,1 juta ha (Manurung 2003) dan pada tahun 2003 meningkat menjadi 5,2 juta ha (Badan Litbang Pertanian 2007). Pada tahun 2008, hasil sawit menyumbang devisa sebesar US$12 miliar dan melibatkan sekitar tiga juta kepala keluarga (KK) dari hulu sampai hilir. Dewasa ini area perkebunan kelapa sawit mencapai 8 juta ha dengan produksi *crude palm oil* (CPO) 20 juta ton/tahun. Pada tahun 2020 luas perkebunan kelapa sawit diprediksi mencapai 12,2 juta ha dengan produksi 44 juta ton CPO (Chaniago 2009).

Sentra produksi kelapa sawit berada di Sumatera dan Kalimantan. Pada tahun 2003, 85,6% produksi CPO berasal dari Sumatera, 11,5% dari Kalimantan, 2% dari Sulawesi, dan 1% dari wilayah lainnya. Ditinjau dari

bentuk usaha, maka produksi CPO terbesar berturut-turut disumbang oleh perkebunan besar swasta (PBS) sebesar 47,1%, perkebunan rakyat (PR) 37,1%, dan perkebunan besar negara (PBN) 15,7% (Badan Litbang Pertanian 2007). Menurut Chaniago (2009), status kepemilikan dan pengelolaan perkebunan kelapa sawit di Indonesia sebagian besar dikelola oleh PBS (50%), diikuti PR (32%) dan PBN (18%).

Meluasnya area perkebunan kelapa sawit dipacu oleh meningkatnya permintaan minyak sawit dunia dan didukung oleh harganya yang terus meningkat (Kusnadi dan Bamualim 2009). Konsekuensinya, produk limbah dan hasil ikutan pengolahan sawit juga makin meningkat. Tentu saja hal ini menimbulkan masalah lingkungan, karena limbah dan produk hasil samping tersebut belum dimanfaatkan secara optimal (Mathius 2009a). Pemecahannya adalah dengan memanfaatkan limbah tersebut untuk pakan ternak, khususnya sapi potong (Bamualim dan Tiesnamurti 2009).

Perkebunan kelapa sawit menyediakan sumber pakan bagi ternak ruminansia, terdiri atas hijauan di area pertanaman kelapa sawit, pelepah dan daun sawit, limbah dan hasil ikutan industri pengolahan sawit seperti bungkil inti sawit (BIS), sabut sawit, *solid decanter* dan atau lumpur sawit kering (Hidayanto 2009). Hasil pemangkasan pelepah sawit pada setiap pemanenan tandan buah sekitar 20 pelepah/pohon/tahun. Potensi pelepah sawit sebagai pakan hijauan mencapai 7 ton hijauan segar/ha/tahun (Siahaan *et al*. 2009) yang mampu menghidupi 2-3 ekor sapi dewasa/ha/tahun.

Hasil ikutan proses ekstraksi buah sawit adalah tandan kosong, serat perasan, solid/lumpur sawit, dan BIS. Salah satu limbah yang terbuang dan belum mampu diekstraksi lebih lanjut adalah solid/lumpur sawit. Produk ini merupakan limbah pabrik kelapa sawit dan berpotensi mencemari lingkungan, padahal nilai gizi solid/lumpur sawit cukup tinggi dengan kandungan protein kasar 13-14%. Namun, karena kandungan airnya tinggi (75-90%), maka daya simpannya tidak lama. Limbah ini merupakan salah satu sumber bahan pakan ternak ruminansia yang cukup berkualitas, mengingat kandungan nutrisinya cukup memadai, jumlahnya melimpah, kontinuitasnya terjamin, terpusat pada lokasi pabrik kelapa sawit (PKS), dan tidak bersaing dengan kebutuhan manusia. Di samping itu, yang terpenting adalah harganya murah, kecuali biaya transportasi. Berdasarkan pertimbangan tersebut, solid atau lumpur sawit dapat menjadi titik tolak pengembangan agroindustri pakan di wilayah perkebunan kelapa sawit (Kristianto 2009).

Bungkil inti sawit (BIS) sebagai produk ikutan hasil pengolahan inti sawit juga merupakan bahan pakan konsentrat utama bagi ternak ruminansia dan nonruminansia. Di Indonesia, produksi BIS diperkirakan 2,8 juta ton/tahun. Namun, produk ini belum banyak dimanfaatkan di dalam negeri, 91% BIS justru diekspor ke luar negeri (Badan Litbang Pertanian 2008). Oleh

http://perpustakaan.litbang.deptan.go.id/

karena itu, promosi penggunaan BIS perlu didorong untuk meningkatkan produksi peternakan. Jumlah dan proporsi produk utama, hasil ikutan, dan limbah tanaman kelapa sawit disajikan pada Tabel 1, sedangkan nilai gizi atau komposisi bahan pakan asal produk samping perkebunan dan industri kelapa sawit diperlihatkan pada Tabel 2.

Secara teoritis pertanaman kelapa sawit seluas 8 juta ha dapat menampung minimal 16 juta ekor ternak sapi dewasa. Ini merupakan potensi yang luar biasa, bukan hanya mampu memenuhi swasembada daging sapi, tetapi juga dapat mengekspor sapi potong.

Tabel 1. Produk utama, hasil ikutan, dan hasil olahan tanaman kelapa sawit (ha/tahun).

Biomassa	Segar (t)	Bahan kering (%)	Bahan kering (t)
CPO[a)]	9,66	-	-
Daun (tanpa lidi)	1,43	46,2	0,66
Pelepah	20,00	26,1	5,21
Tandan kosong	3,68	92,1	3,39
Serat perasan	2,88	93,1	2,68
Lumpur sawit, solid	4,70	24,1	1,13
Bungkil inti sawit	0,56	91,8	0,51
Total biomassa			13,58

[a)]Asumsi produksi CPO= 23% dari tandan buah segar (3,5 t/ha/bulan).
Sumber: Mathius (2009b).

http://serverlib/pse.go.id

Tabel 2. Komposisi kimia limbah dan hasil ikutan agroindustri kelapa sawit.

Komposisi kimia	Daun sawit[a]	Pelepah sawit[b]	Sabut sawit[c]	Lumpur sawit		Bungkil sawit	
				a	b	a	b
BK (%)	93,4	26,1	-	94,0	-	91,1	-
PK (%)	13,3	3,1	5,9	13,3	11,9	15,4	14,2
LK (%)	4,5	1,1	4,0	13,0	10,4	7,7	9,6
SK (%)	32,6	50,9	40,0	16,0	29,8	10,5	21,7
Abu (%)	14,4	5,1	5,7	13,9	26,7	5,2	3,5
TDN (%)	56,0	-	-	79,0	-	81,0	-
Ca (%)	0,87	0,96	0,43	0,23	0,74	0,10	0,36
P (%)	0,11	0,08	0,13	0,20	0,46	0,22	0,71

Sumber: [a]Siregar (2003), [b]Mathius *et al.* (2005), [c]Zain (1999).

PETERNAKAN SAPI POTONG DI INDONESIA

Sentra sapi potong di Indonesia tersebar di Jawa, Bali, Nusa Tenggara, Sulawesi, sebagian Sumatera dan Kalimantan. Populasi sapi potong berdasarkan hasil sensus ternak sapi dan kerbau pada tahun 2011 mencapai 14,8 juta ekor. Angka tersebut cukup menggembirakan karena menurut perhitungan, populasi 14 juta ekor merupakan indikator kecukupan daging sapi domestik. Namun yang masih menjadi tanda tanya bagi praktisi peternakan adalah mengapa impor sapi hidup, daging beku, dan jeroan masih cukup tinggi dalam dekade terakhir. Hal ini tentu memerlukan penelaahan yang lebih mendalam tentang kondisi peternakan sapi potong dalam negeri.

Peternakan sapi potong didominasi oleh peternak kecil, yang berjumlah sekitar 4,6 juta KK dengan tingkat pemilikan ternak 2-3 ekor sapi/KK (Bamualim dan Tiesnamurti 2009), yang merupakan tulang punggung usaha perbibitan sapi potong di Indonesia. Ternak sapi lebih banyak untuk keperluan usaha tani dan tabungan, dan sebagai status sosial. Mungkin kondisi ini yang menyebabkan usaha perbibitan sapi potong tetap bertahan, walaupun secara ekonomis kurang kompetitif dibandingkan dengan usaha penggemukan sapi. Dalam sistem usaha peternakan tradisional, petani-peternak memanfaatkan biomassa yang tersedia di sekitar kediamannya sebagai sumber pakan sapi.

Di Jawa dan Bali, peternak lebih banyak memanfaatkan limbah pertanian, seperti jerami padi, sebagai sumber pakan utama. Di Nusa Tenggara, Sulawesi, Kalimantan, dan Sumatera, peternak memanfaatkan padang pangonan umum atau kawasan lainnya untuk menggembalakan ternak. Boleh dikatakan bahwa masih sangat minim inovasi yang tersedia untuk meningkatkan ketersediaan dan kualitas pakan. Hal ini yang menyebabkan pada musim kemarau produktivitas ternak menurun karena kekurangan pakan. Di sisi lain, area perkebunan sangat luas di Sumatera dan Kalimantan.

Walaupun populasi sapi potong cukup memadai, produktivitasnya masih rendah karena faktor lingkungan, terutama kekurangan pakan, penyakit hewan, dan faktor genetik. Inounu *et al.* (2006) mengemukakan bahwa upaya peningkatan produktivitas sapi potong harus dilakukan melalui: (1) peningkatan produksi dan produktivitas berbasis pemanfaatan sumber daya lokal, dan (2) peningkatan daya saing dengan mengaplikasi teknologi inovatif, yang didukung oleh kebijakan yang kondusif.

Inovasi teknologi pakan pada sistem integrasi tanaman-ternak berpeluang untuk diterapkan di Indonesia, apalagi didukung oleh teknologi pengolahan kompos. Khusus di kawasan perkebunan kelapa sawit, kenyataan menunjukkan bahwa sapi dapat hidup dan berkembang optimal tanpa *input* yang berarti dari luar.

DINAMIKA INTEGRASI SAPI-SAWIT

Keterkaitan timbal-balik antara tanaman dan ternak dapat meningkatkan produktivitas tanaman sekaligus memberi tambahan pendapatan yang berasal dari naiknya produksi tanaman, hasil ternak yang dipelihara, dan efisiensi penggunaan lahan. Oleh karena itu, sistem integrasi tanaman-ternak memiliki dinamika yang tinggi dalam beberapa tahun terakhir.

Sistem integrasi tersebut berpengaruh positif terhadap sektor pertanian dalam spektrum yang luas, meliputi orientasi pada pertanian ekologis, pemberdayaan sumber daya lokal, berkembangnya usaha diversifikasi, dan terjalinnya kerja sama lintas sektor. Apabila dirinci lebih mendalam, maka sistem integrasi sapi-sawit berdampak terhadap tiga aspek, yaitu: (1) ternak dapat diusahakan dengan biaya murah, pakan tersedia sepanjang tahun, dan kotoran ternak tersedia sebagai sumber pupuk organik, (2) tanaman kelapa sawit meningkat produksinya, dan (3) pendapatan pekebun dan pemilik ternak meningkat. Di samping itu, integrasi sapi-sawit menghasilkan berbagai manfaat, baik yang *tangible* maupun *intangible*, seperti digunakannya tenaga kerja sapi sebagai alat angkut, terutama pada topografi lahan yang bergelombang, berkurangnya penumpukan pelepah sawit, berkurangnya limbah tanaman sawit karena dimanfaatkan sebagai sumber pakan, meningkatnya ketersediaan pupuk organik, dan berkurangnya penggunaan herbisida untuk memberantas gulma di perkebunan kelapa sawit.

Perkebunan kelapa sawit berkembang luas di Sumatera dan Kalimantan yang justru bukan merupakan sentra peternakan sapi potong. Hal ini memberi implikasi ganda, yaitu: (1) terbuka peluang pengembangan ternak sapi berbasis sumber daya tanaman kelapa sawit, dan (2) masih terbatasnya implikasi integrasi sapi-sawit karena kurangnya budaya beternak di kawasan tersebut. Implikasi integrasi sapi-sawit sangat dinamis dan bervariasi di berbagai perkebunan kelapa sawit. Ada sebagian kecil perkebunan kelapa sawit yang menganggap prospek integrasi sapi-sawit merupakan suatu oportunitas yang menguntungkan, tetapi mayoritas perkebunan besar kelapa sawit masih belum sepenuhnya dapat menerima introduksi ternak sapi ke dalam usaha perkebunan sawit. Namun demikian, terlihat para pekebun sawit dapat memelihara sapi dengan mudah dan murah, bahkan dengan skala usaha yang lebih tinggi, yakni 10-15 ekor/keluarga. Bila menggunakan tenaga ternak sapi, maka daya angkut kelapa sawit meningkat dari 1 t/hari menjadi 1,5-2 t/hari, khususnya pada lahan perkebunan yang miring dan terisolisasi (Chaniago 2009).

Berbagai studi tentang pemanfaatan limbah dan hasil ikutan tanaman sawit telah diuji coba. Salah satu hasil studi penggunaan produk samping kebun dan industri pengolahan kelapa sawit menunjukkan bahwa imbangan yang optimal adalah pemberian pelepah, solid, dan bungkil kelapa

sawit 1:1:1 (bahan kering) dengan kenaikan bobot harian sapi bali lebih dari 0,4 kg/ekor/hari (Puslitbangnak 2004). Studi lain memperlihatkan bahwa pakan dari pelepah sawit dan solid dapat meningkatkan pertumbuhan sapi bali jantan penggemukan berumur 1,5-2 tahun sampai 0,4 kg/ekor/hari (Galib 2009). Pemberian suplemen 2 kg BIS dan 4 kg pelepah sawit sebagai substitusi hijauan rumput pada kelompok induk sapi bali menghasilkan pertumbuhan yang lebih tinggi dibanding kontrol (0,40 vs 0,25 kg/ekor/hari) dan mempercepat kebuntingan (Wirdahayati *et al.* 2011).

Idealnya, ransum ternak sapi berbasis limbah dan hasil agroindustri sawit dapat diformulasi sesuai dengan tujuan pemeliharaan. Berdasarkan kebutuhan ternak, maka formulasi ransum yang disusun oleh Azmi dan Gunawan (2005) lebih sesuai untuk sapi induk, sedangkan formulasi ransum oleh Mathius *et al.* (2005) lebih sesuai untuk sapi penggemukan (Tabel 3). Ke depan, limbah dan hasil ikutan pengolahan kelapa sawit dapat ditingkatkan kualitasnya dan dirakit menjadi pakan komplit ternak ruminansia. Prospek pengembangan industri pakan komplit cukup menjanjikan, khususnya untuk pakan ternak ruminansia.

Dengan adanya sistem integrasi sapi-kelapa sawit, maka industri pakan dan pola pengembangan sapi potong secara terpadu dalam suatu sistem pengelolaan perkebunan kelapa sawit berpotensi untuk berkembang. Di Malaysia, pelepah sawit telah diproses dalam bentuk pelet atau *cube* dan diberikan kepada ternak sapi dengan kualitas yang lebih baik (Wan Zahari *et al.* 2009).

Dari segi ekonomi, sistem integrasi memberi keuntungan yang lebih tinggi dibanding usaha monokultur. Pengembangan sistem integrasi sapi-kelapa sawit pada perkebunan rakyat di Bengkulu (Gunawan *et al.* 2004) meningkatkan pendapatan 1,8 kali dibanding perkebunan kelapa sawit saja, dengan asumsi tiap keluarga memiliki 3 ha kebun sawit dan 3 ekor sapi (Tabel 4).

Tabel 3. Formula pakan berbasis limbah kelapa sawit pada pemeliharaan sapi secara intensif.

Formula sapi *breeding*[a]	Formula sapi penggemukan[b]
55% pelepah sawit	33% pelepah sawit
30% rumput	33% bungkil inti sawit
15% solid sawit	33% produk solid fermentasi

Sumber: [a]Azmi dan Gunawan (2005), [b]Mathius *et al.* (2005).

Tabel 4. Analisis usaha tani integrasi sapi-sawit.

Parameter pendapatan	Jenis usaha tani		
	Sawit (Rp juta/tahun)	Sapi-sawit tanpa integrasi (Rp juta/tahun)	Integrasi sapi-sawit (Rp juta/tahun)
Sawit	8,96	7,88	8,74
Sapi	0	6,30	7,50
Total	8,96	14,18	16,24

Asumsi: Lahan kelapa sawit terdiri atas 2 ha tanaman menghasilkan (TM) dan 1 ha tanaman yang belum menghasilkan (TBM), dengan 3 ekor sapi (2 ekor betina dan 1 ekor jantan).
Sumber: Gunawan *et al.* (2004).

ADOPSI DAN APLIKASI INTEGRASI SAPI-SAWIT

Hal yang menjadi pertanyaan adalah mengapa sistem integrasi sapi-sawit belum meluas, padahal cukup banyak keuntungan yang dapat diperoleh, baik oleh pemilik perkebunan maupun peternak. Kenyataan di lapangan menunjukkan bahwa integrasi sapi-sawit lebih banyak diadopsi oleh perkebunan rakyat daripada perkebunan besar swasta dan negara. Hal ini mungkin dipengaruhi oleh manajemen pengelolaan kebun sawit dan sistem pemeliharaan ternak.

http://sebarbalitbangtan.go.id/

Integrasi Sapi-Sawit pada Perkebunan Rakyat

Sistem integrasi sapi-sawit agaknya lebih mudah dipraktikkan pada perkebunan rakyat. Hal ini disebabkan oleh sistem manajemen yang tidak mengikat dalam pemeliharaan ternak dan pengelolaan kebun. Pemeliharaan sapi di lahan perkebunan sawit rakyat sangat beragam, bergantung pada lingkungannya. Pada dasarnya ternak sapi dipelihara dengan dua cara, yaitu: (1) pola ekstensif, yakni ternak dilepas bebas di bawah pertanaman kelapa sawit dan dikandangkan pada sore-malam hari, (2) pola intensif, di mana ternak dikandangkan sepanjang waktu.

Pada pola pemeliharaan ekstensif, jarak antara kandang ternak dan kebun umumnya cukup dekat. Pada siang hari, ternak sapi dilepas secara bebas di area perkebunan kelapa sawit dan pada malam hari dikandangkan. Apabila jarak antara perkebunan kelapa sawit dengan kandang relatif jauh ($\geq$ 3 km), maka tidak layak memelihara ternak dalam perkebunan kelapa sawit karena dapat menyita tenaga kerja untuk pengawasan ternak (Mastur dan

Kristianto 2009). Sistem kandang kelompok atau kandang individu yang dibangun di dekat permukiman pekebun atau di dalam kebun kelapa sawit mempermudah pengumpulan kotoran sapi, yang menjadi sumber pupuk organik bagi tanaman kelapa sawit, namun belum diketahui jumlah kotoran sapi yang dimanfaatkan sebagai pupuk organik.

Sumber pakan terdiri atas hijauan yang tumbuh di area perkebunan, pelepah dan daun, serta buah kelapa sawit yang rontok pada saat pemanenan. Dengan sistem ini, peternak masih harus mengarit rumput selama 2-3 jam/hari untuk diberikan pada ternak pada sore hari di kandang. Sistem ini berlangsung di berbagai lokasi perkebunan kelapa sawit rakyat. Karena ketersediaan sumber daya pakan yang cukup melimpah, maka skala usaha ternak sapi di perkebunan kelapa sawit lebih besar dibanding rata-rata pemilikan sapi rakyat. Rata-rata kepemilikan sapi di perkebunan kelapa sawit berkembang dari 2 ekor menjadi 4-6 ekor/peternak (Mastur dan Kristianto 2009).

Peternak belum memanfaatkan limbah atau hasil ikutan pengolahan kelapa sawit, seperti solid/lumpur sawit dan BIS sebagai sumber pakan suplemen. Oleh karena itu, produksi ternak sapi yang dipelihara di perkebunan kelapa sawit rakyat tidak maksimal. Lokasi pabrik merupakan kendala utama introduksi solid atau lumpur sawit di tingkat petani. Oleh karena itu, pengembangan sistem integrasi sapi-kelapa sawit perlu dipertimbangkan di dekat pabrik pengolahan, karena limbah dan hasil ikutan agroindustri kelapa sawit dapat digunakan bagi usaha penggemukan sapi yang berorientasi komersial.

http://sereal.litbang.deptan.go.id/

Integrasi Sapi-Sawit pada Perkebunan Besar

Manajemen perkebunan besar kelapa sawit, baik milik swasta maupun negara, sudah lebih baku dibanding perkebunan kelapa sawit rakyat, di mana perusahaan sudah berorientasi pada efisiensi dan efektivitas. Pekerjaan utama yang rutin dikerjakan karyawan perkebunan meliputi panen, pengangkutan TBS ke lokasi pengumpulan hasil, dan perawatan tanaman (pemupukan, aplikasi herbisida, dan proteksi) di semua lokasi perkebunan. Pada beberapa perkebunan, setiap tenaga kerja mempunyai tanggung jawab lokasi (*ancak*) seluas 15 ha, dibantu oleh seorang tenaga perawat tanaman dan alat bantu angkutan TBS. Biasanya tugas-tugas tersebut telah dibagi habis sampai skala terkecil, yakni sub-blok dengan luas 1 ha (Sitompul 2003). Oleh karena itu, adanya tambahan kegiatan selain aktivitas rutin pekerja menjadi pertimbangan khusus bagi pengelola perkebunan. Dengan demikian, setiap intervensi yang mengganggu aktivitas pekerja dikhawatirkan akan memengaruhi produksi dan pendapatan perusahaan, sehingga komoditas tambahan seperti sapi potong dapat

dianggap sebagai intrusi terhadap usaha perkebunan kelapa sawit. Hal tersebut dapat menjadi penyebab mengapa integrasi sapi-sawit di perkebunan besar tidak serta merta dapat diterima oleh manajer perkebunan. Dengan demikian, perlu wacana yang luas tentang keberadaan ternak sapi di lahan perkebunan sawit, baik mengenai dampak positif maupun dampak negatif.

Lambatnya perusahaan besar kelapa sawit mengadopsi integrasi sapi-sawit mungkin disebabkan oleh masih minimnya informasi sistem integrasi tersebut. Misalnya informasi tentang teknologi produksi, sistem operasional prosedur (SOP) yang layak untuk memelihara sapi di wilayah perkebunan, skala usaha yang ideal, besarnya modal dan fasilitas tambahan, efisiensi biaya produksi (khususnya efisiensi pemupukan dan penggunaan herbisida), potensi penggunaan tenaga kerja ternak, dan dampak sosial-ekonomi. Sosialisasi dan promosi integrasi sapi-sawit perlu dilaksanakan secara kontinu dan konsisten sehingga dapat dibangun pengertian kolektif tentang manfaat yang dapat diraih dari implementasi sistem integrasi sapi-sawit di perkebunan besar.

http://balitbu.litbang.deptan.go.id/pse kp/

KESIMPULAN DAN SARAN

Tanaman perkebunan yang berpotensi besar dalam hubungannya dengan pengembangan sapi potong adalah kelapa sawit. Integrasi sapi-sawit menghasilkan berbagai nilai tambah bagi tanah, tanaman, ternak, dan pengelolanya. Masuknya ternak sapi ke dalam perkebunan kelapa sawit merupakan salah satu alternatif yang bersifat terobosan dalam mengatasi berbagai masalah dan tantangan yang ada (efisiensi, kesuburan, lingkungan, dan sosial), sekaligus merupakan peluang bagi penyediaan daging atau sapi bakalan di dalam negeri.

Implementasi integrasi sapi-sawit sangat dinamis dan bervariasi di berbagai perkebunan sawit di Sumatera dan Kalimantan. Ada sebagian kecil perkebunan kelapa sawit yang menganggap integrasi sapi-sawit merupakan suatu peluang yang menguntungkan, tetapi mayoritas perkebunan besar kelapa sawit masih belum sepenuhnya menerima introduksi ternak sapi ke dalam usaha perkebunan kelapa sawit. Sistem integrasi sapi-sawit lebih besar peluangnya untuk berkembang di perkebunan rakyat bila akses terhadap limbah dan hasil ikutan kelapa sawit dapat dioptimalkan.

Informasi kualitatif dan kuantitatif dari implementasi integrasi sapi-sawit masih relatif minim dan perlu terus dilengkapi di masa mendatang, sehingga wacana integrasi dapat diterima dengan pengertian yang lebih komprehensif oleh berbagai pihak terkait. Untuk itu, perlu didorong penelitian lebih lanjut yang bersifat multidisiplin, khususnya mengenai dampak teknis, sosial, dan

ekonomi integrasi sapi-sawit, terutama *output* tambahan yang potensial dapat diperoleh.

Disarankan agar sistem integrasi sapi-sawit terus diadvokasi ke berbagai pihak agar implementasinya dapat diperluas. Bukti-bukti autentik dan pengalaman integrasi sapi-sawit hendaknya disebarluaskan ke berbagai pihak terkait. Pihak-pihak yang relevan dengan pengembangan sistem integrasi sapi-sawit meliputi pemerintah pusat dan daerah, perkebunan kelapa sawit, organisasi profesi perkebunan dan peternakan, petani-pekebun, dan pengusaha sapi potong di Indonesia.

DAFTAR PUSTAKA

Azmi dan Gunawan. 2005. Pemanfaatan pelepah kelapa sawit dan solid untuk pakan sapi potong. Dalam: Prosiding Teknologi Peternakan dan Veteriner. Pusat Penelitian dan Pengembangan Peternakan, Bogor.

Badan Litbang Pertanian. 2007. Prospek dan Arah Pengembangan Agribisnis Kelapa Sawit. Edisi Kedua. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian, Jakarta.

Badan Litbang Pertanian. 2008. Pemanfaatan bungkil inti sawit sebagai pakan ternak. Bahan Memorandum Kepala Badan Litbang Pertanian kepada Menteri Pertanian, Maret 2008.

Bamualim, A. dan B. Tiesnamurti. 2009. Konsepsi sistem integrasi antara tanaman padi, sawit dan kakao dengan ternak sapi di Indonesia. hlm. 1-14. Dalam: Sistem Integrasi Ternak Tanaman: Padi-Sawit-Kakao. Pusat Penelitian dan Pengembangan Peternakan, Bogor.

Chaniago, T. 2009. Perspektif pengembangan ternak sapi di kawasan perkebunan sawit. Workshop Sistem Integrasi Ternak-Tanaman, Agustus 2009. Pusat Penelitian dan Pengembangan Peternakan, Bogor.

Galib, R. 2009. Pemanfaatan pelepah dan solid kelapa sawit sebagai pakan sapi di lahan kering di Kalimantan Selatan. hlm. 80-83. Seminar Optimalisasi Hasil Samping Perkebunan Sawit dan Industri Olahannya sebagai Pakan Ternak. Pusat Penelitian dan Pengembangan Peternakan, Bogor.

Gunawan, B., Hermawan, Sumardi, dan E.P. Praptanti. 2004. Keragaan model pengembangan integrasi sapi-sawit pada perkebunan rakyat di Propinsi Bengkulu. Dalam: Prosiding Lokakarya Nasional Sistem Integrasi Kelapa Sawit-Sapi. Pusat Penelitian dan Pengembangan Peternakan, Bogor.

Hidayanto, M. 2009. Limbah kelapa sawit sebagai sumber pupuk organik dan pakan ternak. hlm. 84-90. Seminar Optimalisasi Hasil Samping

Perkebunan Sawit dan Industri Olahannya sebagai Pakan Ternak. Pusat Penelitian dan Pengembangan Peternakan, Bogor.

Inounu, I., Y. Sani, dan A. Priyanti. 2006. Arah kebijakan penelitian peternakan sapi dan kerbau di lahan basah. hlm. 3-16. Dalam: Prosiding Seminar Nasional Peternakan. Kerja sama BPTP Sumatera Barat dengan Fakultas Peternakan Universitas Andalas, BPTU Padang Mangatas, dan Dinas Peternakan Provinsi Sumatera Barat.

Kristianto, L.K. 2009. Evaluasi sistem integrasi sapi-sawit di Kabupaten Paser. Limbah kelapa sawit sebagai sumber pupuk organik dan pakan ternak. hlm. 98-106. Seminar Optimalisasi Hasil Samping Perkebunan Sawit dan Industri Olahannya sebagai Pakan Ternak. Pusat Penelitian dan Pengembangan Peternakan, Bogor.

Kusnadi, U. dan A. Bamualim. 2009. Model kelembagaan dan analisis usaha peternakan sapi perah yang terintegrasi dengan perkebunan sawit. hlm. 25-34. Seminar Optimalisasi Hasil Samping Perkebunan Sawit dan Industri Olahannya sebagai Pakan Ternak. Pusat Penelitian dan Pengembangan Peternakan, Bogor.

Manurung, N.M. 2003. Selayang pandang. Prosiding Lokakarya Nasional Sistem Integrasi Kelapa Sawit-Sapi, Bengkulu, 9-10 September 2003. Pusat Penelitian dan Pengembangan Peternakan, Bogor.

Mastur dan L.K. Kristianto. 2009. Hasil-hasil pengkajian/penelitian pengembangan sapi terpadu dengan kelapa sawit di Kabupaten Peser, Kaltim. hlm. 38-48. Seminar Optimalisasi Hasil Samping Perkebunan Sawit dan Industri Olahannya sebagai Pakan Ternak. Pusat Penelitian dan Pengambangan Peternakan, Bogor.

Mathius, I.W., A.P. Sinurat, D. Sitompul, B. P. Manurung, dan Azmi. 2005. Pemanfaatan produk fermentasi lumpur-bungkil sebagai bahan pakan sapi potong. Dalam: Prosiding Seminar Nasional Teknologi Peternakan dan Veteriner, Bogor, September 2005. Pusat Penelitian dan Pengembangan Peternakan, Bogor.

Mathius, I.W. 2009a. Inovasi teknologi pakan berbasis produk samping industri kelapa sawi. hlm. 9-24. Seminar Optimalisasi Hasil Samping Perkebunan Sawit dan Industri Olahannya sebagai Pakan Ternak. Pusat Penelitian dan Pengembangan Peternakan, Bogor.

Mathius, I.W. 2009b. Produk samping industri kelapa sawit dan teknologi pengayaan sebagai bahan pakan sapi yang terintegrasi. hlm. 65-110. Dalam: Sistem Integrasi Ternak Tanaman: Padi-Sawit-Kakao. Pusat Penelitian dan Pengembangan Peternakan, Bogor.

Puslitbangnak (Pusat Penelitian dan Pengembangan Peternakan). 2004. Laporan Bulanan September 2004. Puslitbangnak, Bogor.

http://pustaka.litbang.deptan.go.id/

Siahaan, D., F.R. Panjaitan, dan A. Purba. 2009. Dukungan penelitian terhadap pengembangan integrasi kelapa sawit dengan ternak sapi. Workshop Sistem Integrasi Ternak-Tanaman, Agustus 2009. Pusat Penelitian dan Pengembangan Peternakan, Bogor.

Siregar, Z. 2003. Peningkatan Pertumbuhan domba Persilangan dan Lokal melalui Suplementasi Hidrolisat Bulu Ayam dan Mineral Esensial dalam Ransum Berbasis Limbah Perkebunan. Disertasi. Program Pascasarjana Institut Pertanian Bogor, Bogor.

Sitompul, D. 2003. Desain pembangunan kebun dengan sistem usaha terpadu ternak sapi bali. Prosiding Lokakarya Nasional Sistem Integrasi Kelapa Sawit-Sapi, Bengkulu, 9-10 September 2003. Pusat Penelitian dan Pengembangan Peternakan, Bogor.

Wanzahari, M., H.K. Wong, and S. Shanmugavelu. 2009. Utilization of forages, tree fodders, crop residues and agro-industrial by-products for ruminants in Malaysia. Proceedings of the International Seminar on Sustainable Management and Utilization of Forage-based Feed Resources for Small-Scale Livestock in Asia. Lembang, Indonesia, 3-7 August 2009.

Wirdahayati, R.B., A. Bamualim, Asmak, Ermidias, Ratna A.D, Jefrey, M. Muis, dan R. Wahyuni. 2011. Inovasi teknologi peternakan sapi dengan pakan *suplemen by-product* agro industri sawit dan jagung mendukung program Pemda Sumatera Barat Satu Petani Satu Sapi (SPSS). Program Insentif Peningkatan Kemampuan Peneliti dan Perekyasa (PIPKPP), Balai Pengkajian Teknologi Pertanian Sumatera Barat (belum dipublikasi).

Zain. 1999. Substitusi Rumput dengan Sabut Sawit dalam Ransum Pertumbuhan Domba: Pengaruh amoniasi, defaunasi dan suplementasi analog hidroksi metionin serta asam amino bercabang. Disertasi. Program Pascasarjana Institut Pertanian Bogor, Bogor.

http://sumbar.litbang.deptan.go.id/

Perbaikan Varietas Padi Sawah Berumur Genjah dan Hasil Tinggi

BAMBANG SUPRIHATNO

Balai Besar Penelitian Tanaman Padi
Jalan Raya IX Sukamandi, Subang
E-mail: b.suprihatno_bbpadi@yahoo.com

ABSTRAK

Peningkatan produksi padi melalui peningkatan produktivitas varietas semakin sukar dilakukan, mengingat produktivitas varietas unggul baru telah mencapai batas atas. Peningkatan luas area panen (indeks panen) pada lahan sawah yang airnya tersedia hampir sepanjang tahun lebih menjanjikan, asal tersedia varietas padi berumur genjah dan ultragenjah (<90 HSS). Metode seleksi silang berulang, kultur anter, teknik mutasi gen dari sejumlah plasma nutfah, dan hasil persilangan dapat menemukan varietas genjah dan ultragenjah. Namun untuk hasil tinggi hanya dapat dicapai pada varietas berumur genjah, sedangkan untuk varietas ultragenjah sangat kecil kemungkinannya karena terjadi penurunan sifat tanaman pendukung hasil tinggi.

Kata kunci: padi sawah, perbaikan varietas, umur genjah, seleksi, produktivitas

http://servenb/pustaka/

PENDAHULUAN

Peningkatan produksi padi melalui peningkatan produktivitas varietas semakin sukar dilakukan, mengingat produktivitas varietas unggul baru telah mencapai batas atas. Upaya lain yang dapat ditempuh adalah melalui peningkatan luas area panen (indeks panen/IP) dari IP padi 100 menjadi IP padi 200, dari IP padi 200 menjadi IP padi 300 atau IP padi 400 pada lahan sawah yang airnya tersedia hampir sepanjang tahun. Untuk mendukung program IP padi 400 diperlukan varietas unggul berumur pendek (genjah), yaitu kurang dari 90 hari setelah sebar (HSS). Selain itu, diperlukan teknik budi daya khusus, seperti penyiapan persemaian di luar lahan yang akan ditanami menjelang pertanaman sebelumnya dipanen.

Varietas padi unggul baru yang telah dilepas oleh Badan Litbang Pertanian belum ada yang berumur lebih genjah dari 95 HSS dan dengan hasil yang tinggi. Varietas unggul tergenjah yang telah dilepas adalah Dodokan dan Silugonggo, berumur lebih dari 95 HSS dengan hasil kurang dari 5 t/ha. VUB lainnya seperti Ciherang, Mekongga, dan Cigeulis berumur sekitar 115 HSS dengan hasil 7-10 t/ha. Kombinasi antara varietas-varietas tersebut dan

teknologi budi daya lainnya diperkirakan mampu meningkatkan produksi padi di Indonesia mencapai swasembada beras.

Penggunaan varietas padi yang ada saat ini pada area sawah beririgasi yang airnya tersedia sepanjang tahun memungkinkan menanam padi tiga kali setahun (IP padi 300) dan berhasil. Untuk dapat menanam padi empat kali setahun (IP padi 400) pada area yang sama, diperlukan varietas yang berumur sekitar 85 HSS. Pada tahun 2010 telah dilepas varietas unggul baru Inpari 11, Inpari 12, dan Inpari 13 yang berumur sekitar 100 HSS dengan hasil yang lebih tinggi dibanding Dodokan maupun Silugonggo. Untuk dapat mengisi program pengembangan IP padi 300 atau IP padi 400, maka perlu dirakit varietas padi umur genjah (<90 HSS), toleran kekeringan, atau hemat air dan pupuk, dengan hasil tinggi. Dengan menggunakan varietas-varietas tersebut, program IP padi 300 atau IP padi 400 akan lebih mudah dilakukan asal kondisi lingkungan biotik terkontrol.

PEMENDEKAN UMUR TANAMAN PADI

Saat ini tujuan utama perakitan varietas unggul padi selain untuk potensi hasil tinggi, tahan terhadap hama dan penyakit utama, berkualitas dan aromatik, juga dituntut memiliki umur relatif lebih genjah (pendek) dibanding varietas-varietas yang telah dilepas. Untuk mencapai tujuan ini, beberapa cara pemuliaan dapat ditempuh. Pada kondisi optimum, waktu terpendek yang diperkirakan tidak berdampak terhadap penurunan hasil adalah 30 hari untuk fase vegetatif (setelah tanam langsung pada sistem tabela, dan setelah tanam pada sistem tanam pindah), 30 hari untuk fase pertumbuhan malai, dan 30 hari untuk fase pengisian biji/pemasakan biji. Oleh karena itu, umur optimum tanaman padi untuk dapat memberikan hasil maksimum adalah 120 hari. Varietas yang berumur terlalu pendek akan memberikan hasil yang rendah karena lamanya fase vegetatif tidak cukup untuk menopang hasil yang tinggi. Sebaliknya, tanaman padi yang berumur panjang (dalam) juga akan memberikan hasil yang rendah akibat berlebihnya pertumbuhan vegetatif dan berisiko rebah.

Kendala dalam pemendekan umur tanaman adalah adanya sifat kompensasi terhadap hasil. Pemendekan waktu antara tabur sampai pembungaan, berakibat pada penurunan hasil 0,12 t/ha/hari sehingga diasumsikan varietas umur genjah berkorelasi dengan perakaran yang kecil. Dampak pemendekan fase vegetatif terhadap berkurangnya jumlah anakan dan produksi biomasa sampai batas tertentu dapat diimbangi dengan teknik budi daya, seperti meningkatkan jumlah bibit per rumpun dan melakukan tebar benih langsung. Tanam benih langsung (*direct seeding*) memberikan umur panen lebih cepat 20 hari dan meningkatkan efisiensi penggunaan air.

http://pustaka.litbang.deptan.go.id/

Dalam upaya merakit varietas padi ultragenjah dengan hasil tinggi, tantangan yang dihadapi adalah mendapatkan galur yang berumur kurang dari 90 HSS dan tumbuh *vigorous* dengan anakan banyak sehingga mampu memberikan hasil yang tinggi. Dalam koleksi plasma nutfah, terdapat beberapa varietas dan galur elit yang berumur genjah sampai sangat genjah (80-95 hari), namun potensi hasilnya masih rendah sampai sedang (kurang dari 4 t/ha). Persilangan antara galur-galur genjah tersebut diharapkan dapat menurunkan progeni yang lebih genjah dari tetua yang genjah, dan memiliki pertumbuhan yang *vigorous* sehingga mampu memberikan hasil yang lebih baik. Varietas padi berumur ultragenjah akan dimanfaatkan pada program IP padi 400, di mana pada kedua masa pertanaman yang diduga akan mengalami kekeringan, diperlukan varietas ultra genjah yang toleran kekeringan atau hemat air, dan varietas yang hemat pupuk untuk mengurangi biaya produksi.

Metode Seleksi Silang Berulang

Metode pemuliaan seleksi silang berulang atau *recurrent selection* adalah suatu metode seleksi dan penyilangan tanaman terpilih dari suatu populasi secara sistematik untuk membentuk populasi baru yang lebih baik (Fehr 1987). Kombinasi hasil persilangan antara segregan-segregan terpilih secara terus-menerus akan diperoleh populasi yang lebih baik dari populasi sebelumnya karena tanaman memiliki kombinasi sifat-sifat yang diharapkan.

http://server.litbang.deptan.go.id

Teknik Kultur Anter

Teknik kultur anter dilakukan melalui pembentukan galur haploid ganda dari hasil persilangan antargalur sangat genjah, yang dapat membantu mempercepat perolehan galur super genjah. Teknik kultur antera telah diakui sebagai salah satu teknologi cepat dan efisien dalam perakitan varietas padi (Hu 1985, Li 1992, Niizeki 1997). Aplikasi teknik ini dalam pemuliaan padi telah menghasilkan berbagai varietas padi unggul, terutama di China dan Korea. Hingga tahun 1985, China telah berhasil melepas 80 varietas padi unggul hasil kultur antera (Hu 1985). Korea telah melepas varietas unggul Hwaseongbyeo dan Hwacheongbyo pada tahun 1986, Hwajinbyeo pada tahun 1988, dan Hwayeongbyeo pada tahun 1991. Teknik ini telah dikembangkan di negara-negara lainnya dalam upaya perakitan varietas unggul seperti di India, Jepang, dan Filipina (Niizeki 1997).

Di Indonesia, teknik kultur antera padi telah dipelajari sejak 1991, setelah beberapa peneliti Balitbio (sekarang, Balai Besar Biogen) mengikuti pelatihan kultur antera di IRRI. Namun, hingga saat ini belum berhasil melepas varietas. Kendala yang dihadapi adalah rendahnya daya kultur antera padi indika dan silangannya yang merupakan subspesies budi daya di Indonesia

dibandingkan dengan daya kultur antera padi japonika di negara lain (Masyhudi 1994; Dewi *et al.* 1994). Namun, perkembangan hasil-hasil penelitian menunjukkan bahwa teknik ini berpeluang dapat diaplikasikan dalam mendukung program pemuliaan tanaman padi.

Teknik Mutasi Gen

Teknik mutasi dalam pemuliaan adalah perlakuan radiasi sinar gama terhadap varietas/galur yang berumur sangat genjah untuk mendapat mutan yang diharapkan. Galur/varietas yang memiliki karakter relatif genjah diindikasikan memiliki karakter lebih toleran terhadap suplai air terbatas dan lebih efisien dalam pemanfaatan pupuk. Untuk itu, seleksi galur/varietas harus diarahkan pada karakter-karakter tersebut. Beberapa varietas lokal memiliki karakter tersebut sehingga dapat dimanfaatkan sebagai tetua dalam program persilangan.

KEKERINGAN DAN LAMA FASE TUMBUH

Umur tanaman padi dibagi menjadi dua fase, yaitu: (1) fase vegetatif (sejak benih berkembang sampai inisiasi malai), dan (2) fase generatif (inisiasi malai sampai tanaman berbunga). Jumlah hari pada fase generatif antarvarietas relatif sama sehingga perbedaan umur tanaman terjadi akibat adanya perbedaan jumlah hari pada fase vegetatif. Fase vegetatif tanaman dibedakan menjadi fase vegetatif dasar (BVP) dan fotoperiodisme (PSP) (Sato dan Hayashi 1985). Lebih lanjut dijelaskan bahwa BVP didefinisikan sebagai jumlah hari minimum yang diperlukan varietas padi untuk dapat berbunga pada kondisi panjang hari optimum. Sato dan Hayashi (1985) melaporkan bahwa pada 93 varietas lokal terdapat dua kelompok tanaman, yaitu yang memiliki BVP panjang (75-95 hari) dan pendek (35-75 hari) dengan nilai PSP berkisar antara 0-75 hari.

Kekeringan adalah suatu kondisi kekurangan air untuk tanaman sehingga memengaruhi pertumbuhan dan perkembangannya (Suardi 1988). Cekaman kekeringan dapat menghambat pertumbuhan dan menurunkan hasil padi, bahkan sampai puso (Daradjat dan Samaullah 1998). Corrow (1996) melaporkan dua tipe toleransi tanaman terhadap kekeringan, yaitu: (1) kemampuan tanaman untuk menghindari kerusakan jaringan selama periode kekeringan melalui proses dehidrasi (*drought avoidance ability*), dan (2) kemampuan tanaman untuk bertahan hidup pada kondisi lingkungan dengan suplai air kurang (*drought tolerance ability).*

De Datta *et al.* (1973) melaporkan bahwa pengeringan sawah dapat memperlambat fase pembungaan. Yoshida (1981) menyatakan bahwa kondisi

kekurangan air pada periode 0-2 minggu menjelang pembungaan dapat menyebabkan kehampaan malai. Kedua informasi tersebut mengindikasikan bahwa galur/varietas yang dapat berbunga lebih cepat dan menghasilkan jumlah gabah hampa yang rendah pada kondisi lingkungan tumbuh yang suplai airnya terbatas adalah galur/varietas yang toleran kekeringan.

Pengaruh cekaman kekeringan terhadap pertumbuhan tanaman bersifat sangat kompleks yang disebabkan oleh interaksi faktor-faktor lingkungan tumbuh dan faktor-faktor agronomis. O'Toole dan Chang (1979) mengungkapkan bahwa sifat fisika-kimia tanah berpengaruh terhadap pertumbuhan akar, artinya kondisi lahan kering berpengaruh terhadap kemampuan tanaman mengabsorpsi air.

Matsushima (1966), Hsiao (1982), dan O'Toole (1982) melaporkan bahwa tanaman padi sangat sensitif terhadap cekaman kekeringan pada periode pertumbuhan generatif. Kerusakan tanaman relatif lebih rendah bilamana cekaman kekeringan terjadi pada fase vegetatif dibanding bila terjadi pada fase generatif. Hal itu disebabkan tanaman muda memiliki kemampuan dan kesempatan untuk pulih kembali setelah cekaman kekeringan berakhir (O'Toole dan Chang 1979). Walaupun demikian, cekaman kekeringan pada awal pertumbuhan mungkin juga menyebabkan kerusakan permanen pada tanaman akibat menurunnya luas daun dan berkurangnya jumlah anakan sehingga hasil gabah menurun (Cruz *et al.* 1986).

Pada kondisi tanah kering, galur atau varietas padi sawah dengan perakaran dalam membantu tanaman terhindar (*drought avoidance*) dari defisit lengas tanah. Dengan perakaran dalam, tanaman mampu mengekstrak air tanah pada lapisan tanah lebih dalam. Kedalaman perakaran dipengaruhi oleh *regime* air. Pada tanah kering, tanaman padi sawah mempunyai pertumbuhan akar yang lebih dalam, dan sebaliknya pada tanah yang digenang air terus-menerus memiliki perakaran yang dangkal (Yoshida dan Hasegawa 1982).

PRODUKTIVITAS VARIETAS UNGGUL PADI SAWAH

Sejak varietas IR64 dilepas pada tahun 1986, hampir tidak ada varietas unggul baru (VUB) yang memiliki produktivitas yang nyata lebih tinggi. Hal itu diduga ada kaitannya dengan latar belakang genetik pembentuk VUB tersebut, yang semuanya merupakan inbrida-inbrida turunan hasil persilangan indika x indika. Para peneliti padi IRRI telah menyimpulkan bahwa potensi hasil varietas padi modern saat ini telah mencapai batas atas sehingga perlu ditembus dengan pembentukan varietas yang dapat memberikan produksi lebih tinggi, yaitu melalui pembentukan padi tipe baru (Cantrell dan Hettel 2002) dan padi hibrida.

Hak cipta dilindungi undang-undang

Varietas Unggul Tipe Baru

Padi tipe baru menurut Khush (2002) adalah padi yang memiliki postur tanaman: (a) jumlah anakan rendah (9-10), (b) anakan semuanya produktif, (c) jumlah gabah isi per malai >250 butir, (d) berbatang kokoh, (e) helai daun tebal, tegak, dan berwarna hijau tua, (f) umur matang antara 100–130 hari, (g) tahan terhadap sejumlah hama dan penyakit padi, dan (h) mutu gabah dan beras dapat diterima *stakeholder.*

Penelitian padi tipe baru di Indonesia telah dimulai sejak 1995, dengan mengintroduksi galur-galur padi tipe baru dari IRRI seperti IR65600, IR66160, dan IR66738 yang digunakan dalam program persilangan. Dari program tersebut berhasil dilepas varietas unggul tipe baru (VUTB) Fatmawati pada tahun 2003. Varietas tersebut merupakan prototipe VUTB hasil pemuliaan Indonesia yang mampu menembus batas atas potensi hasil VUB yang telah dilepas terdahulu. Dari aspek potensi hasil, varietas Fatmawati telah mengungguli Ciherang dan IR64 masing-masing dengan kisaran hasil gabah kering panen 4-13% dan 4-32% lebih tinggi. Namun masih ada sejumlah karakter dari varietas tersebut yang perlu diperbaiki melalui pembentukan VUTB-VUTB generasi berikutnya. Kekurangan yang menonjol dan menjadi prioritas untuk diperbaiki adalah persentase kehampaan yang relatif tinggi, kerontokan gabah relatif sukar, butiran beras berbentuk bulat, kandungan butir kapur relatif tinggi, dan ketahanan terhadap hama penyakit, khususnya penyakit hawar daun bakteri. Tingkat kehampaan yang tinggi diduga karena varietas Fatmawati bermalai panjang dan lebat, sementara umurnya tergolong genjah (115 HSS) sehingga waktu pengisian dan pemasakan biji kurang mencukupi. Seleksi terakhir dari populasi dasar materi pemuliaan padi tipe baru telah teridentifikasi sejumlah galur PTB baru yang menunjukkan karakteristik lebih baik dari Fatmawati, sebagai VUTB generasi baru.

Hasil penelitian tersebut mengindikasikan bahwa untuk mendapatkan hasil yang tinggi diperlukan waktu yang lebih panjang untuk pengisian dan pemasakan biji. Dengan malai yang panjang dan lebat dan umur 115 hari ternyata masih banyak gabah yang hampa, ini menunjukkan kurangnya waktu untuk pengisian dan pemasakan biji. Pada varietas seperti Ciherang dan IR64 yang memiliki malai yang tidak terlalu pendek dan tidak terlalu panjang, dengan umur 115 HSS, pengisian gabahnya dapat berlangsung normal sehingga tingkat kehampaan gabahnya relatif rendah.

Varietas Padi Hibrida

Salah satu strategi untuk memecahkan masalah pelandaian laju peningkatan produksi padi selain dengan pembentukan VUTB adalah dengan memanfaatkan dan mengembangkan varietas padi hibrida. Teknologi padi

hibrida dikembangkan atas dasar pemanfaatan gejala heterosis dari populasi F1 atas tetua-tetua persilangannya atau varietas-varietas baku lainnya. Pada kombinasi persilangan tertentu, gejala heterosis yang muncul mampu meningkatkan potensi hasil varietas padi 15-20% lebih tinggi dari varietas baku (varietas inbrida yang paling banyak ditanam petani).

Saat ini di Indonesia telah dilepas 67 varietas padi hibrida, 17 di antaranya dilepas oleh Badan Litbang Pertanian dan 50 oleh swasta. Potensi hasil varietas hibrida tersebut nyata lebih tinggi 1,0-1,5 t GKG/ha atau 17-28% dari IR64. Kelemahan varietas hibrida yang paling awal dilepas (Maro dan Rokan) antara lain adalah peka terhadap hama wereng coklat, penyakit bakteri hawar daun, dan virus tungro. Selain itu, kedua varietas tersebut memiliki heterosis yang kurang stabil sehingga tidak di semua lokasi mampu memberikan hasil lebih tinggi dibanding IR64. Oleh karena itu, salah satu prioritas dalam perakitan padi hibrida selanjutnya adalah: (a) memperbaiki stabilitas CMS, (b) meningkatkan nilai heterosis hasil, dan (c) memperbaiki ketahanan terhadap hama penyakit utama dan mutu produk. Setelah Maro dan Rokan, sampai dengan tahun 2011 sebanyak 15 varietas hibrida baru telah dilepas oleh Badan Litbang Pertanian.

Potensi hasil tertinggi varietas unggul padi dan VUTB yang telah dilepas adalah 10 t GKG/ha, yaitu dari Inpari 1, sedangkan hasil rata-rata tertinggi 8 t GKG/ha adalah dari Logawa (Tabel 1). Umur tergenjah dari VUB yang dilepas adalah dari Silugonggo (85-90 HSS) dengan hasil sekitar 4,5 t/ha.

Potensi hasil varietas unggul padi hibrida (VUH) tertinggi yang telah dilepas adalah 11,8-12,1 t GKG/ha, yaitu dari Hipa 14 SBU, sedangkan hasil rata-rata tertinggi 9,3 t GKG/ha dari Hipa Jatim2 (Tabel 2). Umur tergenjah dari VUH yang dilepas adalah Hipa 12SBU dan Hipa 13 dengan umur 105 HSS dan hasil 7,7 t GKG/ha.

TINGKAT KEGENJAHAN PADI SAWAH

Plasma nutfah BB Padi mempunyai koleksi varietas-varietas lokal maupun introduksi yang diindikasi berumur ultragenjah (< 90 HSS). Sebanyak 29 varietas, gabungan dari varietas lokal dan introduksi, telah diamati karakter umur matangnya. Dari 29 varietas yang diduga berumur ultragenjah, hanya 12 varietas yang berumur <90 HSS, tujuh varietas berumur masak 90-95 HSS dan selebihnya berumur 96-109 HSS (Tabel 1). Data tersebut diambil dari pertanaman musim hujan, yang biasanya berpengaruh dalam memperpanjang umur tanaman, sehingga bila ditanam pada musim kemarau diperkirakan akan berumur lebih genjah lagi.

http://pustaka.litbang.deptan.go.id/publikasi/

Tabel 1. Umur, potensi dan rata-rata hasil beberapa varietas unggul baru (VUB) dan varietas unggul padi tipe baru (VUTB), Balai Besar Penelitian Tanaman Padi, 2010.

Varietas	Umur (HSS[1)])	Rata-rata hasil (t GKG/ha[2)])	Potensi hasil (t GKG/ha)
VUB padi sawah			
IR36	110-120	4,5	5,8
Cisadane	135-140	5,0	7,0
IR42	135-145	5,0	7,0
IR64	110-120	5,0	6,0
Dodokan	100-105	5,1	
Ciliwung	117-125	4,8	6,5
IR66	110-120	4,5	5,5
Memberamo	115-120	6,5	7,5
Cibodas	117-126	6,0	7,0
Digul	115-125	5,0	7,0
Maros	110-120	6,3	9,0
Way Apo Buru	115-125	5,5	8,0
Widas	115-125	5,0	7,0
Ciherang	116-125	6,0	8,5
Bondojudo	110-120	6,0	8,4
Silugonggo	85-90	4,5	5,5
Sintanur	115-125	6,0	7,0
Konawe	110-120	5,0	8,0
Ciujung	105	5,0	6,5
Angke	115	6,0	7,5
Sunggal	115-125	5,0	8,0
Cigeulis	115-125	5,8	8,0
Cibogo	115-125	7,0	8,1
Pepe	124	7,0	8,1
Logawa	115	8,0	8,5
Mekongga	116-125	6,0	8,4
Sarinah	110-125	7,0	8,0
Aek Sibundong	108-125	6,0	8,0
Inpari 1	108	7,3	10,0
Inpari 2	115	5,8	7,3
Inpari 3	110	6,1	7,5
Inpari 4	115	6,0	8,8
Inpari 5 Merawu	115	5,7	7,2
Inpari 7 Lanrang	110-115	6,2	8,7
Inpari 8	125	6,3	9,9
Inpari 9 Elo	125	6,4	9,1
Inpari 10 laeya	112	4,1	7,0
Inpari 11	105	6,5	8,8
Inpari 12	99-103	6,2	8,0
Inpari 13	99-103	6,6	8,0
Padi tipe baru			
Cimelati (semi PTB)	120	6,0	7,0
Fatmawati	105-115	7,5	9,5

[1)]HSS = hari setelah sebar benih; [2)]GKG = gabah kering giling.

http://sirerlib/pseko

Tabel 2. Umur, potensi dan rata-rata hasil varietas hibrida (VUH), Balai Besar Penelitian Tanaman Padi, 2010.

Varietas	Umur (HSS[1)])	Rata-rata hasil (t GKG/ha[2)])	Potensi hasil (t GKG/ha)
Maro	113	6,2	8,9
Rokan	115	6,4	9,2
HIPA 3	116-120	8,5	11,7
HIPA 4	114-116	8,0	10,4
HIPA 5 Ceva	114-129	7,3	8,4
HIPA 6 Jete	101-128	7,4	10,6
HIPA 7	112	7,6	11,4
HIPA 8	110-122	7,5	10,4
HIPA 9	115	8,1	10,4
HIPA 10	114	8,1	9,4
HIPA 11	114	8,4	10,6
HIPA 12 SBU	105	7,7	10,5 (MK); 8,9 (MH)
HIPA 13	105	7,7	10,5 (MK); 9,4 (MH)
HIPA 14 SBU	112	8,4	12,1 (MK); 11,8 (MH)
HIPA Jatim1	119	8,2	10,0 (MK); 9,7 (MH)
HIPA Jatim2	119	9,3	10,9 (MK); 10,7 (MH)
HIPA Jatim3	117	8,5	10,7 (MK); 10,0 (MH)

[1)]HSS = hari setelah sebar benih; [2)]GKG = gabah kering giling.

http://servenlit.bsdp.go.id/

PERAKITAN VARIETAS ULTRA GENJAH DAN HASIL YANG TELAH DICAPAI

Penelitian pembentukan varietas padi sawah ultragenjah melalui seleksi silang berulang (*recurrent selection*) telah menghasilkan: (1) hingga MT VI, melalui seleksi dan pembuatan persilangan antartanaman tergenjah, telah dihasilkan 328 populasi F2RS2 dan F2DC, yang siap diseleksi untuk digalurkan dan diuji penampilan umur dan hasilnya; (2) *recurrent selection* dan *pedigree* pada MT VII telah memasuki generasi F3RS2, F4RS1, dan F6. Dari ketiga kelompok seleksi ini diperoleh materi yang berumur masak kurang lebih 90 HSS, masing-masing 106 galur F3RS2 (masih akan digalurkan), 125 galur F4RS1 (masih akan di-*bulk*), dan 243 galur F6 (akan dilanjutkan ke observasi). Galur-galur ini masih akan diseleksi lagi berdasarkan umur, hasil, bentuk gabah, dan kualitas berasnya.

Pengamatan terhadap umur dan bentuk tanaman menunjukkan bahwa tanaman-tanaman yang berumur ultragenjah (<90 HSS) pada umumnya mempunyai bentuk tanaman "inferior", pendek, anakan sedikit, batang

kecil, malai pendek, gabah kecil dengan jumlah gabah per malai sedikit. Sebaliknya, tanaman padi yang bentuknya baik, normal, cukup *vigorous*, anakan banyak, malai panjang dengan gabah panjang dan ramping berumur sangat genjah (90-104 HSS), berbunga sekitar 60 HSS (Tabel 3).

Seleksi untuk mendapatkan galur yang berpotensi hasil tinggi lebih berpeluang diperoleh dari tanaman-tanaman yang berumur sangat genjah (90-104 HSS) dibanding tanaman ultragenjah (<90 HSS). Oleh karena itu, target untuk membentuk varietas padi sawah ultra genjah (85-<90 HSS)

Tabel 3. Data umur matang 29 varietas padi umur genjah di dua lokasi pengujian.

Varietas	Umur matang (HSS)		Golongan	Keterangan
	Kuningan (MK)	Cilacap (MH)		
GEMIJA JYANAM	100	-	Indika	Introduksi
PALEPYO	99	91	Indika	Lokal
TNAU 7456	98	**82**	Indika	Introduksi
ARC 15210	91	**89**	Indika	Introduksi
DENG DENG QI	108	90	Indika	Introduksi
TAMCAU 9A	92	106		Introduksi
ARC10812	101	96	Indika	Introduksi
YANGKUM (RED)	107	106	Indika	Introduksi
DULAR	89	85	Indika	Lokal
FIROOZ	106	108	Japonika	Introduksi
IR2344-PIPB-9-3-2B	98	109	Indika	Introduksi
NAN-GUANGZHAN	99	**83**	Indika	Introduksi
SAO	100	105	Javanika	Lokal
DHALA BAGDAR 2	107	107	Javanika	Lokal
IR75499-53-1	100	**85**	Indika	Introduksi
N22	100	**89**	Indika	Introduksi
WAB01287	103	-		Introduksi
KHAO TEP	102	98	Indika	Introduksi
IR80353-24-B-52-1-B-B	108	104	Indika	Introduksi
IR77379-33-2-1-7-2-B	105	105	Japonika	Introduksi
P. Baian	88	83	Indika	Lokal
Sansari	100	**86**	Indika	Introduksi
Niawtew	94	103		Introduksi
ADT 30	95	**86**	Indika	Introduksi
TNAU 6484	98	95	Indika	Introduksi
NVAU 6543	100	90	Indika	Introduksi
NCS 113	101	**85**		Introduksi
Faram Bagade	99	**89**	Indika	Introduksi
Goar Sail	93	87	Indika	Introduksi

http://servelib/pse

dan hasil > 8 t/ha berpeluang sangat kecil dan perlu dipertimbangkan kembali.

KESIMPULAN DAN SARAN

(1) Perbaikan varietas untuk mendapatkan galur yang berumur ultragenjah (<90 HSS) dan berproduksi tinggi melalui *recurrent selection* (seleksi silang berulang) memberikan turunan yang berumur sangat genjah sehingga seleksi ke arah umur yang diharapkan dapat dilakukan.

(2) Tanaman padi berumur ultragenjah (<90 HSS), berbunga 50% pada 50-59 HSS, memiliki bentuk tanaman yang "inferior", yaitu anakan sangat sedikit, pendek, malai pendek dengan jumlah gabah per malai sedikit, bentuk gabah kecil dan agak bulat, merupakan sifat-sifat yang tidak disukai. Karakteristik demikian tidak mungkin dapat memberikan hasil yang tinggi.

(3) Tanaman-tanaman yang berumur > 90 HSS (sangat genjah 90-104 HSS) berbunga 50% sekitar 60 HSS, memiliki bentuk tanaman yang lebih baik, normal, cukup *vigorous*, anakan cukup banyak, malai normal-panjang dengan bentuk gabah panjang dan ramping, sehingga lebih potensial dipilih dan menghasilkan galur yang berpotensi hasil tinggi.

http://sumberlib.litbang.deptan.go.id

REKOMENDASI KEBIJAKAN

Pembentukan varietas padi sawah ultragenjah < 90 HSS dengan produktivitas > 8 t/ha untuk mengisi program IP padi 400 berpeluang sangat kecil untuk berhasil. Oleh karena itu, program IP padi 400 untuk mencapai produksi maksimal dengan cara penanaman padi empat kali setahun berpeluang sangat kecil untuk berhasil, mengingat padi ultragenjah (85-89 HSS) tidak akan memberikan hasil optimal.

Seleksi untuk mendapatkan galur yang berpotensi hasil tinggi lebih berpeluang diperoleh dari tanaman-tanaman yang berumur sangat genjah (90-104 HSS) dibanding tanaman ultragenjah (<90 HSS). Varietas padi dengan umur sangat genjah (90-104 HSS) dengan hasil tinggi cocok untuk mengisi program IP padi 300.

DAFTAR PUSTAKA

Cantrell, R.P. and G.P. Hettel. 2002. A walk through rice research's " Field of Dream". hlm. 19-30. Dalam: Kebijakan Perberasan dan Inovasi Teknologi Padi. Buku I. Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanaman Pangan, Bogor.

Carrow, R.N. 1996. Drought avoidance characteristics of diverse tall fescue cultivars. Crop Sci. 36(2): 371-377.

Cruz, R.T., J.C. O'Toole, M. Dingkuhn, E.B. Yambao, M. Thangaraj, and S.K. 'De Datta. 1986. Shoot and root response to water deficits in rainfed lowland. rice. Aust. J. Plant Physiol. 13: 567-575.

Daradjat, A.A dan M.Y. Samaullah. 1998. Toleransi beberapa genotipe padi sawah terhadap cekaman kekeringan. Zuriat 9(2): 45-53.

De Datta, S.K., W.P. Abilay, and G.N. Kalwar. 1973. Water stress effects in flooded tropical rice. pp. 19-36. In: Water Management in Philippines Irrigation Systems: Research and operations. International Rice Research Institute, Los Banos, the Philippines.

Dewi, I.S., A.D. Ambarwati, M.F. Masyhudi, T. Soewito, dan Suwarno. 1994. Induksi kalus dan regenerasi kultur antera padi (*Oryza sativa* L.). Risalah Hasil Penelitian Tanaman Pangan 2: 136-143.

Fehr, W.R. 1987. Principles of Cultivar Development. Theory and technique. McGraw-Hill, Inc. 1: 535.

Hu, H. 1985. Use of haploids in crop improvement. pp. 75-84. In: Biotechnology in International Agricultural Research. Proceedings of the Inter-Center Seminar on International Agricultural Research Centers (IARCs) and Biotechnology, IRRI, Philippines, 23-27 April 1984.

Hsiao, T.C. 1982. The soil – plant – atmosphere continuum in relation to drought and crop production. pp. 39-52. In: Drought Resistance in Crops, with Emphasis on Rice. IRRI, Manila, Philippines.

Khush, G.S. 2002. Food security by design: Improving the rice plant in partnership with NARS. hlm. 67-80. Dalam: Kebijakan Perberasan dan Inovasi Teknologi Padi. Buku I. Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanaman Pangan, Bogor.

Li, M.F. 1992. Anther culture breeding of rice at the CAAS. pp. 75-86. In: K. Keng and T. Murashige (Eds.). Anther Culture for Rice Breeders. Proceedings of Seminar and Training for Rice Anther Culture at Hangzou, China.

Masyhudi, M.F. 1994. Kultur antera tanaman padi. Buletin Penelitian 9: 18-31.

Matsushima, S. 1966. Some experiments and investigations on rice plants in relation to water in Malaysia. pp. 115-123. In: Y. Fujioka (Ed.). Water

http://perpustakaan.litbang.deptan.go.id

Resource Utilization in Southeast Asia. Center for Southeast Asian Studies, Kyoto University, Japan.

Niizeki, H. 1997. Anther (pollen) culture. Chapt. I. Tissue Culture. In Div. III. Biotechnology and Genetic Resources. In: T. Matsuo, Y. Futsuhara, F. Kikuchi, and H. Yamaguchi (Eds.). Science of the Rice Plant. Genetics. Food and Agriculture Policy and Research Center 3: 691-704.

O'Toole, J.C., and T.T. Chang. 1979. Drought resistance in cereals – rice: A case study. pp. 373-405. In: H. Mussel and R.C. Staples (Eds.). Stress Physiology in Crop Plants. Interscience, New York.

O'Toole, J.C. 1982. Adaptation of rice to drought-prone environments. pp. 95-213. In: Drought Resistance in Crops with Emphasis on Rice. International Rice Research Institute, Los Banos, the Philippines.

Sato, Y and Hayashi. 1985. The genetic control of basic vegetative phase in early maturing native rice varieties of Japan. Jap. J. Breed. 35(2):160-166.

Suardi, D. 1988. Ketahanan tanaman padi terhadap kekeringan. Buletin Penelitian Tanaman Pangan: 29-37.

Yoshida, S. 1981. Fundamental of Rice Crop Science. International Rice Research Institute, Los Banos, the Philippines. 269 pp.

Yoshida, S. and S. Hasegawa.1982. The rice root system: Its development and function. pp. 97-114. In: Drought Resistance in Crops with Emphasis on Rice. International Rice Research Institute, Los Banos, the Philippines.

http://server.litbang.deptan.go.id

Peranan Produksi Karet Alam dalam Perubahan Industri Karet Global

DJOKO SAID DAMARDJATI

Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanaman Pangan
Jalan Merdeka No. 147 Bogor 16111
E-mail: dsdjati@indo.net.id

ABSTRAK

Peranan karet alam (KA) dalam industri karet ke depan akan meningkat seiring dengan perubahan ekonomi global. Permintaan karet, khususnya KA, ditentukan terutama oleh permintaan industri ban (60%) yang berhubungan erat dengan pertumbuhan industri otomotif yang sangat dipengaruhi oleh pertumbuhan perekonomian global dan regional. Peranan karet KA dan karet sintetis (KS) bersifat komplementer, kompetitif, dan sekaligus kontradiktif. Perbedaan sifat fisik, sistem produksi, ekonomi, dan bisnis menciptakan hubungan yang sangat kompleks di antara keduanya. Namun demikian, posisi KA pada masa lalu selalu dalam tekanan oleh KS; apabila timbul gejolak ekonomi, posisi KA menjadi lebih baik. Tendensi harga KA yang bertahan tinggi selama kurun waktu 2009-2011 mengindikasikan adanya perubahan struktur fundamental yang melandasi industri karet global, termasuk tuntutan yang makin besar terhadap penghematan energi, energi ramah lingkungan, dan inovasi dalam teknologi karet. Perubahan ini diharapkan mampu mendorong peningkatan peran KA dalam industri karet yang semula didominasi oleh KS. Produksi KA ditentuan oleh dua faktor utama, yaitu luas area sadap dan peningkatan KA. Peningkatan produksi KA global yang tertahan sejak 2007 disebabkan oleh produksi yang stagnan akibat keterlambatan tanam baru dan tanam ulang sejak 10 tahun lalu. Peningkatan produktivitas terkendala oleh perluasan area sadap pada daerah nontradisional dan menuanya tanaman. Program tanam baru dan tanam ulang dengan menggunakan klon unggul di beberapa negara produsen pada tahun 2005-2010, mulai sadap pada tahun 2012, diharapkan memberikan kontribusi nyata terhadap peningkatan produksi KA.

Kata kunci: karet alam, perdagangan global, harga, negara produsen

PENDAHULUAN

Karet industri yang secara generik disebut elastomer, terdiri atas dua jenis, yaitu karet alam (KA) dan karet sintetis (KS). KA adalah komoditas alami dan terbarukan, sedangkan KS adalah karet buatan nonterbarukan, sebagai produk yang berasal dari minyak bumi. KA terutama diproduksi oleh lebih dari 10 juta petani kecil sebagai sumber mata pencaharian, sedangkan KS berasal dari industri sejumlah perusahaan multinasional.

Investasi yang dibutuhkan untuk memproduksi satu kilogram KS jauh lebih tinggi daripada KA. Dibandingkan dengan KA, produksi KS memiliki berbagai kerugian sosial-ekologi, seperti *input* energi lebih banyak, *input* tenaga kerja kurang, masalah limbah, dan emisi gas rumah kaca. Sebaliknya, KA dianggap sebagai komoditas hijau karena secara biologis disintesis melalui reaksi fotosintesis pada tanaman dari H_2O, CO_2, dan sinar matahari yang melimpah di negara-negara tropis. Hal ini membuat produksi KA ramah lingkungan, dengan gangguan relatif kecil terhadap lingkungan. Selain dapat mengendalikan erosi dan mempertahankan kelembapan tanah, perkebunan karet dapat memurnikan atmosfer dengan menyerap karbon dioksida dan melepaskan oksigen. Asosisasi Negara-negara Produsen Karet Alam (ANRPC) sedang dalam proses membawa peluang perkebunan karet sebagai calon kuat untuk diajukan ke Badan Mekanisme Pembangunan Bersih (CDM) agar bisa diperdagangkan di bawah protokol Kyoto dari Konvensi Kerangka Kerja PBB tentang Perubahan Iklim (UNFCCC) yang mulai berlaku sejak Februari 2005 (ANRPC 2009b).

Memasuki abad ke-21 terjadi perubahan yang besar dalam startegi dan tren industri karet global. Pada masa lalu, peranan KS dominan sebagai bahan baku industri karet, sedangkan KA hanya bersifat suplemen. Namun di masa mendatang, pergeseran ekonomi dunia yang menuntut penghematan energi, energi ramah lingkungan dan perkembangan inovasi teknologi karet akan mendorong peningkatan peran KA dalam industri karet yang semula didominasi oleh KS. Dalam kurun waktu yang lama pada abad ke-20, peranan KA selalu inferior di bawah KS dan selalu tertekan dengan fluktuasi harga yang jauh lebih tinggi (mencapai 500%) dibanding komoditas lain. Pada tahun 2010-2011, peranan KA mulai membaik yang ditunjukkan oleh harga yang telah melampaui batas tertinggi dalam kurun waktu 50 tahun terakhir.

Dalam makalah ini dibahas tren perubahan industri KA global ditinjau dari sisi produksi dan penawaran. Informasi produksi KA dihimpun oleh Asosiasi Negara-negara Produsen Karet Alam (ANRPC) yang mempunyai anggota 11 negara, dan menguasai sekitar 93% produksi KA dunia.

TREN PERKEMBANGAN INDUSTRI DAN PERDAGANGAN KARET DUNIA

Proporsi Karet Alam dalam Industri Karet

Karet sebagai bahan baku industri terdiri atas dua bentuk, yaitu KA dan KS. Keduanya memiliki sifat fisik, pola produksi, dan bisnis yang spesifik, apabila dikaitkan dengan sistem industri dan ekonomi, dan memiliki saling

keterkaitan yang kompleks. KA dan KS berinteraksi secara komplementer, kompetitif, tetapi juga kontradiktif, khususnya bila diamati dari hubungan harga.

Dari sisi pembentukan harga di pasar, KS sangat bergantung pada harga bahan baku (minyak bumi). Perubahan harga minyak mentah menyebabkan harga KS pun berubah. Dari sisi ekonomi, perubahan harga seharusnya dapat menyebabkan substitusi antara keduanya. Namun, dibandingkan dengan harga, pertimbangan teknis lebih menentukan proporsi KA dan KS dalam produk. Dengan demikian, pertimbangan teknis sering mengesampingkan faktor harga sehingga perlu ada batas-batas yang didefinisikan dengan baik untuk fleksibilitas yang tersedia untuk substitusi. Misalnya, meskipun harga KA selama tahun 2000-an lebih rendah dibandingkan dengan KS, kondisi ini tidak dapat meningkatkan substitusi KS oleh KA sehingga mendorong peningkatan harga KA.

Penurunan penggunaan KA yang tajam hingga 1979 terutama disumbang oleh perkembangan bentuk-bentuk KS baru (polibutadiena pada tahun 1961 dan poli-isoprena pada 1967) yang lebih kompetitif. Hal ini memungkinkan KS mengambil alih konsumen KA di berbagai wilayah yang semula secara tradisional mengonsumsi KA. Namun, dengan adanya berbagai perubahan, seperti krisis moneter dunia, inovasi teknologi baru pemanfaatan KA, produksi KA, dan lain-lain telah membantu membalikkan tren proporsi KA dan KS (Budhraja 2010; Jacob 2010), antara lain:

(1) Guncangan harga minyak selama tahun 1970-an membuat harga KS mahal. Penemuan efisiensi bahan bakar memberikan sumbangan penting dalam industri otomotif. Ban otomotif kaya KA mempunyai preferensi lebih tinggi karena memiliki sifat *rolling resistance* yang lebih rendah dibanding ban kaya KS.

(2) Komersialisasi awal produk bahan mentah KA dari negara produsen, seperti TSR di Thailand, SMR di Malaysian, dan SIR di Indonesia, yang mulai diproduksi pada tahun 1965.

(3) Pengembangan dan komersialisasi produk KA yang dimodifikasi secara fisik maupun secara kimiawi, seperti karet viskositas stabil, karet termoplastik alam, *graft co-polimer*, dan karet diklorinasi. Hal ini memungkinkan KA digunakan di daerah-daerah baru yang sebelumnya hanya menggunakan KS.

(4) Munculnya ban radial yang menggunakan proporsi KA lebih tinggi dibandingkan dengan ban otomotif konvensional berlapis.

(5) Meningkatnya kesadaran akan produk ramah lingkungan yang menyebabkan permintaan terhadap produk berbasis KA meningkat.

(6) Runtuhnya ekonomi di bekas Uni Soviet dan Eropa Tengah dan Timur yang merupakan wilayah yang mengonsumsi KS.

(7). Meningkatnya permintaan terhadap saham komoditas KA sehingga apabila terjadi penurunan satu titik persentase saham KA, nilainya setara dengan 240.000 ton KA (1% dari 24 juta). Oleh karena itu, pergeseran kecil dalam pangsa KA memiliki dampak yang signifikan terhadap ukuran pasar KA.

Meskipun ada keterbatasan dalam substitusi KA dan KS, tren pangsa relatif KA sejak tahun 1960 menunjukkan perubahan yang signifikan dalam proporsi dua jenis karet di total konsumsi. Pangsa relatif KA turun tajam 18 poin, dari 47,5% menjadi 29,5% selama periode 1960-1979.

Keragaman Penggunaan KA dalam Industri Karet

Apabila dibandingkan antara industri hulu KA dengan industri hilir, maka akan tampak jelas kondisi yang sangat kontras. Perkembangan industri karet terkait dengan perkembangan industri ban secara global. Dominasi industri ban otomotif tercermin dari besarnya konsumsi KA dan KS yang menyerap 58-60% dari total produksi karet dunia. Industri ban otomotif sangat terkait dengan pertumbuhan perekonomian dunia (IRSG 2009).

Konsumsi karet dalam industri ban merupakan akumulasi dari dua sumber permintaan, yaitu permintaan untuk perlengkapan orisinal (PO) dan penggantian peralatan (PP). PO adalah permintaan akan industri mobil baru sehingga sangat bergantung pada pertumbuhan ekonomi global atau negara yang bersangkutan. PP terkait langsung dengan konsumen ban otomotif untuk penggantian rutin ban kendaraan, ditentukan oleh tingkat ekonomi negara yang bersangkutan dan aktivitas konsumen (IRSG 2009).

Industri ban terorganisasi sangat baik, terkonsolidasi, dan kompetitif. Industri ban sangat bergantung pada perkembangan industri otomotif dan mobil penumpang baru. Akhir-akhir ini pasar matang Eropa Barat dan Amerika Utara mengalami pertumbuhan yang lebih rendah dibandingkan dengan pasar yang sedang berkembang di Asia dan Eropa Timur.

Selain untuk industri ban otomotif, karet juga digunakan sebagai bahan baku industri karet nonban, yang secara generik disebut barang karet umum (BKU), antara lain alas sepatu, alat kesehatan, produk dari lateks, dan sebagainya. BKU menyerap produksi karet 40-42% dari total produksi (KA + KS). Penyerapan karet untuk BKU dipengaruhi oleh tingkat perkembangan ekonomi negara yang bersangkutan (IRSG 2009).

KA digunakan dalam pembuatan sekitar 50.000 jenis produk, namun 60% dikonsumsi sebagai bahan baku pembuatan ban otomotif. Pola ini berlaku umum pada semua negara konsumen utama, kecuali Malaysia, di mana produk berbasis lateks lebih dominan. Pentingnya KA dalam industri

http://perpustakaan.litbang.deptan.go.id

ban otomotif di negara konsumen utama dapat dilihat pada proporsi KA dalam konsumsi karet total untuk industri ban otomotif, yakni Amerika Serikat 73%, Jepang 90%, Korea Selatan 78%, Jerman 68%, Perancis 80%, Malaysia 12%, danThailand 48% (IRSG 2010).

Porsi penggunaan KA terhadap konsumsi total karet bervariasi antarnegara, terutama bergantung pada produk akhir yang diproduksi di setiap negara. Di negara-negara yang dominan memproduksi ban mobil penumpang, porsi KA akan lebih rendah (IRSG 2009). Ban mobil penumpang (sedan dan kendaraan kecil lainnya) menggunakan KA dalam proporsi yang lebih rendah dibandingkan dengan ban radial dan ban kendaraan komersial yang kaya KA, seperti truk, bus, alat berat, dan alat pertanian. Porsi konsumsi KA dari konsumsi total karet di beberapa negara konsumen karet adalah China 44%, India 74%, Amerika Serikat 32%, Jepang 43%, Malaysia 78%, Jerman 27%, dan Perancis 32%.

Pergeseran Geografis dalam Konsumsi dan Produksi KA

Sejalan dengan pertumbuhan industri, Eropa dan Amerika Utara telah menjadi daerah tradisional utama konsumen KA, yang pada tahun 1960 menyerap lebih dari 73% konsumsi KA, sedang Asia hanya menyerap 18,7% dari konsumsi global KA. Sejalan dengan pergeseran industri barang manufaktur karet dari barat ke timur, maka proporsi konsumsi KA di Asia meningkat tajam menjadi 74,1% pada tahun 2010 (Damardjati dan Jacob 2010a, 2010b). Sebaliknya, wilayah Eropa yang semula menyerap KA 47,9% pada tahun 1960, menurun hingga hanya 10,9% pada tahun 2010. Sebaliknya, China yang menyerap KA hanya 5,3% pada tahun 1960, meningkat menjadi 25,5% pada tahun 2010 dan menjadi konsumen KA terbesar di dunia saat ini.

Dalam produksi KA, Asia tetap masih mendominasi produksi karet alam dunia. Pada tahun 1960, Asia memproduksi KA 91,2% dari produksi dunia, dan pada tahun 2010 memproduksi 93% KA (ANRPC 2010b). Sekarang, Thailand sebagai produsen KA terbesar dunia menguasai 34,6% produksi dunia, pada tahun 1960 hanya berkontribusi 8,4%. Sebaliknya, Malaysia sebagai produsen KA terbesar di dunia pada tahun 1960 dengan kontribusi 37,5%, pada tahun 2010 hanya berkontribusi 10,6%.

Bentuk Karet Alam dalam Perdagangan

Negara penghasil KA bervariasi dalam memproduksi karet alam dengan mengacu pada metode umum yang berlaku dalam pengolahan karet mentah menjadi bentuk yang diperdagangkan. Sekitar 57% dari produksi

KA global diolah menjadi jenis produk *Technical Specified Rubber* (TSR). Jenis TSR yang paling populer dalam perdagangan adalah TKS-20 dari Thailand. Sisanya sekitar 22% diproses dalam untuk *sheet* dan 12% ke lateks konsentrat (Damardjati dan Jacob 2009a).

KA merupakan komoditas yang diperdagangkan secara internasional. Beberapa pembeli (konsumen industri) tercatat sebagai bagian terbesar dari perdagangan KA global. Sekitar 50-70% dari perdagangan global KA terjadi berdasarkan pengaturan perdagangan jangka panjang melalui kontrak antara pembeli dan penjual. Keseimbangan ini berjalan melalui pasar terbuka dan dapat memengaruhi pasar secara signifikan.

Berikut ini adalah pasar fisik (*spot market*) yang besar di mana harga KA setiap hari dikutip berdasarkan bentuk yang ditawarkan (Jacob 2010):

Bangkok	: RSS3, STR 20
Kuala Lumpur	: SMR 20, lateks dalam *bulk*
Kottayam	: RSS4, ISKA 20, lateks tersentrifugasi

Pasar Berjangka dan Pengaruh terhadap Harga Fisik

Perdagangan komoditas berjangka telah menjadi pilihan yang menarik untuk investasi spekulatif. Keuntungan perdagangan berjangka adalah: (1) harga awal didapat, (2) risiko lindung nilai (*hedging*), (3) likuiditas tinggi, (4) menurunnya biaya transaksi, (5) menurunnya biaya untuk mengidentifikasi *outlet* pasar, (6) standar kualitas yang andal, dan (7) transparan (Jacob 2010). Terlepas dari keuntungan tersebut, perdagangan berjangka juga berisiko menimbulkan spekulasi berbahaya dalam menciptakan pasar. Walaupun spekulan merupakan bagian yang tak terhindarkan dari setiap pasar, mereka kadang-kadang dapat berayun dalam tren pasar yang jauh dari fundamental; lebih lebar ayunan harga, lebih banyak kesempatan untuk memperoleh keuntungan.

Di masa depan, agar mekanisme pembentukan harga berjalan secara layak, maka volume perdagangan harus besar dengan jumlah pembeli dan penjual juga besar. Kondisi yang penting untuk masa depan adalah volatilitas jangka pendek harga fisik (harga spot) yang menciptakan esensialitas perlindungan terhadap risiko harga. Jika volatilitas rendah, maka biaya penggantian nilai lindung (*hedging*) merupakan bagian dalam pengurangan risiko. Walaupun hubungan antara harga pada waktu mendatang (*future*) dan harga fisik (spot) relatif kompleks, secara umum pelemahan dan penguatan di satu sisi akan menginduksi sisi harga yang lain. Saat ini, bursa perdagangan berjangka KA terdaftar di SICOM (Singapura) dan AFET (Thailand) di daerah produsen, serta TOCOM (Tokyo) dan SHFE (Shanghai) di daerah konsumen.

Produksi KA, seperti halnya tanaman tahunan dan musiman, umumnya memiliki harga yang elastis (sensitif terhadap perubahan harga). Hal ini dimungkinkan untuk memperluas atau kontrak pasokan dalam kaitannya dengan harga *output* yang berlaku. Namun, KA relatif tidak memiliki fleksibilitas untuk memperluas atau mengontrak pasokan dalam kaitannya dengan harga karena: (1) periode tanaman sebelum sadap lama, (2) umur ekonomi tanaman panjang, sekitar 30 tahun, dan (3) investasi besar. Secara umum, pembentukan harga KA ditentukan oleh berbagai faktor, antara lain: (1) pasokan KA, (2) tingkat permintaan KA, (4) harga minyak bumi, (5) nilai tukar mata uang negara eksportir utama, (6) nilai mata uang Yen, dan (7) spekulasi pedagang dan saham.

TREN PERKEMBANGAN PRODUKSI KARET ALAM DUNIA

KA adalah komoditas internasional yang diperdagangkan, yang sebagian besar permintaan berasal dari sejumlah kecil konsumen, sedangkan pasokan berasal lebih dari 10 juta petani kecil. Hampir 93% dari produksi global KA berasal dari Asia, negara anggota ANRPC, dan tiga produsen besar utama - Thailand, Indonesia, dan Malaysia - menyumbang 67% dari produksi global pada tahun 2010.

Budi daya karet secara komersial dimulai dalam bentuk industri perkebunan. Industri ini telah mengalami perubahan struktural selama bertahun-tahun dan didominasi oleh petani kecil. Ukuran usaha kecil, rata-rata 2-3 ha di Thailand, Indonesia, dan Malaysia (Lunjew 2005) dan hanya 0,5 ha di India (Jacob *et al.* 2005). Namun, perkebunan besar, terutama yang dimiliki oleh perusahaan negara, mendominasi pasokan KA di China dan Vietnam. Saat ini perkebunan kecil menguasai hampir 90% produksi global KA (Lunjew 2005).

Tren Produksi KA Global dalam Periode 2006 -2010

Produksi KA di negara-negara anggota ANRPC dalam dasawarsa terakhir mengalami banyak perubahan, setelah terjadi peningkatan yang nyata sejak tahun 2004 (8,1 juta ton) sampai 2006 (9,2 juta ton), relatif konstan selama 3 tahun dan menurun kembali pada tahun 2009 (8,9 juta ton) (ANRPC 2009a), kemudian meningkat pada tahun 2010 (ANRPC 2010b). Perubahan produksi KA secara fisik terutama disebabkan oleh dua faktor utama, yaitu: (1) perubahan luas area sadapan KA dan (2) perubahan produktivitas. Perubahan kedua faktor tersebut berbias positif maupun negatif. Sebagai contoh, Thailand sebagai negara produsen KA terbesar di dunia, luas area sadapnya meningkat 1,1%, tetapi produktivitas menurun 1,1%. Sebaliknya,

Malaysia, luas area sadapnya menurun 4,1%, sementara produktivitasnya meningkat 2,1% (Damardjati dan Jacob 2010b).

Faktor-faktor yang memengaruhi perubahan luas area panen/sadap di negara-negara produsen KA (Damardjati dan Jacob 2010b), antara lain adalah:

(1). Perluasan area pertanaman baru (*new-planting*) dan pertanaman kembali (*re-planting*) yang dilakukan 6-7 tahun sebelumnya. Program perluasan ini umumnya terkait dengan strategi dan program pemerintah. Berbagai faktor dapat memengaruhi keberhasilan program ini, antara lain tingkat harga KA saat itu, dukungan perbankan, dan kebijakan pemerintah.

(2) Tingkat penebangan (*uprooting*) tanaman karet tua untuk penanaman kembali (*re-planting*) atau tujuan lain dalam tahun berjalan.

Faktor-faktor yang memengaruhi perubahan produktivitas juga bervariasasi di negara-negara produsen karet (Krishnakumar 2005), beberapa di antaranya adalah:

(1) Adanya perubahan jangka pendek karena pengaruh musim (musim dingin, hujan, kekeringan, suhu rendah yang ekstrem). Cuaca dan musim akan memengaruhi intensitas sadap, kualitas sadap maupun produktivitas tanaman. Sebaliknya, iklim juga memberikan pengaruh positif terhadap produktivitas KA, seperti terhindarnya *wintering*, cuaca yang baik, dan sebagainya.

(2) Adopsi teknologi baru untuk peningkatan *output* dalam jangka pendek, misalnya perangsangan pohon, metode pemanenan, dan rekomendasi *input*.

(3) Adopsi klon unggul dalam penanaman baru maupun ulang. Peningkatan produktivitas jangka panjang dapat dicapai melalui adopsi klon unggul.

(4) Pengaruh struktur umur tanaman. Tanaman yang telah melewati masa produktif dan makin menua akan menurun hasil sadapannya.

(5) Ketersediaan tenaga kerja, aspek kebijakan, dan lain-lain.

http://balitbangtan.litbang.deptan.go.id/

Faktor-Faktor yang Memengaruhi Produktivitas KA Hingga 2010

Kondisi yang bervariasi di negara-negara produsen KA diperkirakan dapat memengaruhi produktivitas KA hingga tahun 2010. Kondisi tersebut antara lain adalah: (1) penuaan tanaman dan perubahan iklim, (2) bertambahnya produksi dari daerah nontradisional, (3) kebijakan yang berorientasi keuntungan, (4) kendala tenaga kerja, dan (5) harga KA (Damardjati dan Jacob 2011).

Kecenderungan penurunan produksi KA dalam beberapa tahun terakhir dipengaruhi oleh kondisi area sadap yang didominasi oleh tanaman tua, ditanam pada tahun 1980-an, sehingga telah berusia di atas 25 tahun. Pada akhir dasawarsa 1970-an sampai awal 1980-an, beberapa negara produsen KA mendorong pengembangan perkebunan karet yang cukup besar. Indonesia, dengan bantuan Bank Dunia, selama kurun 5 tahun dalam periode tersebut telah mengembangan perkebunan karet lebih dari 500.000 ha (Manggabarani, komunikasi pribadi). Memasuki periode 2000-an, pertanaman karet tersebut telah menurun produktivitasnya sehingga perlu diremajakan. Akibat ketidakpercayaan investor terhadap usaha perkebunan karet, karena harga karet yang rendah selama periode tersebut, penanaman baru dan ulang relatif lambat selama tahun 1994-2004. Memasuki tahun 2005, mulai dicanangkan program penanaman baru dan ulang di berbagai negara produsen KA. Walaupun demikian, dampak program tersebut terhadap peningkatan produksi KA baru bisa mulai dirasakan 6-7 tahun kemudian (Damardjati 2009).

Penurunan produksi juga dipengaruhi oleh hasil sadap dari daerah bukaan baru yang mulai panen dengan produktivitas yang lebih rendah. Kekurangan tenaga kerja di daerah produsen karet yang menyebabkan penurunan frekuensi sadap hingga penundaan sadap, juga memengaruhi produktivitas dan kualitas KA. Di samping itu, penurunan produksi KA juga disebabkan oleh pergeseran tanaman di beberapa daerah produsen karet, antara lain karena kendala tenaga kerja, pengalihan ke komoditas lain (terutama kelapa sawit di Malaysia dan Indonesia), dan harga pangan yang melonjak pada tahun 2008 (Damardjati dan Jacob 2009a, 2009b, 2009c). Pada tahun 2010, luas area sadap diperkirakan meningkat hingga 214.000 ha dan produktivitas juga naik 41 kg/ha.

http://pse.litbang.deptan.go.id

Situasi Produksi KA pada 2011

Pada tahun 2010-2011, harga karet mencapai nilai tertinggi (US$3-5/kg) dalam lima dasawarsa terakhir. Hal ini memengaruhi penanaman ulang karena petani enggan melakukannya. Sebaliknya, frekuensi sadap meningkat, melebihi batas rekomendasi, termasuk terhadap tanaman tua. Walaupun demikian, akibat meningkatnya pendapatan petani, manajemen kebun lebih mendapat perhatian dan adanya peningkatan aplikasi *input* dan penerapan teknologi baru dalam penyadapan.

Produksi KA pada tahun 2011 diduga akan meningkat lebih signifikan karena penanaman baru dan ulang 6-7 tahun yang lalu telah mencapai masa sadap. Di samping itu, sejak 2010, terdapat peningkatan area sadap dari tanaman yang semula tidak disadap, walaupun masih terbatas dilakukan oleh petani. Tekanan produksi KA juga berasal dari petani yang enggan

menebang pohon karetnya untuk penanaman ulang sehingga masih terus menyadapnya walaupun produktivitasnya rendah (Damardjati dan Jacob 2011).

Produksi KA juga dipengaruhi oleh program penggeseran tanaman karet dan pembukaan area baru ke daerah nontradisional, seperti di Thailand, India, China, dan negara produsen KA baru (Kamboja, Laos) yang akan memasuki masa sadap. Walaupun demikian, daerah-daerah nontradisional KA masih memiliki potensi produksi yang rendah dengan kemampuan petani yang masih baru dalam budi daya karet.

Beberapa kendala juga dijumpai pada tahun 2011, antara lain peningkatan upah pekerja, kekurangan tenaga kerja, penurunan potensi produksi akibat eksploitasi sadap yang berlebihan tanpa memerhatikan kaidah ilmiah, dan kerusakan tanaman akibat banjir dan badai. Diperkirakan luas sadap pada tahun 2011 akan meningkat 203.000 ha (3,3%) menjadi 7,194 juta ha (dengan asumsi harga KA tetap tinggi dan penebangan kurang dari 1% area sadap). Produktivitas KA diharapkan meningkat 43 kg menjadi 1.398 kg/ha (dengan asumsi harga tinggi dan iklim normal sepanjang tahun).

Faktor Penentu Produksi KA pada 2012 dan Tahun Berikutnya

Selama 2005-2011, area penanaman baru dan ulang di negara-negara produsen karet (ANRPC) mencapai 2,9 juta ha. Dengan demikian, mulai tahun 2012, pertanaman tersebut secara bertahap sudah dapat disadap. Penanaman karet pada tahun 2005-2010 sebagian besar sudah menggunakan klon-klon unggul baru . Selain itu, apabila harga KA masih tinggi dan petani enggan menebang tanaman yang telah tua dan tetap menyadapnya, masih dapat diperoleh tambahan area sadap, walaupun produktivitas sangat menurun.

Faktor negatif lain yang perlu diantisipasi adalah komposisi usia pertanaman karet. Mulai tahun 2012, proporsi tanaman muda (usia 7-10 tahun) akan lebih besar akibat program penanaman karet dalam skala besar pada tahun 2005-2011. Di samping itu, adanya implikasi dari *booming* program penanaman pada tahun 1980-an juga dapat menimbulkan penebangan pertanaman tua dalam skala luas (bila petani berniat melakukan) atau sebaliknya timbulnya komposisi yang tidak menguntungkan (apabila petani menunda penebangan).

Produksi karet di masa mendatang juga dipengaruhi oleh keberlanjutan pergeseran perkebunan karet di beberapa negara produsen, seperti Thailand (dari selatan ke timur laut), India (di timur laut), dan China (di provinsi lain). Di samping itu, ada penggeseran tanaman karet ke komoditas lain, seperti kelapa sawit (Malaysia) dan tanaman pangan. Pada umumnya wilayah baru

memiliki tingkat kesesuaian lahan yang lebih rendah untuk tanaman karet dibanding wilayah tradisional karet, sehingga produktivitasnya lebih rendah.

Perkebunan karet bersifat padat tenaga kerja dibanding perkebunan lainnya karena belum ada teknologi penyadapan yang mampu menggantikan keterampilan tenaga manusia. Akibatnya, kendala tenaga kerja masih terus berlanjut. Kenaikan gaji di sektor nonperkebunan akan menimbulkan kekurangan tenaga kerja, yang selanjutnya menyebabkan pergeseran tanaman, penurunan frekuensi sadap, penggunaan penyadap tidak terampil, serta timbulnya gejolak sosial dan kejahatan di kebun.

Strategi dan kebijakan, baik di tingkat pekebun, industri maupun pemerintah, juga dapat memengaruhi peningkatan produksi KA. Di tingkat pekebun, reorientasi strategi mendorong untuk memaksimalkan *output* (meningkatkan keuntungan dan daya saing), menekan biaya dan risiko melalui penanaman klon campuran dibanding klon unggul tunggal, dan memasukkan sifat toleran perubahan iklim. Perusahaan pemilik perkebunan (*holding company*) mulai menjadi perusahan agribisnis berbasis karet yang memiliki aneka kegiatan bisnis dan berbagai sumber pemasukan. Perusahaan ini mulai mengadopsi klon lateks-kayu (*latex-timber*) unggul, menerapkan tumpang sari dan kegiatan lain yang menghasilkan pendapatan.

Perubahan iklim juga dapat memengaruhi produktivitas KA. Hari hujan yang berlebihan dapat mengganggu kegiatan penyadapan, baik dalam hari sadap maupun kualitas lateks hasil sadapan. Suhu udara yang tinggi, terutama pada pagi hari, akan memengaruhi aliran lateks. Penurunan hari dingin dan perpanjangan masa *wintering* dapat mengurangi produksi tahunan tanaman karet. Perubahan iklim juga dapat mendorong munculnya hama dan penyakit baru.

Dengan memerhatikan berbagai aspek positif dan kendala yang akan memengaruhi produksi KA di masa depan, maka dapat perkirakan harapan peningkatan produksi hanya bisa ditentukan setelah tahun 2014, pada saat pertanaman baru dan ulang tahun 2003-2009 mulai mencapai umur produktivitas terbaik. Produktivitas tanaman sampai berumur 3 tahun dari awal umur sadap relatif masih rendah (Damardjati dan Jacob 2009c). Produksi KA pada masa depan tampaknya akan ditentukan oleh besarnya penebangan tanaman sadap oleh petani (dengan tujuan untuk tanam ulang atau pergeseran tanaman), yang memengaruhi penambahan atau pengurangan hasil sadap.

http://pustaka.litbang.deptan.go.id/publikasi/ps

PROSPEK TERHADAP PERUBAHAN PERMINTAAN DAN PENAWARAN KARET ALAM

Perkembangan perekonomian dunia pada abad ke-21 berpengaruh nyata terhadap pola permintaan dan penawaran karet, khususnya KA. Resesi global yang melanda dunia mulai tahun 2008 telah menekan pertumbuhan ekonomi dunia hingga mencapai 0,6% pada tahun 2009. Langkah-langkah antisipatif yang dilakukan oleh berbagai pihak mampu meningkatkan laju pertumbuhan ekonomi menjadi 4,8% pada tahun berikutnya, sesuai dengan laporan *World Outlook* IMF Ekonomi pada Oktober 2010. Resesi berat yang melanda negara maju seperti Amerika Serikat dan Eropa ternyata berdampak kecil di negara-negara Asia. Ekonomi China masih tumbuh 8-9% dan India tumbuh 7-9%.

Pada masa resesi tersebut, perdagangan KA justru tidak terpengaruh, bahkan mungkin sebaliknya mengalami peningkatan harga dan permintaan yang jauh melampaui harga di masa lampau. Situasi ini memberikan prospek yang lebih cerah bagi perkembangan dan peranan KA dalam beberapa dasawarsa ke depan.

http://perpustakaan.bppsekp.go.id

Prospek Permintaan

Faktor-faktor utama yang mendorong permintaan KA selama masa penyelamatan resesi ekonomi dalam jangka pendek antara lain: (1) adanya program stimulus ekonomi di negara-negara Amerika dan Eropa, dan (2) pertumbuhan ekonomi yang tetap tinggi di China dan Eropa. Prospek permintaan KA dalam jangka panjang menengah hingga tahun 2018 dipengaruhi oleh bebarapa faktor, antara lain: (1) pertumbuhan permintaan karet total yang erat hubungannya dengan industri otomotif, dan (2) tren proporsi permintaan KA dan KS.

Program stimulus ekonomi dalam kuartal satu dan dua tahun 2010 terutama disebabkan oleh industri otomotif. Program insentif seperti *cash for clunkers* telah menarik sejumlah besar pemilik kendaraan untuk membeli kendaraan baru melalui perdagangan tukar (*trade in*) kendaraan lama mereka. Akibatnya, sejumlah besar pembeli kendaraan mempercepat untuk membeli kendaraan untuk mengejar insentif dalam program stimulus tersebut (Budhraja 2010). Hal ini mungkin memberikan efek negatif terhadap permintaan kendaraan dan ban dalam jangka menengah. Pertumbuhan permintaan juga dapat terkena dampak setelah pemerintah menarik program stimulus tersebut. Ini berarti perekonomian global belum sepenuhnya keluar dari cengkeraman resesi.

China yang lebih dari satu dasawarsa mengalami pertumbuhuan ekonomi yang sangat tinggi (sekitar 9%), salah satu dampak positifnya mampu berkontribusi dalam menjaga kestabilan dan meningkatkan harga KA. Pendorong utama kenaikan dan bertahannya harga KA pada posisi yang tinggi adalah permintaan KA dari China dan India yang mampu mengambil alih peran industri karet tradisional di Amerika dan Eropa.

Perubahan kebijakan China dalam mengarahkan pertumbuhan ekonominya kemungkinan dapat memengaruhi permintaan KA ke depan. China telah mulai menggeser fokus pertumbuhan ekonominya untuk lebih mendorong pertumbuhan menuju transformasi ekonomi yang lebih menekankan pada kehidupan rakyat dan kesetaraan sosial. Beberapa langkah kebijakan moneter, seperti peningkatan bunga deposito, penekanan inflasi, dan langkah-langkah lain adalah untuk memperlambat pertumbuhan China. Kenaikan suku bunga di China telah menimbulkan kekhawatiran atas kecepatan pertumbuhan permintaan KA. China saat ini menyerap 32% total permintaan KA dunia. Apabila mengalami perlambatan permintaan KA, walaupun hanya moderat, diperkiraan akan memberikan dampak yang signifikan terhadap permintaan global komoditas tersebut.

Faktor lain yang cukup penting yang menentukan permintaan KA adalah porsi relatif KA dalam konsumsi karet total. Tren ke depan, proporsi KA bergantung pada beberapa faktor. Ban mobil penumpang memiliki porsi KA jauh lebih rendah dibanding KS. Ban mobil penumpang umum dan kendaraan berat menggunakan KA lebih tinggi dibanding KS. Porsi KA dalam ban radial mobil penumpang hanya 27-43%, dibandingkan dengan 82-86% pada ban radial kendaraan berat/komersial (Budhraja 2010). Mengingat penghasilan kelas menengah di Asia yang tumbuh cepat, lalu lintas angkutan diharapkan meningkat dan mendorong permintaan ban kendaraan komersial. Namun, pendapatan penduduk yang makin tinggi akan memengaruhi permintaan mobil penumpang, terutama di Asia. Permintaan ban mobil penumpang yang cenderung meningkat lebih cepat dibandingkan dengan ban kendaraan komersial dapat menekan permintaan KA.

Perubahan harga KA tidak selalu sejalan dengan pola permintaan-penawaran yang berlaku. Harga KA juga berkorelasi dengan perubahan harga minyak bumi. Dengan demikian, secara umum dapat dinyatakan harga minyak yang lebih tinggi dapat membuat KA lebih menarik secara ekonomis dibanding KS.

Dalam upaya menuju efisiensi bahan bakar, produsen kendaraan cenderung menggunakan ban yang memiliki *rolling resistance* lebih rendah. KA memiliki keunggulan karena ban otomotif yang mengandung KA lebih tinggi memiliki *rolling resistance* lebih rendah. Di samping itu, penggunaan

ban radial yang kaya KA untuk truk dan bus akan meningkatkan permintaaan KA. Faktor lain yang dapat meningkatkan permintaan KA adalah meningkatnya kesadaran kebersihan di Asia dan Afrika sehingga dapat memperluas pasar sarung tangan dan produk karet lainnya yang kaya KA.

Prospek Produksi dan Pasokan

Produksi KA dari negara produsen (ANRPC) pada tahun 2010 meningkat 5,7% dibanding tahun 2009, setelah dua tahun berturut-turut mengalami penurunan (ANRPC 2010b). Diperkirakan laju peningkatan produksi dan pasokan KA relatif kecil hingga tahun 2011 mengingat rendahnya tingkat penanaman sebelum 7 tahun yang lalu. Bahkan, pertumbuhan tahunan produksi KA dalam periode 2007-2010 rata-rata hanya 0,5%.

Peningkatan pasokan yang signifikan diharapkan dapat terjadi mulai tahun 2012 karena sebagian besar karet (penanaman baru dan ulang) yang ditanam mulai tahun 2005 sudah dapat disadap. Diperkirakan sekitar 2,9 juta ha pertanaman baru atau ulang telah ditanam selama periode 2005-2010 di Thailand, Indonesia, China, Vietnam, India, Malaysia, Kamboja, Filipina, dan Sri Lanka (ANRPC 2010a, 2010b).

Berdasarkan pertambahan luas tanam baru dan tanam ulang mulai tahun 2003 sampai 2010, dapat diprediksi bahwa sampai tahun 2010 terdapat tambahan produksi 271.000 ton dan tahun 2011 sebesar 616.000 ton (Damardjati dan Jacob 2011). Walaupun demikian, perkiraan ini hanya dihitung dari pertambahan luas area sadap. Faktor-faktor lain, baik positif maupun negatif, perlu dipertimbangkan.

Struktur umur pertanaman karet di sebagian besar negara produsen mengindikasikan perlunya penanaman ulang besar-besaran pada 2011-2020. Hal ini menyiratkan kemungkinan terjadi penyusutan produksi di wilayah-wilayah pertanaman ulang sampai pertanaman tersebut mencapai umur sadap. Oleh karena itu, hasil sadap dari daerah pertanaman ulang skala besar yang dilakukan tahun 2005-2010 berkurang akibat penebangan dalam skala besar tersebut. Dengan demikian, keputusan petani untuk melakukan penebangan tanaman tua akan menentukan jumlah pasokan KA setelah tahun 2011.

Perluasan wilayah pertanaman karet baru di negara produsen utama KA berlangsung mulai tahun 2005 dan telah ditetapkan di daerah nontradisional yang agroklimatnya kurang sesuai untuk tanaman karet. Meningkatnya penyadapan dari daerah yang memiliki produktivitas rendah tersebut akan memberikan implikasi terhadap potensi produksi KA di masa mendatang.

Dari sisi kebijakan pertanian, dengan diperkenalkannya perdagangan bebas, orientasi kebijakan di sebagian besar negara produsen telah bergeser dari maksimalisasi produksi dan daya saing ke peningkatan pendapatan bersih petani. Hal ini juga akan berimplikasi terhadap pasokan KA di masa depan. Ketidakpastian pasokan KA akibat perubahan iklim dan cuaca adalah keprihatinan lain yang perlu mendapat perhatian lebih serius.

KESIMPULAN

(1) Selama 40 tahun terakhir telah terjadi pergeseran konsumsi karet dari negara maju di Amerika dan Eropa ke Asia akibat krisis ekonomi di negara-negara barat. Sebaliknya, pertumbuhan ekonomi di Asia tetap tinggi, khususnya di China dan India. Pusat-pusat produksi KA tetap di Asia (93%).

(2) Resesi ekonomi global tidak menekan permintaan dan harga KA, bahkan selama tahun 2010-2011 harga KA tetap tinggi, di atas harga tertinggi selama 50 tahun terakhir, akibat adanya program stimulus di negara maju dan permintaan yang tinggi di China dan India.

(3) Permintaan KA dalam dasawarsa ini diperkirakan tetap meningkat yang disebabkan oleh peningkatan permintaan total karet dan peningkatan proporsi KA dibanding KS. Peningkatan KA akan lebih nyata di negara-negara yang memproduksi ban otomotif berat seperti truk, bus, dan kendaraan pertanian, serta ban radial karena membutuhkan porsi KA yang lebih besar.

(4) Pelemahan peningkatan produksi KA mulai 3-4 tahun yang lalu mengindikasikan adanya keterlambatan tanam baru dan tanam ulang pada tahun 2000-2004 akibat harga KA yang tidak kondusif pada saat itu. Kekhawatiran atas pasokan KA cenderung bertahan sampai akhir 2011, kecuali permintaan melambat secara substansial.

(5) Program tanam baru dan tanam ulang pada 2005 mulai menunjukkan pengaruh terhadap peningkatan produksi mulai tahun 2010 pada saat pertanaman tersebut mulai berproduksi. Diperlukan perbaikan struktur umur tanaman yang lebih merata untuk menghindari gejolak fluktuasi produksi yang dapat memengaruhi fluktuasi pasokan dan harga KA yang tidak terkendali.

DAFTAR PUSTAKA

ANRPC. 2009a. Natural rubber trends and statistics. Association of Natural Rubber Producing Countries 1(12).

ANRPC. 2009b. Report of the 3th Meeting of Industrial Matters Committee of the ANRPC. Association of Natural Rubber Producing Countries, Kuala Lumpur, Malaysia.

ANRPC. 2010a. Natural rubber trends and statistics. Association of Natural Rubber Producing Countries 2(9).

ANRPC. 2010b. Natural rubber trends and statistics. Association of Natural Rubber Producing Countries 2 (12).

Budhraja, R. 2010. Global automobile and tyre industry trend - focus on India and China - Implications on natural rubber (NR) sector. Third ANRPC Annual Rubber Conference, Kochi, India, 6 October 2010.

Damardjati, D.S. 2009. Outlook on global supply of natural rubber; with reference for Indonesia. Indonesia Rubber Commission Meeting, Jakarta, 30 October 2009.

Damardjati, D.S. and J. Jacob. 2009a. Rubber products manufacturing in NR producing countries. Asean Rubber Conference, Vientiane, Laos, 18-20 June 2009.

Damardjati, D.S. and J. Jacob. 2009b. Present trends and outlook of global supply of natural rubber. National Workshop on Rubber Plant Breeding, Jakarta, 4-6 August 2009.

Damardjati, D.S. and J. Jacob. 2009c. Outlook on global supply of natural rubber. National Rubber Economic Conference, Kuala Lumpur, Malaysia, 22-23 June 2009.

Damardjati, D.S. and J. Jacob. 2010a. Global scenario of natural rubber industry: Issue and challenges on supply. Academic Science of Malaysia: Industry Consultation Series, Kuala Lumpur, Malaysia, 7 April 2010.

Damardjati, D.S. and J. Jacob. 2010b. Global supply of natural rubber: Emerging trend and issues. Third ANRPC Annual Rubber Conference, Kochi, India, 6 October 2010.

Damardjati, D.S. and J. Jacob. 2011. Emerging trends in natural rubber supply. IRRDB Workshop on Climate Change, Jakarta, Indonesia, 19 April 2011.

IRSG. 2009. Develompent in economy and the outomobile industry and outlook for rubber industry. Second ANRPC Annual Rubber Conference, Ho Chi Minh City, Vietnam, 4 November 2009.

IRSG. 2010. The world rubber industry: Review and prospect to 2020. International Rubber Study Group, Singapore.

http://ssmeelibrps.pn/

Jacob, J. and D.S. Damardjati. 2005. Country report - India. In: Proceedings of 9th ANRPC Seminar on Progress and Development of Rubber Small Holders, Kochi, India, 9-11 November 2005.

Jacob, J. 2010. Emerging trend in global rubber industry with focus on natural rubber prices. Seminar on Natural Rubber Market, Rubber Industry Academy, Bangkok, Thailand, 30 November 2010.

Lunjew, M.D. 2005. The changing smallholder' scenario. In: Proceedings of 9th ANRPC Seminar on Progress and Development of Rubber Small Holders, Kochi, India, 9-11 November 2005.

Krishnakumar, A.K. 2005. Optimizing resources use in rubber small holdings. In: Proceedings of 9th ANRPC Seminar on Progress and Development of Rubber Small Holders, Kochi, India, 9-11 November 2005.

http://serverlib/psekp/

Sistem Pemuliaan Tanaman Terpadu

SUMARNO

Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanaman Pangan
Jalan Merdeka No. 147, Bogor 16111
E-mail: puslitbangtan@gmail.com

ABSTRAK

Program pemuliaan tanaman memiliki tujuan multidimensi yang mencakup aspek legal varietas, produsen benih, pengawasan mutu benih, pemasaran benih, petani pengguna benih, dan konsumen produk pertanian. Dari aspek legal, varietas harus memenuhi tiga persyaratan, yaitu *distinctness* (beda), *uniformity* (uniform), dan *stability* (stabil) (persyaratan DUS/BUS). Produsen benih mensyaratkan benih layak ekonomi untuk diproduksi secara komersial, dan petani pengguna benih mensyaratkan varietas mempunyai produktivitas tinggi dan harga produk panen layak ekonomi dalam usaha tani. Kondisi saat ini, peneliti pemulia dan peneliti disiplin ilmu yang terkait erat dengan pemuliaan masih bekerja secara soliter, terpisah satu sama lain. Diperlukan sistem pemuliaan tanaman terpadu (SPTT) yang mewadahi dan mengintegrasikan komponen-komponen penelitian dan kegiatan yang terkait dengan pemuliaan. SPTT terdiri atas tujuh subsistem yang integratif, sinergis, dan tepadu, yaitu: (1) subsistem pengelolaan plasma nutfah, (2) subsistem bioteknologi, (3) subsistem pemuliaan lapangan, (4) subsistem pelepasan dan perlindungan varietas, (5) subsistem produksi dan pemasaran benih, (6) subsistem pengawasan mutu benih, dan (7) subsistem pengguna benih/konsumen produk pertanian. SPTT harus merupakan jaringan kerja fungsional yang mampu mengharmonisasikan dan mengintegrasikan penelitian dan kegiatan seluruh subsistem sehingga efektif dan efisien. Persyaratan untuk berhasilnya program kerja SPTT adalah kesepahaman dan kesepakatan tujuan, serta komitmen dan saling percaya (*trust*) antarpelaku. Dalam SPTT, akuan kinerja (*credit accomplishment*) tidak boleh diambil hanya oleh seseorang, melainkan oleh semua pelaku aktif. SPTT merupakan manajemen/tata kerja pemuliaan, yang menjadikan program kerja pemuliaan lebih berhasil.

Kata kunci: pemuliaan tanaman, terpadu, subsistem, integrasi

PENDAHULUAN

Pemuliaan tanaman merupakan penelitian terapan yang memiliki tujuan multidimensi yang harus dipenuhi, apabila varietas unggul yang dihasilkan ingin diadopsi petani. Setidaknya terdapat lima lapisan pengguna varietas yang harus dipenuhi kepentingannya, sebelum calon varietas dapat dilepas sebagai varietas unggul, yaitu: (1) perusahaan benih, (2) petani pengguna

benih, (3) pedagang hasil panen dari tanaman yang diproduksi, (4) pengolah hasil panen, dan (5) konsumen produk. Gagal memenuhi salah satu persyaratan dari lima pengguna varietas yang disebutkan berakibat kegagalan dalam adopsi varietas oleh petani, yang berarti tujuan pemuliaan tidak tercapai.

Proses penelitian pemuliaan menjadi lebih kompleks karena masing-masing lapisan pengguna mensyaratkan lebih dari satu kriteria. Misalnya, petani pengguna benih mensyaratkan varietas harus: (a) berdaya hasil tinggi, (b) umur genjah, (c) tahan hama utama, (d) tahan penyakit utama, (e) mutu produk bagus dan berbagai syarat lainnya. Pada tingkat produsen benih, varietas dipersyaratkan antara lain: (a) benihnya layak diproduksi secara komersial, (b) daya tumbuh benih mampu bertahan tetap tinggi selama penyimpanan 3-6 bulan, (c) kemurnian benih mudah dipertahankan, dan persyaratan lain.

Banyaknya tujuan dan persyaratan yang harus dipenuhi dalam penelitian pemuliaan tanaman menunjukkan perlunya kerja sama yang terintegrasi dari berbagai cabang disiplin keilmuan. Fakta bahwa pemuliaan tanaman memerlukan waktu yang lama dan melibatkan banyak peneliti menunjukkan perlunya jaringan kerja sama dalam wadah sistem pemuliaan tanaman terpadu, yang hingga kini belum disadari pentingnya oleh para peneliti pemuliaan di Indonesia.

Berbagai contoh konsep sistem pemulian tanaman terpadu dalam cakupan spesifik dapat dipelajari dari program pemuliaan untuk memperoleh tujuan ketahanan genetik terhadap hama (Hooker 1983), pemuliaan untuk meningkatkan sifat genetik ketahanan penyakit (Parlevliet 1981), pemuliaan untuk meningkatkan sifat genetik toleran terhadap cekaman lingkungan (Lewis dan Christiansen 1981), atau pemuliaan untuk meningkatkan sifat genetik mutu produk panen dan kandungan nutrisi pangan (Harpstead 1983). Bahkan Cooper *et al.* (2001) dalam konsep pemuliaan terpadu untuk meningkatkan kemampuan daya sangga genetik (*genetic buffering capacity*), menganjurkan strategi pemuliaan dengan "perluasan latar belakang genetik varietas" (*broadening the germplasm and genetic base of crop varieties*) menggunakan plasma nutfah strain liar.

Untuk mencapai tujuan pemuliaan, seorang pemulia tidak dapat bekerja sendiri atau hanya oleh tim disiplin pemuliaan saja, melainkan harus membentuk tim interdisiplin secara terpadu. Pada tahun 1970-1980-an, bekerja sama dengan IRRI, program pemuliaan padi nasional menggunakan strategi pemuliaan terpadu, melibatkan peneliti pemulia tanaman, penyakit tanaman, hama tanaman, fisiologi tanaman, dan agronomis, yang terwadahi dalam program *Genetic Evaluation and Utilization* (GEU). Namun, keterpaduan program penelitian tersebut masih terbatas pada para pelaku internal

http://isaherlibrary.com

penelitian, belum mencakup pelaku perbenihan dan pengguna benih, sehingga varietas yang dihasilkan tidak selalu diadopsi petani. Pada tahap hilir dari program pemuliaan, peneliti pemulia harus menjalin kerja sama dengan berbagai institusi, termasuk institusi pelepasan dan perlindungan varietas, dengan pelaku produsen benih dan teknologi benih, dan bahkan dengan petani calon pengguna benih serta konsumen produk panen.

Uraian tersebut menunjukkan perlunya peneliti pemulia menjalin keterpaduan program penelitian dengan berbagai pihak dari berbagai institusi dalam setiap tahapan penelitian. Agar varietas yang dihasilkan oleh pemulia memiliki keunggulan sifat genetik, memenuhi ketentuan legal/hukum, menarik minat pengusaha benih untuk diproduksi benihnya secara komersial, serta diadopsi oleh petani, program pemuliaan perlu membangun sistem yang sinergis dan terpadu. Dalam sistem terpadu, kegiatan institusi terkait merupakan subsistem yang secara sadar merupakan bagian dari sistem.

Makalah ini membahas sistem pemuliaan tanaman terpadu, yang perlu dipahami oleh peneliti pemuliaan terapan, maupun mahasiswa yang mengambil bidang keahlian pemuliaan tanaman pada tingkat S2 dan S3. Sistem pemuliaan tanaman terpadu merupakan manajemen kerja penelitian pemuliaan tanaman, menekankan pada keterpaduan kerja fungsional, yang tercakup dalam tujuan program pemuliaan. Oleh karena itu, keberhasilannya akan ditentukan oleh pemahaman fungsi institusi dalam subsistem dan oleh kesadaran para pelaku subsistem. Dengan format sistem terpadu, setiap subsistem bersifat berdiri sendiri, tanpa merasa dibawahi oleh subsistem yang lain. Namun, masing-masing subsistem merupakan bagian integral dari sistem terpadu.

http://perpustakaan.litbang.deptan.go.id

SISTEM PEMULIAAN TANAMAN TERPADU

Definisi

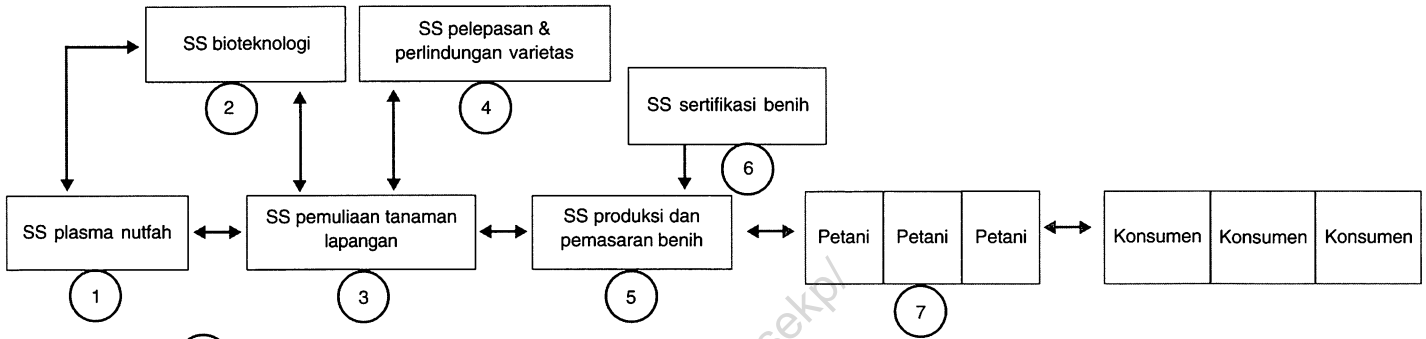
Sistem pemuliaan tanaman terpadu mencakup seluruh kegiatan yang saling terkait dalam proses pemuliaan tanaman, dari sejak identifikasi plasma nutfah untuk mendapatkan donor gen hingga pada tahap penyediaan benih sebar untuk ditanam petani. Proses pemuliaan tanaman terpadu melibatkan banyak individu pelaku dengan keahlian yang berbeda, yang bekerja pada institusi yang berbeda dalam jangka waktu yang cukup lama. Dengan cakupan yang cukup luas tersebut, sistem pemuliaan tanaman terpadu didefinisikan sebagai jaringan kerja yang mewadahi dan mengkoordinasikan seluruh penelitian dan kegiatan yang terkait pemuliaan tanaman dengan tujuan tertentu, dari tahapan hulu hingga tahap akhir (hilir) yang bersifat sinergis, konsisten dan harmonis.

Setiap tahapan kegiatan dalam subsistem (dapat) dilakukan secara terpisah dan mandiri oleh sekelompok pelaku, tetapi kegiatan tersebut merupakan subsistem yang terintegrasi dan terkoordinasi dalam satu sistem yang utuh. Dasar kerja sistem pemuliaan tanaman terpadu adalah kesepakatan dalam merumuskan tujuan akhir, kesadaran melakukan kegiatan yang bersifat sinergis pada masing-masing subsistem, konsistensi pelaksanaan kegiatan, saling percaya dan saling membutuhkan antarpelaku subsistem.

Sistem pemuliaan tanaman terpadu minimal terdiri atas tujuh subsistem utama sebagai berikut: (1) subsistem pengelolaan plasma nutfah dan penyedia gen donor, (2) subsistem pemuliaan molekuler/bioteknologi, (3) subsistem pemuliaan tanaman lapangan, (4) subsistem pelepasan dan perlindungan varietas, (5) subsistem produksi dan distribusi benih, (6) subsistem sertifikasi mutu benih, dan (7) subsistem pengguna benih dan konsumen produk. Pada saat ini, masing-masing subsistem merupakan "institusi" atau kelembagaan yang terpisah dan tidak terdapat koordinasi atau hubungan fungsional yang aktif. Sebagai suatu sistem, tujuh subsistem tersebut harus merupakan jaringan yang integratif dengan interaksi timbal-balik yang dinamis (Gambar 1).

Dalam masing-masing subsistem diperlukan dukungan ahli dari berbagai disiplin keilmuan sehingga subsistem dapat merupakan suatu "sistem kecil". Untuk mendapatkan hasil kerja optimal, komponen kegiatan dalam subsistem harus bekerja secara terkoordinasi dengan tujuan program kerja yang disepakati dan saling sinergis. Kompleksitas program kerja penelitian pemuliaan tanaman sering kurang disadari oleh peneliti/pelaku yang terlibat sehingga hasil penelitiannya menjadi tidak termanfaatkan. Sebagai contoh, seorang peneliti patologis meneliti secara mendalam penyakit jamur noda palsu (*Ustilago nuda*) yang merusak gabah padi, dan berhasil memperoleh plasma nutfah yang tahan. Namun, dalam program penelitian pemuliaan belum ada kegiatan pemuliaan untuk merakit varietas tahan *Ustilago* sp. sehingga hasil penelitian patologis tersebut belum atau tidak termanfaatkan. Tidak adanya program terpadu mengakibatkan banyak hasil penelitian yang belum atau tidak termanfaatkan oleh peneliti pengguna karena tidak sinkronnya penelitian satu dengan yang lainnya.

Penelitian bioteknologi yang terpisah dari program penelitian pemuliaan di lapangan juga sering menghasilkan temuan-temuan yang "terhenti di tengah jalan" karena belum dapat diaplikasikan secara praktis-komersial, baru pada tahapan lab atau tanaman tunggal. Penelitian pemuliaan yang telah berhasil memperoleh varietas unggul yang secara resmi dilepas atau terdaftar, apabila produksi benihnya tidak layak secara komersial, seperti pada produksi benih padi hibrida, maka varietas yang dihasilkan tidak akan diadopsi oleh petani. Peneliti pemuliaan yang telah berhasil melepas varietas



1. Subsistem Pengelolaan Plasma Nutfah: penyedia tetua, gen donor, studi genetik, pelestarian sumber gen, dan lain-lain.
2. Subsistem Bioteknologi: transfer gen molekuler, marka gen, seleksi molekuler, dan lain-lain.
3. Subsistem Pemuliaan Lapangan: persilangan, seleksi (pemulia, patologis, entomologis, fisiologis, agronomis), uji daya hasil, benih BS (benih super).
4. Subsistem Pelepasan & Perlindungan Varietas: evaluasi laporan uji daya hasil, dan lain-lain, pelepasan-perlindungan varietas.
5. Subsistem Produksi & Pemasaran Benih: pengawasan mutu benih.
6. Subsistem Sertifikasi Benih: pengawasan mutu benih.
7. Susbsistem Pengguna Benih: petani penanaman benih varietas unggul yang menguntungkan, konsumen produksi panen: preferensi varietas tertentu, dan penentu harga hasil panen.

http://serverlib/pse kp/

Gambar 1. Hubungan antarsubsistem dalam sistem pemuliaan tanaman terpadu (SPTT).

unggul dan benihnya telah diproduksi serta tersedia di kios benih, akan tetapi dari pengalaman musim sebelumnya diketahui kualitas hasilnya tidak disukai oleh konsumen (pasar), maka varietas unggul tersebut tidak akan diadopsi oleh petani. Beragamnya kepentingan berbagai "pengguna" varietas yang harus dipenuhi menunjukkan bahwa pemuliaan tanaman untuk merakit varietas unggul hingga dapat diadopsi petani secara luas bukan merupakan tugas yang sederhana dan mudah.

Manfaat Sistem Pemuliaan Tanaman Terpadu

Tujuan pengembangan sistem pemuliaan tanaman terpadu adalah memperoleh program penelitian yang sinergis untuk memecahkan masalah yang telah disepakati sehingga penggunaan berbagai sumber daya menjadi efektif dan efisien. Manfaat secara rinci dari sistem pemuliaan tanaman terpadu adalah sebagai berikut:

(1) Hasil penelitian yang bersifat hulu termanfaatkan pada penelitian tahap selanjutnya sehingga penelitian bukan hanya sekedar baik, tetapi juga termanfaatkan.

(2) Tujuan pemuliaan yang telah ditentukan terdukung oleh penelitian yang dilakukan para ahli di bidangnya sehingga keunggulan varietas yang dihasilkan tidak diragukan.

(3) Varietas unggul yang dihasilkan memiliki prospek yang lebih besar untuk dikomersialkan dan diadopsi oleh petani sehingga hasil penelitian pemuliaan bukan sekedar melepaskan varietas baru, tetapi hingga ke tahapan menyediakan varietas unggul sesuai dengan kesukaan petani, pasar, dan konsumen.

(4) Menghindarkan pemborosan sumber daya (tenaga peneliti, dana, fasilitas) yang banyak terjadi karena setiap peneliti memiliki agenda penelitian sendiri, tidak tercakup dalam satu sistem yang terpadu.

(5) Melatih dan membangun tim kerja dalam satu sistem terpadu, antarpeneliti yang berbeda disiplin keilmuannya, antarunit kerja dan antarinstitusi, yang di Indonesia pada umumnya masih sangat lemah.

Hambatan dan Masalah Pengembangan

Walaupun tujuan sistem pemuliaan tanaman terpadu sangat baik dan manfaatnya yang cukup banyak mudah dipahami para peneliti dari berbagai disiplin keilmuan, penerapannya tidak selalu mudah diterima tanpa adanya kepemimpinan yang efektif. Masalah dan hambatan penerapan sistem pemuliaan tanaman terpadu antara lain dapat berupa hal-hal berikut:

http://perpustakaan.litbang.deptan.go.id

(1) Sistem pemuliaan tanaman terpadu dirasa akan mengurangi kebebasan peneliti untuk memilih topik penelitiannya sendiri.
(2) Peneliti di luar bidang pemuliaan merasa "dimanfaatkan" oleh peneliti pemulia, karena yang melepas varietas adalah peneliti pemulia dan penghargaan kredit hanya jatuh pada peneliti pemulia.
(3) Budaya kerja tim masih lemah di antara peneliti Indonesia karena besarnya ego pribadi masing-masing peneliti.
(4) Tidak adanya figur peneliti yang dapat menjadi pemimpin dalam kelompok fungsional karena budaya kerja yang terlalu mengetengahkan fungsi pimpinan struktural di berbagai lapisan.
(5) Peneliti cenderung bersifat menghindarkan sistem penelitian terpadu, yang akan berfungsi memantau secara langsung terhadap hasil kerjanya.

Hambatan dan masalah yang disebutkan di atas sebenarnya dapat diatasi dengan tindakan manajemen penelitian (*research management*) karena tugas manajer penelitian adalah mengelola peneliti agar hal-hal negatif tidak terjadi. Di berbagai unit kerja, sayangnya fungsi manajemen peneliti belum diterapkan dengan baik dan efektif.

http://s-pertanian.litbang.deptan.go.id/ppi/sekp/

Subsistem Pengelolaan Plasma Nutfah

Esensi dari pelestarian plasma nutfah tanaman adalah menyediakan tetua atau sumber gen/donor gen bagi terbentuknya varietas unggul (Hawkes 1981). Kesepakatan FAO-Global Plan of Action for Conservation and Sustainable Use of Plant Genetic Resources for Agriculture tentang fungsi pengelolaan plasma nutfah adalah sebagai berikut: (1) meningkatkan ketersediaan varietas yang dapat dipilih sesuai preferensi petani dengan memanfaatkan plasma nutfah adaptif sebanyak mungkin, (2) meningkatkan kemampuan pengelola plasma nutfah dan pemulia tanaman dalam penelitian secara terpadu untuk membentuk varietas unggul yang adaptif pada lingkungan target, dan (3) memanfaatkan keragaman sumber gen baru guna membentuk varietas yang memiliki latar belakang genetik luas agar dapat mengurangi kerawanan terhadap perubahan iklim maupun cekaman biotik dan abiotik lainnya (Duwayri dan Hawtin 2001).

Tanpa adanya dukungan penyediaan gen donor dari pengelola plasma nutfah, pemulia tanaman-lapangan cenderung akan menggunakan tetua varietas yang telah ada untuk mempermudah dalam memilih galur unggul adaptif, agar pembentukan varietas lebih cepat. Namun, persilangan menggunakan varietas adaptif yang telah ada akan mengakibatkan terjadinya penyempitan latar belakang genetik varietas baru yang dihasilkan, atau terjadi gejala "leher botol genetik" (*genetic bottle necking*) (Spillane dan Gepts 2001). Pengelolaan plasma nutfah tanpa dimanfaatkan sebagai

bahan pemuliaan tanaman dapat dinilai sebagai kegagalan program. Pentingnya keterpaduan antara penelitian pengelolaan plasma nutfah dengan penelitian pemuliaan tanaman ditekankan oleh Cooper *et al.* (2001), karena program pemuliaan yang baik pasti memerlukan sumber gen baru sehingga keterpaduan penelitian tersebut menjadi keharusan dan kebutuhan bersama. Tanpa ketersediaan gen yang diperoleh dari penyaringan plasma nutfah, mustahil pemulia dapat memperbaiki dan memperluas kandungan genetik varietas baru yang akan dihasilkan.

Dalam kaitannya dengan keberhasilan pengelolaan plasma nutfah menyediakan donor gen bagi pemulia tanaman, peneliti plasma nutfah dapat melakukan pelepasan plasma nutfah (*germplasm released*) seperti yang disarankan Sumarno dan Zuraida (2008). Dalam sejarah pemuliaan tanaman, keberhasilan spektakuler program perakitan varietas baru selalu menggunakan tetua varietas nonadaptif, berasal dari koleksi plasma nutfah atau spesies liar (Chang dan Li 1980; Spoor dan Simmonds 2001). Terbentuknya padi varietas ajaib IR-5 dan IR-8 adalah kontribusi nyata dari gen dari koleksi plasma nutfah. Bahasan secara lengkap tentang pentingnya keterpaduan pengelolaan plasma nutfah dengan program pemuliaan tanaman dikemukakan oleh Sumarno dan Zuraida (2008).

Pengelolaan plasma nutfah atau sumber daya genetik tanaman yang dilakukan terpisah dari unit kerja penelitian pemuliaan perlu dijembatani dengan menyusun rencana kerja bersama antara peneliti plasma nutfah dan pemulia tanaman. Dalam rencana kerja bersama tersebut disepakati hal-hal yang terkait dengan identifikasi plasma nutfah sebagai donor gen, studi pewarisan dan aksi gen, serta pelepasan plasma nutfah pembawa gen bermanfaat (Fehr dan Bahrenfus 1980).

Subsistem Bioteknologi

Dalam kurun waktu 20 tahun terakhir, bioteknologi menjadi cabang ilmu pertanian yang paling diunggulkan dan mendapatkan dukungan pendanaan dengan prioritas tinggi. Para pejabat dan orang awam menaruh harapan sangat tinggi terhadap bioteknologi, yang dianggap mampu menyelesaikan masalah kekurangan pangan nasional.

Bioteknologi dalam arti operasional terkait dengan pemuliaan tanaman, sebenarnya dapat dimaknai sebagai pemuliaan tanaman melalui jalur molekuler, terutama terkait dengan aspek transfer gen atau seleksi gen. Tahapan selanjutnya harus dilaksanakan sama dengan tahapan pemuliaan lapangan yang menggunakan jalur pemuliaan tanaman seutuhnya (*wholeplant-breeding*). Berdasarkan fakta tersebut, bioteknologi sebenarnya

tidak dapat berdiri sendiri sebagai "ilmu pemuliaan khusus", tetapi lebih bersifat komplementer dan suplementer terhadap pemuliaan lapangan.

Fungsi bioteknologi sebagai "suplemen" atau "komplemen" terhadap pemuliaan lapangan adalah sebagai berikut:

(1) Mengisolasi dan menyediakan gen baru yang bermanfaat dari sumber spesies yang berbeda untuk perbaikan sifat varietas.
(2) Mentransfer gen donor ke dalam genom (kromosom) varietas penerima dengan cara nonpersilangan karena proses penyilangan tidak memungkinkan untuk berhasil.
(3) Membantu proses seleksi terhadap target gen pada populasi pemuliaan menggunakan marka molekuler sehingga hasil seleksi lebih persis dan efektif.
(4) Mengintroduksikan gen baru yang bermanfat ke dalam genom varietas unggul sehingga memiliki manfaat yang lebih banyak.
(5) Memungkinkan untuk membuat terobosan baru atau tanaman baru dalam pemuliaan tanaman.

Walaupun banyak manfaat dan fungsinya, bioteknologi atau pemuliaan tingkat molekuler harus dipahami tidak dapat berdiri sendiri, tetapi harus terintegrasi dengan pemuliaan lapangan atau pemuliaan tanaman utuh (*wholeplant crop improvement*).

http://pustaka.litbang.deptan.go.id/

Pada tahap awal perkembangan bioteknologi, peneliti merasa sangat optimistis akan efektivitas dan efisiensi teknik pemuliaan bioteknologi (Khush dan Brar 1998). Keunggulan bioteknologi disebutkan antara lain (Ives *et al.*, 1998): (1) meningkatkan produktivitas tanaman terkait dengan sifat tahan terhadap hama, (2) produksi yang stabil dengan biaya yang lebih murah, (3) perbanyakan benih bebas toleran penyakit, (4) kemungkinan untuk memperoleh produk alamiah tanaman melalui kultur jaringan, (5) pengubahan limbah menjadi produk bermanfaat, dan (6) meningkatkan sifat genetik baru yang tidak mungkin diperoleh dengan penelitian lapangan. Namun, di balik harapan besar tersebut, secara faktual bioteknologi mengandung kelemahan dan hambatan, yang mengakibatkan pemuliaan tanaman menggunakan teknik bioteknologi justru menjadi kurang efektif dan tidak produktif. Apalagi penelitian bioteknologi yang menjadi unit organisasi penelitian "mandiri" terpisah dari penelitian pemuliaan lapangan, harapan dari bioteknologi yang semula akan menghasilkan varietas lebih cepat, lebih efektif, efisien, dan lebih unggul, kenyataannya justru sebaliknya. Proses pemuliaan menggunakan bioteknologi memerlukan biaya sangat mahal, waktu yang sangat lama, dan tidak terbukti mampu menghasilkan varietas baru yang lebih unggul.

Hambatan dan kelemahan pemuliaan bioteknologi yang dapat dikemukakan antara lain:

(1) Peralatan lab dan bahan kimia penelitian bioteknologi sangat mahal dan sebagian besar harus diimpor.

(2) Isolasi dan konstruksi gen yang berasal dari spesies lain masih sulit dilakukan sebagai teknologi rutin.

(3) Apabila menggunakan gen yang telah dipatenkan, pengguna perlu membayar royalti yang mahal, yang akan menghambat komersialisasi varietas unggul.

(4) Proses transfer gen ke dalam genom varietas penerima tidak selalu terjadi dengan mudah dan pasti. Banyak tanaman transgenik putatif yang perlu diuji dengan waktu lama dan biaya mahal.

(5) Regenerasi sel dan kalus yang mengandung sel transgenik tidak selalu mudah, kemungkinan besar terjadi tanaman regeneran berasal dari sel nontransgenik, yang berakibat diperolehnya tanaman transgenik palsu.

(6) Stabilitas gen transgenik pada tanaman penerima belum tentu baik (stabil) dan ekspresi gen belum tentu jelas dan berfungsi seperti yang diharapkan.

(7) Penelitian bioteknologi pemuliaan tidak dapat berdiri sendiri dan mampu menghasilkan varietas unggul, diperlukan tahapan seleksi lapangan, uji adaptasi, uji daya hasil, uji mutu produk, dan uji lainnya, seperti yang dilakukan dalam pemuliaan lapangan. Dengan demikian, pemuliaan bioteknologi menjadi lebih lama dan lebih mahal.

(8) Proses transfer gen pada pemuliaan bioteknologi bersifat sangat konservatif, hanya satu gen dapat ditransfer setiap proses transgenik (*single event transgenic*). Rekombinasi gen-gen yang menghasilkan sifat heterosis dan segregasi transgresif seperti pada persilangan antara dua atau lebih tetua, tidak akan diperoleh pada proses transgenik.

(9) Varietas baru transgenik pada umumnya tidak memiliki daya hasil lebih tinggi dibanding varietas unggul nontransgenik, sehingga varietas transgenik tidak dapat diharapkan lebih unggul dibanding varietas unggul nontransgenik.

(10) Proses pelepasan varietas transgenik sangat rumit, memerlukan waktu lama, dan biaya mahal.

(11) Sering terjadi penolakan terhadap varietas transgenik oleh LSM antitransgenik, yang disertai dengan tuntutan hukum sehingga memerlukan biaya besar untuk penyelesaiannya.

Walaupun terdapat banyak hambatan dan kelemahan, penelitian bioteknologi di negara maju telah banyak berhasil, terbukti telah dilepasnya varietas transgenik secara komersial, seperti jagung tahan hama penggerek batang, kedelai toleran herbisida glifosat, dan kapas tahan ulat penggerek buah kapas (James dan Krattiger 1996). Dilaporkan bahwa pada tahun 2010

varietas transgenik berbagai tanaman telah ditanam di 29 negara pada area 148 juta ha (James 2011).

Varietas transgenik komersial hanya menambah satu gen terhadap varietas unggul yang telah ada, dan gen baru tersebut bukan berfungsi sebagai peningkat daya hasil, melainkan untuk sifat khusus seperti toleran herbisida atau tahan terhadap salah satu jenis hama. Di negara yang tidak terdapat hama penggerek batang jagung seperti Indonesia, varietas transgenik jagung tidak memiliki kemanfaatan. Demikian juga varietas kedelai tahan herbisida glifosat. Karena petani kedelai Indonesia belum banyak menggunakan herbisida, maka manfaat kedelai transgenik bagi petani tidak banyak atau belum bermanfaat.

Pembuatan varietas transgenik yang telah berhasil dikomersialkan tidak terlepas dari program integratif antara penelitian bioteknologi di laboratorium, yang merupakan tahap transfer gen atau pemuliaan molekuler, dengan pemuliaan terapan di lapangan. Fungsi lab pemuliaan bioteknologi sebenarnya adalah sebagai tahap inkorporasi (penggabungan) gen, seperti halnya tahap persilangan pada pemuliaan lapangan.

http://balitbiogen.litbang.deptan.go.id/pse/pse-kp/

Subsistem Pemuliaan Tanaman Lapangan

Pemuliaan tanaman merupakan penerapan ilmu genetika yang dibarengi dengan berbagai ilmu dasar seperti fisiologi tanaman, entomologi, patologi, disertai penerapan seleksi berdasarkan pengalaman empiris untuk merakit varietas unggul (Sumarno 2011). Pemuliaan tanaman juga merupakan percepatan terhadap evolusi spesies tanaman menuju kesesuaian adaptasi yang bersifat spesifik lingkungan.

Pemuliaan tanaman lapangan yang mendasarkan pada tanaman utuh, atau *plant breeding*, kontras terhadap bioteknologi, secara salah kaprah sering disebut sebagai "pemuliaan konvensional", yang memiliki konotasi tidak modern atau tradisional. Pemuliaan tanaman lapangan dibangun atas dasar inkorporasi gen melalui proses persilangan antartetua terpilih (*selected parents*). Rekombinasi gen-gen baik (*favorable genes*) yang berasal dari tetua, memungkinkan untuk diperolehnya genotipe unggul yang dapat dilepas sebagai varietas unggul baru (Fehr 1987). Pemuliaan tanaman secara teknis lebih tepat disebut sebagai "perbaikan genetik tanaman" atau *genetic crop improvement*, menuju perbaikan sifat tanaman sesuai kebutuhan manusia.

Tahapan utama dalam pemuliaan tanaman adalah: (1) identifikasi masalah yang ingin diperbaiki melalui pemuliaan dan sekaligus merumuskan tujuan pemuliaan, (2) mencari dan mengidentifikasi tetua dan/atau tetua donor gen yang sesuai dengan tujuan pemuliaan, (3) persilangan untuk

mendapatkan rekombinasi gen-gen yang berasal dari tetua, (4) pembentukan populasi dan galur sebagai unit seleksi, (5) seleksi terhadap populasi atau galur dengan kriteria sesuai dengan tujuan pemuliaan, (6) observasi populasi atau galur yang telah stabil guna memilih galur yang layak untuk uji daya hasil, (7) uji daya hasil pendahuluan galur terpilih, (8) uji daya hasil multilokasi galur elit, (9) uji adaptasi dan preferensi petani, dan(10) pemilihan galur terbaik yang layak diusulkan untuk dilepas sebagai varietas baru.

Keragaman metode dan prosedur ditentukan oleh cara penyerbukan tanaman (menyerbuk sendiri atau bersilang) dan bentuk varietas yang diinginkan (varietas murni atau inbrida, hibrida, komposit, sintetik, klon). Uraian teknis rinci prosedur pemuliaan tanaman dapat dibaca dari Simond (1979), Phoelman (1979), dan Fehr (1987).

Pemuliaan lapangan memungkinkan untuk memperbaiki sifat tanaman apabila tersedia gen donor yang mengatur sifat yang diinginkan. Perbaikan sifat yang telah banyak dilakukan dan berhasil dengan baik meliputi: (1) peningkatan daya hasil varietas inbrida dan hibrida, (2) ketahanan terhadap berbagai hama, (3) ketahanan terhadap penyakit, (4) pemendekan umur panen atau genjah, (5) perbaikan mutu dan rasa hasil panen, dan (6) peningkatan kandungan protein atau vitamin. Pada tanaman hortikultura, perbaikan mutu produk panen dan daya simpan produk panen sangat penting dan sering dilakukan.

Contoh berbagai keberhasilan perbaikan sifat varietas tanaman pangan di Indonesia dapat dilihat pada deskripsi varietas unggul padi yang dilepas pada tahun 1943-2009 dan deskripsi varietas unggul palawija pada tahun 1918-2009 (Hermanto *et al.* 2009a, 2009b). Lebih dari 220 varietas unggul padi dan lebih dari 325 varietas unggul palawija (jagung, sorgum, kedelai, kacang tanah, kacang hijau, kacang tunggak, ubi kayu, dan ubi jalar) telah dilepas sebagai varietas unggul yang berasal dari penelitian pemuliaan lapangan, dan telah ditanam secara luas oleh petani di seluruh Indonesia.

Dibandingkan dengan pemuliaan bioteknologi yang berhadapan dengan banyak hambatan, pemuliaan tanaman lapangan memiliki kemudahan, antara lain: (1) biaya relatif murah, (2) peralatan sederhana dan prosedur mudah, (3) seleksi empiris dilakukan di lapangan sehingga galur terpilih memiliki adaptasi yang lebih baik, (4) tidak memerlukan persyaratan keamanan hayati dan keamanan lingkungan untuk pelepasan varietas, dan (5) secara keseluruhan pelepasan varietas memerlukan waktu yang lebih cepat dibandingkan dengan pemuliaan melalui bioteknologi.

Banyak ragam tujuan perbaikan sifat varietas dalam pemuliaan tanaman lapangan. Oleh karena itu, keberhasilan pemuliaan perlu terintegrasi dengan

subsistem lain, seperti terlihat pada Gambar 1. Di samping itu, pemuliaan tanaman lapangan akan menjadi lebih efektif-efisien apabila didukung oleh penelitian dari disiplin keilmuan lain, yang meliputi: (1) penelitian cara pewarisan genetik dan mode aksi gen dari sifat yang diinginkan, (2) penelitian pemetaan, lokasi, dan susunan gen, (3)penelitian fisiologi tanaman, terkait sifat varietas yang ingin diperbaiki, (4) penelitian hama terkait dengan tujuan, (5) penelitian penyakit terkait dengan tujuan, (6) penelitian nutrisi produk dan mutu produk, (7) penelitian agronomis, dan (8) penelitian hasil olahan produk panen dan preferensi konsumen.

Keterpaduan subsistem pengelolaan plasma nutfah dengan subsistem pemuliaan adalah dalam penyediaan tetua donor gen dan atau pemilihan tetua persilangan. Keterpaduan subsistem bioteknologi dengan subsistem pemuliaan tanaman adalah dalam proses transfer gen, yang tidak dapat dilakukan melalui persilangan. Kedua subsistem tersebut, tanpa mengecilkan peran masing-masing, harus menjadi bagian integral dari penelitian pemuliaan lapangan karena dengan "berdiri sendiri" subsistem pengelolaan plasma nutfah dan subsistem bioteknologi tidak dapat menghasilkan varietas unggul baru.

http://www.litbang.deptan.go.id/pusat/

Subsistem Pelepasan dan Perlindungan Varietas

Subsistem ini mencakup persyaratan dan kepentingan legal, terkait dengan status varietas, kepemilikan varietas, dan pengalihan hak kepemilikan varietas, seperti diamanatkan oleh UU Budi Daya Tanaman tahun 1992 dan UU Perlindungan Varietas Tanaman tahun 2001. Hasil pemuliaan berupa calon varietas harus dilepas secara resmi sebelum menjadi varietas unggul yang boleh diproduksi dan dipasarkan benihnya untuk ditanam petani.

Subsistem pelepasan dan perlindungan varietas berada di luar kewenangan peneliti pemulia, tetapi peneliti harus paham dengan ketentuan aturannya. Hasil pemuliaan yang berupa galur harapan atau calon varietas perlu diusulkan oleh tim peneliti pemulia untuk dievaluasi berdasarkan persyaratan-persyaratan yang telah ditentukan sesuai dengan peraturan legal.

Tujuan dari subsistem pelepasan dan perlindungan varietas tanaman adalah: (1) memastikan bahwa varietas baru yang dilepas benar memiliki sifat-sifat unggul seperti yang disebutkan pada deskripsinya, (2) varietas unggul yang dilepas layak ditanam oleh petani, (3) varietas yang dilepas jelas asal-usul dan kepemilikannya, (4) mengakui dan atau melindungi hak kepemilikan varietas bagi pemulia dan timnya yang mengajukan, dan (5) memenuhi persyaratan yang diminta sesuai ketentuan/pasal UU No.12 tahun 1992 tentang Budi Daya tanaman.

Subsistem pelepasan dan perlindungan varietas dalam kaitannya dengan penelitian pemuliaan telah berjalan, namun diperlukan komunikasi dan diskusi antara tim pemulia dengan pejabat subsistem tersebut guna memahami ketentuan pelepasan varietas. Pendaftaran dan perlindungan varietas merupakan proses legal terhadap pemilikan varietas yang ditangani oleh subsistem ini.

Subsistem Produksi dan Pemasaran Benih

Pemuliaan tanaman dinilai berhasil jika terkait dengan pengusaha atau produsen benih komersial. Dengan keterkaitan tersebut maka varietas unggul hasil pemuliaan dapat disebarluaskan untuk ditanam petani. Jalinan kerja sama pemulia-pengusaha benih komersial perlu dimulai sejak perencanaan pemuliaan, tanpa harus terjadi benturan kepentingan (*conflict of interest*).

Subsistem produksi dan pemasaran benih dilakukan oleh perusahaan atau produsen benih swasta, perusahaan benih BUMN atau Balai Benih milik pemerintah. Keterpaduan subsistem ini dengan subsistem pemuliaan tanaman seyogianya dimulai sejak tahapan uji adaptasi dan uji preferensi petani terhadap galur terpilih atau calon varietas. Galur harapan atau calon varietas perlu diuji bersama di lokasi target pengembangan varietas dengan melibatkan tim pemulia, produsen/perusahaan benih, dan petani calon pengguna benih. Pada tahap uji ini perlu diketahui: (a) kelayakan produksi benih secara komersial, (b) preferensi petani terhadap calon varietas, (c) potensi sebaran wilayah pemasaran benih, dan (d) potensi permintaan benih.

http://sirenlitbang.deptan.go.id

Status varietas hasil pemuliaan institusi milik pemerintah dapat berupa: (1) varietas publik yang boleh diproduksi dan dipasarkan benihnya oleh siapa saja yang memenuhi persyaratan sebagai produsen benih, (2) varietas yang dilindungi secara eksklusif, di mana benih diproduksi dan dipasarkan oleh produsen yang diberi hak atas dasar lisensi. Untuk tanaman menyerbuk sendiri, seperti padi dan kacang-kacangan serta tanaman yang berbiak vegetatif, seperti ubi kayu dan ubi jalar, varietas unggul hasil pemuliaan umumnya bersifat publik. Varietas hibrida umumnya diperlakukan sebagai varietas yang dilindungi oleh hak kekayaan intelektual (perlindungan HaKI).

Institusi yang berperan dalam subsistem produksi benih dan distribusi/pemasaran benih adalah pengusaha swasta yang mendapatkan benih sumber (*breeder seed atau foundation seed*) dari pemulia tanaman. Tanggung jawab promosi varietas dilakukan oleh pelaku pengusaha benih tanpa campur tangan pemulia.

Subsistem Sertifikasi Benih

Sertifikasi dan pengawasan mutu benih berfungsi memberikan pelayanan pemeriksaan mutu benih guna memberikan jaminan bahwa benih yang akan dipasarkan kepada petani memiliki kemurnian dan mutu yang baik, memenuhi persyaratan yang telah ditetapkan. Tugas sertifikasi dan pengawasan benih berada di tangan Balai Pengawasan dan Sertifikasi Benih (BPSB) dan Lembaga Sertifikasi Sistem Mutu (LSSM) pada internal perusahaan benih sendiri.

Jaringan kerja integrasi antara pemulia tanaman dengan BPSB meliputi: (1) penjelasan deskripsi varietas yang baru dilepas, (2) penjelasan aspek BUS (baru, unik, stabil) varietas, (3) keragaman fenotipik visual varietas pada tanaman produksi benih, dan (4) batas toleransi varian sifat terhadap deskripsi varietas yang boleh diterima. Keempat hal tersebut selama ini belum didiskusikan bersama antara pemulia tanaman dan petugas BPSB sehingga sering terjadi perbedaan penafsiran antara pejabat BPSB dengan pemulia tanaman, yang berakibat tidak diluluskannya kemurnian varietas.

Lokakarya pengenalan deskripsi varietas baru bagi pejabat/petugas BPSB perlu dilakukan minimal sekali dalam satu tahun. Pemulia perakit varietas perlu menjelaskan secara visual sifat varietas di lapangan, ciri-ciri yang menonjol, bagaimana memaknai deskripsi varietas, dan sifat-sifat yang tidak tertulis pada deskripsi tetapi dapat "dilihat" di lapangan.

Hubungan kerja untuk saling memahami tugas masing-masing institusi dalam wadah sistem pemuliaan tanaman terpadu dapat dibina. BPSB memiliki otoritas menerapkan peraturan, namun umumnya kurang memahami aspek kegenetikaan dan ilmu pemuliaan. Salah paham di antara kedua kelembagaan tersebut perlu dijembatani melalui komunikasi dalam sistem pemuliaan tanaman terpadu.

Subsistem Pengguna Benih dan Konsumen Produk

Subsistem pengguna benih adalah petani penanam varietas unggul yang membeli benih. Petani pengguna benih perlu dilibatkan pada uji adaptasi calon varietas dan uji preferensi petani. Hanya varietas yang dapat diterima petani yang seharusnya boleh dilepas sebagai varietas baru. Kriteria preferensi petani kemungkinan berbeda dengan kriteria yang digunakan oleh pemulia dalam menentukan calon varietas yang akan diajukan untuk dilepas.

Prosedur uji preferensi petani dilakukan dengan menanam calon varietas, dibandingkan dengan varietas unggul populer. Pada stadia tanaman yang bagus untuk dilihat, biasanya menjelang panen, diadakan temu lapang.

Petani dibagikan formulir untuk memilih tiga calon varietas terbaik dibandingkan varietas unggul yang ada, disertai alasan pemilihan calon varietas yang mereka pilih. Hasil uji preferensi ini diakurkan dengan data agronomis guna memutuskan pilihan calon varietas yang akan diusulkan untuk dilepas.

Petani pengguna benih juga perlu diminta masukan tentang sifat varietas unggul yang diinginkan. Masukan dari petani akan lebih rasional apabila diminta menyebutkan kelemahan atau kerugian dari varietas unggul yang mereka tanam. Menginventarisasi masalah yang ditemukan di lapangan merupakan masukan yang lebih praktis dibandingkan dengan meminta saran sifat unggul yang diinginkan.

Uji adaptasi galur harapan di lahan petani dengan membandingkannya dengan varietas yang biasa ditanam petani, juga merupakan kerja sama penelitian terpadu dengan petani. Petak uji galur di lahan petani sebagai "anak percobaan" dari percobaan formal yang dilakukan oleh peneliti, menjadi pola pemuliaan partisipatif yang biasa disebut *baby-mother trials*.

Model lain keterpaduan pemuliaan dengan petani adalah penelitian pemuliaan partisipatif (*participatory plant breeding*), di mana petani ikut melakukan seleksi terhadap galur-galur pada tahapan seleksi awal. Model partisipatif menghasilkan varietas pilihan petani, yang selanjutnya penyediaan benihnya dilakukan secara komersial.

http://serverlibrary.id/

Aplikasi Program Kerja Sistem Pemuliaan Tanaman Terpadu

Operasionalisasi sistem pemuliaan tanaman terpadu diwujudkan pada perencanaan dan pembagian tugas secara terpadu, meliputi tahap kegiatan sebagaimana disajikan pada Tabel 1. Keterpaduan program kerja dalam sistem pemuliaan tanam terpadu tercermin pada: (1) kesepakatan pilihan tujuan pemuliaan, (2) pembagian tugas kerja sesuai bidang keahlian guna mendukung tercapainya tujuan, (3) pelaksanaan kegiatan oleh masing-masing subsistem secara konsisten dengan tujuan, (4) memanfaatkan dan menghargai kontribusi hasil kegiatan masing-masing pelaku subsistem, (5) mengakui hasil pekerjaan sebagai kontribusi bersama, dan (6) tidak berstatus/bertindak membawahi yang lain.

SPTT akan menghasilkan luaran optimal, apabila antarpelaku subsistem terdapat *trust* (kepercayaan), kesadaran untuk bekerja sinergis, tidak mementingkan akuan prestasi (kredit prestasi), dan masing-masing pelaku mengutamakan dicapainya tujuan bersama. Persyaratan yang sebenarnya sangat wajar tersebut masih perlu dibina dan ditumbuhkan di antara peneliti dan para pelaku tugas pada berbagai subsistem.

Tabel 1. Operasionalisasi sistem pemuliaan tanaman tanaman terpadu pada berbagai tahap kegiatan pemuliaan.

Tahap kegiatan	Sertaan subsistem[1)]	Uraian
Penentuan tujuan	SS I s/d VII	Menentukan dan menyepakati tujuan pemuliaan secara rasional
Perencanaan	SS I, II, III	Pembagian tugas penelitian integratif
Pelaksanaan	SS I, II, III	Jadwal kerja dan pelaksanaan penelitian sesuai tujuan
Pemantauan kemajuan	SS I, s/d VII	Pelaporan dan pembahasan hasil kerja tahunan, saran, dan masukan
Tahapan akhir penelitian pemuliaan	SS I s/d VII	Penjelasan hasil pemuliaan, pembahasan, saran, dan masukan
Pelepasan calon varietas	SS I s/d VII	Penyidangan usulan calon varietas oleh TPPV/BBN
Uji preferensi petani	SS I s/d VII	Menentukan varietas yang akan diproduksi benihnya
Produksi dan pemasaran benih	SS V, VII	Produksi, sertifikasi, dan pemasaran benih
Penanaman benih usaha tani	SS V, VII	Adopsi varietas, pemantauan dalam preferensi petani, respons pelaku pengolahan hasil dan konsumen

[1)]Subsistem (SS) I = pengelolaan plasma nutfah, SS II = pemuliaan bioteknologi, SS III = pemuliaan tanaman lapangan, SS IV = pelepasan dan perlindungan varietas, SS = V produksi dan distribusi benih, SS VI = sertifikasi mutu benih, dan SS VII = penggunaan benih dan konsumsi produk

[2)]TPPV/BBN = Tim Penilai dan Pelepasan Varietas/Badan Benih Nasional

http://perpustakaan.litbang.deptan.go.id/repository/perpustakaan-litbang-deptan-go-id-repository-perpustakaan-litbang-deptan-go-id-repository-perpustakaan-litbang-deptan-go-id-repository-

DAFTAR PUSTAKA

Chang, T.T. and C.C. Li 1980. Genetic and breeding. pp. 87-146. In: B.S. Luh (Ed.). Rice Production and Utilization. AVI Publishing Co. Inc., Westport, Connecticut, USA.

Cooper, H.D., C. Spillane, and T. Hodgkin. 2001. Broadening the genetic base of crops: An overview. pp. 1-23. In: H.D. Cooper *et al.* (Eds.). Broadening the Genetic Base of Crop Production. CABI Publishing, FAO-IPGRI. CAB International, Wallingford, Oxon, UK.

Duwayri, M. and G. Hawtin. 2001. The importance of improving conservation and genetic diversity of crop varieties. pp. 25-26. In: H.D. Cooper *et al.* (Eds.). Broadening the Genetic Base of Crop Production. CABI Publishing, FAO-IPGRI. CAB International, Wallingford, Oxon, UK.

Fehr, W R. and J.B. Bahrenfus. 1980. Registration and release of a germplasm line of soybean. Crop Sci. 20: 419-421.

Fehr, W.R. 1987. Principles of Cultivar Development. Vol. 1. Theory and Technique. Macmillan Publ. Company, New York. p. 534.

Harpstead, D.D. 1983. Breeding for improved nutritional quality of crop. pp. 255-279. In: D.R. Wood, K.M. Rawal, and M.N. Wood (Eds.). Crop Breeding. American Society of Agronomy, Crop Science Society of America, Wisconsin, USA.

Hawkes, J.G. 1981. Germplasm collection, preservation and use. pp. 57-84. In: K.J. Frey (Ed.). Plant Breeding II. The Iowa State University Press, Ames, Iowa, USA.

Hermanto, D. Sadikin, dan E. Hikmat. 2009a. Deskripsi Varietas Unggul Padi 1943-2009. Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanaman Pangan, Bogor.

Hermanto, D. Sadikin, dan E. Hikmat. 2009b. Deskripsi Varietas Unggul Palawija 1918-2009. Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanaman Pangan, Bogor.

Hooker, A.L. 1983. Breeding to control pests. pp. 199-230. In: D.R. Wood, K.M. Rawal and M.N. Wood (Eds.). Crop Breeding. American Society of Agronomy, Crop Science Society of America, Wisconsin, USA.

Ives, C.L., B.M. Bedford, and K.M. Meridia. 1998. The agricultural biotechnology for sustainable productivity. pp. 1-14. In: C.L. Ives and B.M. Bedford (Eds.). Agricultural Biotechnology in International Development. CABI Publishing, CAB International, Wallingford, Oxon, UK.

http://sevenhills.pk.kp.

James, C and A. F. Krattiger. 1996. Global review of field testing and commercialization of transgenic plants, 1986-1995. ISAAA Brief No.1 ISAAA, Ithaca, N.Y. 31 pp.

James, C. 2011. Global status of genetically modified organism crops in 2010. ISAAA Brief No.42-2011. Int. Service for the Acquisition of Agri-biotech Application/ISAAA; http://www.isaaa.org.

Khush, G.S and D.S. Brar. 1998. The application of biotechnology to rice. pp. 97-122. In: C.L. Ives and B.M. Bedford (Eds.). Agricultural Biotechnology in International Development. CABI Publishing, CAB International, Wallingford, Oxon, UK.

Lewis, C.F. and M.N. Christiansen. 1981. Breeding plant for stress environments. pp. 151-178. In: K.J. Frey (Ed.). Plant Breeding II. The Iowa State University Press, Ames, Iowa, USA.

Parlevliet , J.E. 1981. Disease resistance in plants and its consequences for plant breeding. pp. 309-364. In: K.J. Frey (Ed.). Plant Breeding II. The Iowa State University Press, Ames, Iowa, USA.

Phoelman, J.M. 1979. Breeding Field Crops. Second edition. AVI Publishing Company Inc., Westport, Connecticut, USA. 481 pp.

Simmond, N.W. 1979. Principles of Crop Improvement. Longman Inc., New York, USA. 408 pp.

Spillane, C. and P. Gepts. 2001. Evolutionary and genetic perspectives on the dynamics of crop gene pools. pp. 25-70. In: H.D. Cooper *et al.* (Eds.). Broadening the Genetic Base of Crop Production. CABI Publishing, FAO-IPGRI. CAB International, Wallingford, Oxon, UK.

Spoor, W. and N.W. Simmonds. 2001. Base broadening: Introgression and incorporation of wild species genes. pp. 71-80. In: H.D. Cooper *et al.* (Eds.). Broadening the Genetic Base of Crop Production. CABI Publishing, FAO-IPGRI. CAB International, Wallingford, Oxon, UK.

Sumarno dan N. Zuraida. 2008. Pengelolaan plasma nutfah tanaman terintegrasi dengan program pemuliaan. Buletin Plasma Nutfah 14(2): 57-67.

Sumarno. 2011. Pemanfaatan teknologi genetika untuk peningkatan produksi kedelai. Pengembangan Inovasi Pertanian 3(4): 247-259.

http://perpustakaan.litbang.deptan.go.id/

Pemanfaatan Ekstrak Tanaman dan Bahan Mineral untuk Pestisida Alternatif

SUBIYAKTO

Balai Penelitian Tanaman Tembakau dan Serat
Jalan Raya Karangploso, Kotak Pos 199, Malang
E-mail: subiyaktos@yahoo.co.id

ABSTRAK

Dampak buruk penggunaan pestisida kimia terhadap lingkungan dan tuntutan konsumen yang menghendaki produk pertanian bebas residu mendorong peneliti untuk mencari pestisida alternatif yang relatif murah tetapi efektif dan aman. Pestisida alternatif tersebut dapat berasal dari ekstrak tanaman dan bahan mineral yang mudah diperoleh, murah, dan mudah dibuat petani. Hasil seleksi dari beberapa jenis tanaman menunjukkan ekstrak biji mimba (*Azadirachta indica*) paling efektif membunuh hama. Demikian pula kalsium polisulfida yang dibuat dari mineral kapur dan belerang. Berdasarkan uji efektivitas terhadap hama, kedua jenis pestisida tersebut berpotensi sebagai pestisida alternatif. Keunggulan pestisida ekstrak biji mimba adalah relatif murah dan aman, cepat terdegradasi, tidak menyebabkan keracunan pada tanaman, tidak menimbulkan kekebalan terhadap hama, kompatibel dengan pengendalian lain, mudah dibuat petani, dan menghasilkan produk pertanian bebas residu pestisida kimia. Namun kelemahannya adalah daya kerja relatif lambat, tidak membunuh langsung serangga sasaran, tidak tahan terhadap sinar matahari, dan kadang diperlukan penyemprotan yang berulang-ulang. Untuk mengatasi masalah tersebut, aplikasi ekstrak biji mimba sebaiknya dilakukan pada pagi atau sore hari, tepat takaran, dan tepat sasaran. Keunggulan pestisida kalsium polisulfida adalah harganya relatif murah, efektif, relatif aman, mudah dibuat petani, dan bahannya mudah diperoleh. Namun, dalam konsentrasi tinggi dan kondisi panas menyebabkan fitotoksisitas pada tanaman dan tidak kompatibel apabila dicampur dengan pestisida kimia. Aplikasi kalsium polisulfida dianjurkan dilakukan pada pagi hari dan menghindari pencampuran dengan pestisida lain yang belum diketahui kompatibilitasnya. Strategi pengembangan pestisida alternatif adalah melalui sekolah lapang dan intervensi kebijakan atau peraturan daerah dalam penggunaan pestisida yang aman.

Kata kunci: pestisida alternatif, ekstrak tanaman, bahan mineral

PENDAHULUAN

Pada masa lalu, pestisida kimia telah menyelamatkan hasil panen dari serangan hama dan penyakit. Namun, penggunaannya yang tidak rasional telah menimbulkan dampak buruk bagi lingkungan, antara lain munculnya resistensi, resurjensi dan ledakan hama baru, terbunuhnya organisme

nontarget, residu pestisida pada produk pertanian, dan keracunan pada pekerja.

Timbulnya resistensi hama mendorong petani untuk menggunakan pestisida kimia dengan konsentrasi yang lebih tinggi dan berulang-ulang. Hal tersebut menyebabkan terjadinya residu pestisida kimia pada produk pertanian. Selain itu, jumlah pestisida kimia yang digunakan menjadi lebih banyak dan biaya yang dikeluarkan untuk pengendalian hama dan penyakit lebih tinggi karena harga pestisida kimia relatif mahal. Mahalnya harga pestisida sangat terasa sejak Indonesia mengalami krisis moneter pada tahun 1997/1998. Harga pestisida kimia naik menjadi 2-5 kali lipat. Dampak buruk penggunaan pestisida kimia, mahalnya harga pestisida, dan tuntutan konsumen yang menghendaki produk pertanian harus bebas dari residu pestisida kimia mendorong peneliti untuk mencari pestisida alternatif yang relatif murah tetapi efektif dan aman.

Pilihan penggunaan pestisida alternatif diperkuat oleh laporan bahwa di berbagai negara telah terjadi resistensi hama terhadap pestisida kimia. Dilaporkan 447 jenis serangga dan tungau, 200 jenis patogen, dan 48 jenis gulma telah resisten terhadap pestisida kimia (Varma dan Dubey 1998). Di Indonesia, dampak buruk penggunaan pestisida kimia terjadi pada beberapa jenis hama polifagus, antara lain *Helicoverpa armigera*, *Spodoptera litura*, dan *Myzus persicae*. Hama tersebut telah kebal terhadap piretroid sintetis (Hadiyani dan Subiyakto 1996). Oleh karena itu, perlu dicari pestisida alternatif yang relatif tidak menimbulkan dampak buruk bagi lingkungan, antara lain pestisida yang bahan dasarnya berasal dari tanaman (Subiyakto 2002; Isman 2006; Subiyakto 2008; Duke *et al.* 2010; Iqbal *et al.* 2011) dan pestisida mineral yang bahan dasarnya dari bahan alami yang murah dan mudah diperoleh (Hartley dan West 1969).

Pestisida alternatif sebenarnya sudah digunakan oleh petani tiga abad yang lalu (Ware 1982, 1983). Petani di Perancis pada tahun 1690 menggunakan perasan daun tembakau untuk mengendalikan hama kepik. Saat itu, penggunaan pestisida nabati menjadi tumpuan. Pada tahun 1800, bubuk piretrum digunakan orang Parsi untuk mengendalian kutu, dan derris digunakan di kawasan Asia sejak 1848. Bahan alami berupa sulfur, kalsium polisulfida (kapur-sulfur), dan larutan bordeaux telah digunakan sebagai fungisida dan akarisida (Hartley dan West 1969).

Penggunaan ekstrak tanaman sebagai pestisida alternatif mulai banyak diminati, karena: (1) relatif murah dan aman terhadap lingkungan, (2) relatif cepat terdegradasi, (3) tidak menyebabkan keracunan pada tanaman, (4) tidak menimbulkan kekebalan terhadap hama, (5) kompatibel dengan cara pengendalian yang lain, (6) mudah dibuat petani, dan (7) menghasilkan produk pertanian yang sehat dan bebas dari residu pestisida kimia

(Subiyakto 2005; Salako *et al.* 2008). Selain itu, penggunaan ekstrak tanaman relatif aman bagi predator dan parasitoid (Subiyakto 2002; Nyambo dan Lohr 2006).

Saat ini, diperkirakan 500 ribu jenis tanaman berpotensi sebagai pestisida nabati dan sampai tahun 2008 sekitar 18 ribu tanaman sudah dikarakterisasi (Ntalli dan Spiroudi 2011). Banyak dijumpai bahan alamiah yang pemanfaatannya belum optimal, padahal dapat digunakan sebagai bahan pestisida (Pottorff 2010).

Ada empat kelompok besar tipe pestisida nabati yang saat ini sering digunakan, yaitu piretrum (*Chrysantemum cinerariaefolium)*, rotenon (*Derris eliptica)*, mimba (*Azadirachta indica)*, dan minyak atsiri. Tiga kelompok yang penggunaannya terbatas adalah riania (Ryania), tembakau (*Nicotiana tabacum)*, dan sabadila (*Schoenocaulon* sp.) (Isman 2006). Ekstrak tanaman lainnya adalah daun gamal (*Gliricidia sepium)*, ranting dan kulit batang pacar cina (*Aglaia odorata)*, umbi gadung (*Dioscorea hispida)*, biji srikaya (*Annona squamosa)*, biji nona seberang (*Annona glabra),* biji dan daun mindi (*Melia azadirach)*, daun sirih hutan (*Piper* sp.), biji jarak (*Ricinus communis*), dan daun pepaya (*Carica papaya).* Di antara bahan nabati tersebut, berdasarkan hasil seleksi yang paling manjur adalah ekstrak biji mimba (Subiyakto *et al.* 1999a, 1999b; Subiyakto dan Dalmadiyo 2001; Subiyakto 2005). Potensi mimba sebagai pestisida alternatif didukung oleh beberapa peneliti lain (Nyambo dan Lohr 2006; Dubey *et al.* 2008; Salako *et al.* 2008; Silva-Aguayo 2009; Asogwa *et al.* 2010; Dubey *et al.* 2010; Duke *et al.* 2010).

Pestisida alami berbahan mineral yang sering digunakan adalah sulfur, kapur-sulfur, dan larutan bordeaux yang berperan sebagai fungisida, akarisida, dan insektisida. Dalam konsentrasi tinggi, ketiga pestisida mineral tersebut berpotensi menyebabkan fitotoksisitas pada tanaman. Selain itu, ketiga pestisida tersebut tidak kompatibel apabila dicampur dengan pestisida lainnya (Pottorff 2010). Pestisida mineral mulai banyak diminati karena harganya relatif murah, efektif, relatif aman, mudah dibuat petani, dan bahannya mudah diperoleh.

Tulisan ini membahas potensi ekstrak biji mimba (EBM) dan kalsium polisulfida (kapur-belerang) sebagai pestisida alternatif.

TANAMAN MIMBA

Mimba atau nimba (*Azadirachta indica* A. Juss) adalah tanaman berbentuk pohon, termasuk famili Miliaceae, tumbuh pada ketinggian tempat 0-670 m dpl, pada daerah kering dan panas tanpa irigasi (Benge 1986; Schmutterer 1990). Di Indonesia, tanaman mimba dijumpai di sepanjang pantai utara Jawa, dari Indramayu sampai Banyuwangi. Tanaman mimba juga dijumpai di Nganjuk,

Jombang, Blitar, Ponorogo, Madiun, Bojonegoro, Bondowoso, Gianyar, Negara, dan Lombok Timur (Subiyakto 2002). Mimba dapat tumbuh di tanah kering dan miskin hara, dangkal, bahkan tanah salin.

Tanaman mimba yang berumur 8-10 tahun menghasilkan biji sekitar 9 kg, setelah berumur 15-20 tahun menghasilkan biji 13 kg, dan yang berumur di atas 20 tahun menghasilkan biji 19 kg. Di Afrika Barat (Nigeria), satu tanaman mimba rata-rata menghasilkan biji 20 kg (Schmutterer 1990). Mimba ditanam untuk berbagai keperluan, seperti hutan industri, kayu bakar, tanaman pinggir jalan, tanaman peneduh, dan penghasil bahan baku industri (medis, pestisida, sabun, minyak, pupuk, pakan ternak, dan kayu) (Benge 1986). Di Indonesia, tanaman mimba tumbuh liar dan belum banyak dimanfaatkan, kecuali sebagai kayu bakar. Pada musim panen, jumlah biji mimba tersedia cukup banyak, dapat dikumpulkan dan tahan disimpan untuk diproses sebagai pestisida nabati.

Biji mimba mengandung beberapa komponen aktif pestisida, antara lain azadirakhtin, salanin, azadiradion, salannol, salanolasetat, 3-deasetil salanin, 14-epoksi-azadiradion, gedunin, nimbin, dan deasetil nimbin. Dari beberapa komponen tersebut, ada empat senyawa yang diketahui sebagai pestisida, yaitu azadirakhtin, salanin, nimbin, dan meliantriol (Harborne 1982; Saxena *et al.* 1993). Kandungan azadirakhtin dalam biji mimba berkisar antara 2-4 mg/g biji kering. Azadirakhtin tidak langsung mematikan serangga, tetapi melalui mekanisme penolakan makan serta mengganggu pertumbuhan dan reproduksi serangga. Salanin bekerja sebagai penghambat makan serangga, nimbin sebagai antivirus, sedangkan meliantriol sebagai penolak serangga (NRC 1992).

Biji mimba sebagai pestisida nabati dapat dibuat dengan dua cara, yaitu serbuk dan ekstrak kasar. Cara pertama cukup sederhana, yakni biji mimba dibuat serbuk halus lalu direndam dalam air, disaring, dan disemprotkan ke tanaman (Subiyakto *et al.* 2008a). Cara kedua yaitu dengan melarutkan serbuk biji mimba dalam pelarut organik dan dihasilkan ekstrak biji mimba (EBM). Cara kedua ini digunakan dalam skala industri. EBM diformulasi menjadi formula cairan berwarna kuning dengan kandungan bahan aktif azadirakhtin 0,8-1,2% (Subiyakto dan Sunarto 2006). Produk pestisida berbahan aktif azadirakhtin yang telah terdaftar di Indonesia adalah Nospoil 8EC (azadirakhtin 8 g/l), Natural 9WSC (azadirakhtin 9 g/l), dan Nimbo 0,6AS (azadirakhtin 0,6 g/l) (PPI 2010). Produk tersebut masih terbatas dan sulit diperoleh. Di luar negeri, beberapa produk pestisida sejenis yang sudah dikomersialkan antara lain NemAzal-T/S (azadirakhtin 1%) (Anonimous 1996), Margosan-O (azadirakhtin 0,3%), Azatin (azadirakhtin 3%), dan Bioneem (Khanna 1992; Isman 1994).

POTENSI EKSTRAK BIJI MIMBA UNTUK PESTISIDA

Untuk mengetahui potensi EBM sebagai pestisida alternatif perlu dilakukan uji efektivitas di laboratorium, baik sebagai larvisida (pembunuh larva) maupun ovisida (pembunuh telur), dan juga uji coba pemanfaatannya.

Potensi EBM untuk Larvisida

Potensi EBM untuk larvisida (pembunuh larva) terhadap ulat jarak (*Achea janata)* menyebabkan mortalitas larva 79-100% (Tabel 1). EBM yang diaplikasikan pada larva ulat grayak (*Spodoptera litura)* dan ulat tembakau (*Helicoverpa armigera*) menyebabkan pertumbuhan larva terhambat hingga tidak berkembang (Tabel 2). EBM pada konsentrasi rendah (2 ml/l air) menghambat panjang dan lebar larva *S. litura* maupun *H. armigera.*

Mekanisme EBM membunuh hama melalui beberapa cara, yaitu: (1) merusak perkembangan telur, larva, dan pupa, (2) menghambat pergantian kulit, (3) mengganggu komunikasi serangga, (4) penolak makan, (5) menghambat reproduksi serangga betina, (6) mengurangi nafsu makan; (7) memblokir kemampuan makan serangga, dan (8) mengusir serangga (Mordue dan Blackwell 1993; Anonimous 1996; Sunarto *et al.* 2005). EBM yang disemprotkan pada ulat grayak akan menghambat pertumbuhan. Pada perlakuan 40 g/l air, ulat tumbuh kerdil.

http://servenlib.com

Tabel 1. Pengaruh konsentrasi ekstrak biji mimba terhadap mortalitas larva *A. janata*.

Konsentrasi (ml/l air)	Mortalitas (%) (hari setelah aplikasi)					
	3	4	5	6	7	8
Air (kontrol)	0,0 a	0,0 a	0,0 a	0,0 a	0,0 a	0,0 a
1	9,0 ab	9,7 ab	12,2 ab	13,3 ab	15,9 ab	24,2 ab
2	24,2 bc	27,1 bc	34,4 bc	42,2 bc	47,7 c	51,3 c
4	37,8 cd	43,4 cd	53,3 cd	65,5 cd	69,3 cd	79,7 d
8	56,8 de	68,4 de	77,7 de	84,4 de	93,1 de	95,9 de
16	67,3 ef	82,6 ef	90,0 ef	96,6 ef	98,8 de	100 def
32	75,7 fg	90,2 fg	92,2 fg	95,5 ef	98,8 def	100 def

Angka selajur yang diikuti oleh huruf yang sama tidak berbeda nyata pada taraf DMRT 5%.
Sumber: Subiyakto dan Sunarto (2006).

Tabel 2. Pengaruh konsentrasi ekstrak biji mimba terhadap perkembangan larva *S. litura* dan *H. Armigera*.

Konsentrasi (ml/l air)	*S. litura*		*H. armigera*	
	Panjang	Lebar	Panjang	Lebar
	..... mm			
2	25,6 d	4,18 d	12,11 c	2,06 c
4	24,2 c	4,03 d	11,97 bc	1,85 bc
8	19,3 bc	3,10 c	10,24 ab	1,71 abc
16	9,2 b	1,88 b	10,43 ab	1,67 ab
32	0 a	0 a	8,52 a	1,46 a
Air (kontrol)	35,5 e	5,88 e	19,13 d	3,15 d

Angka selajur yang diikuti oleh huruf yang sama tidak berbeda nyata pada taraf DMRT 5%.
Sumber: Subiyakto dan Sunarto (2006).

Potensi EBM untuk Ovisida

Efektivitas pestisida nabati EBM terhadap telur ngengat ulat tembakau ditunjukkan oleh kemampuan mencegah telur menetas (ovisida). Ulat yang disemprot dengan pestisida EBM pada konsentrasi rendah tidak mati, tetapi setelah menjadi kepompong akan cacat atau ngengat cacat atau mati. Kalau ulat berhasil hidup menjadi ngengat, maka ngengat betina tidak menghasilkan telur.

Ngengat betina bertelur rata-rata 192,5 butir dengan tingkat penetasan rata-rata 75,9% (Tabel 3). Larva yang disemprot dengan EBM 2 ml/l air tidak mati dan menghasilkan ngengat tidak normal. Betinanya menghasilkan telur rata-rata 22,8 butir dengan tingkat penetasan 38,4%. Larva yang disemprot dengan EBM 4-32 ml/l air menghasilkan ngengat cacat atau mati. Hal ini mengilustrasikan bahwa pestisida EBM bersifat ovisida (Subiyakto dan Sunarto 2006).

Pemanfaatan EBM untuk Pengendalian Hama

EBM telah dicoba untuk mengendalikan hama ulat buah pada kapas yang ditumpangsarikan dengan kedelai. Untuk meningkatkan efektivitas, EBM dicampur dengan biopestisida berbahan aktif virus *Helicoverpa armigera* Nuclear Polyhedrosis Virus (*Ha*NPV). Kombinasi EBM dengan *Ha*NPV dapat mengurangi biaya pengendalian hama 63,4% dan meningkatkan pendapatan 32,7% dibandingkan dengan penggunaan insektisida kimia (Tabel 4).

Tabel 3. Pengaruh konsentrasi EBM terhadap jumlah dan penetasan telur.

Konsentrasi (ml/l air)	Jumlah telur per betina (butir)	Telur menetas (%)
Air (kontrol)	192.50 a	75.93 a
1	92.75 b	55.89 b
2	22.75 c	38.44 c
4	0.00 d	0.00 d
8	0.00 d	0.00 d
16	0.00 d	0.00 d
32	0.00 d	0.00 d

Angka selajur yang diikuti oleh huruf yang sama tidak berbeda nyata pada taraf DMRT 5%.
Sumber: Subiyakto dan Sunarto (2006).

Tabel 4. Analisis ekonomi pengendalian *H. armigera* dengan kombinasi ekstrak biji mimba dan *Nuclear Polyhedrosis Virus* (NPV) pada tanaman kapas.

Uraian	Komponen perlakuan				
	EBM+NPV	EBM	NPV	Beta siflutrin	Kontrol
Penerimaan (Rp)	2.946.000	2.372.000	2.356.240	2.536.990	2.036.510
Biaya pengendalian (Rp)	160.555 (63,4%)	284.430	233.330	438.880	0
Pendapatan atas biaya (Rp)	2.785.455 (32,7%)	2.087.580	2.122.910	2.098.110	2.036.510
Tambahan penerimaan (Rp)	909.500	335.500	319.730	500.480	-
MRR atas kontrol	4,66	0,18	0,37	0,14	-
MRR atas betasiflutrin	4,28	-0,04	0,11	-	-

Penerimaan adalah dari hasil kapas dan kedelai.
Sumber: Indrayani dan Winarno (2006).

http://sereatlib/pse.go

Pada tembakau cerutu, EBM dapat mensubstitusi pestisida kimia sampai 50% (Nurindah *et al.* 2006). EBM yang diaplikasikan secara berjadwal dan berseling dengan pestisida kimia (beta siflutrin) efektif menekan kerusakan daun tembakau cerutu sampai 7%. Hal ini sangat berarti karena daun yang dikehendaki adalah yang utuh untuk pembungkus dan pembalut cerutu. Penggunaan EBM secara tunggal hasilnya kurang baik, hanya menekan kerusakan daun 4%. Penggunaan pestisida kimia secara tunggal hasilnya sangat baik karena dapat

menekan kerusakan daun sampai 7,9%, tetapi boros dan meninggalkan residu pada daun tembakau.

Hasil pengujian lanjutan pemanfaatan EBM pada tembakau cerutu konsisten dengan hasil penelitian di atas. EBM yang diaplikasikan berseling dengan pestisida kimia merupakan perlakuan yang direkomendasikan. Aplikasi berseling dapat mengurangi penggunaan pestisida kimia 50% (Subiyakto *et al.* 2008b). EBM juga dapat diaplikasikan pada tanaman kapas, wijen, tembakau, dan jarak pagar (Nurindah 2008; Nurindah dan Sunarto 2008; Sahid 2008).

BAHAN MINERAL KAPUR DAN BELERANG

Pestisida yang berasal dari bahan alami mudah diperoleh, selalu tersedia, dan harganya relatif murah. Bahan alami tersebut antara lain kapur (CaO) dan belerang (S). Bahan alami CaO berbentuk serbuk amorf atau biasanya dalam bentuk gumpalan berwarna putih. Senyawa ini bersifat sangat reaktif. Dalam kondisi suhu kamar, jika bereaksi dengan air akan menghasilkan kalsium hidroksida atau air kapur. Jika larutan ini dipanaskan maka akan terbentuk endapan CaO berwarna putih. Salah satu fungsi CaO adalah sebagai bahan baku semen (Parkes 1963).

Bahan alami S terdapat di alam dalam bentuk bebas sebagai unsur, dan ada juga dalam bentuk senyawa seperti mineral sulfida dan sulfat, dan gas H_2S dalam gas alam. Sulfur merupakan padatan berwarna kuning, tidak berbau, dan tidak berasa (Wikipedia 2008). Sulfur sudah lama digunakan sebagai fungisida untuk mengendalikan penyakit embun tepung, jamur karat, busuk buah, dan bercak daun. Selain itu, S digunakan sebagai akarisida untuk mengendalikan hama tungau (Hartley dan West 1969).

Cara membuat pestisida kapur-belerang adalah dengan bahan alami $Ca(OH)_2$ dan S. Reaksi CaO dan S akan menghasilkan campuran kalsium polisulfida (CaS_x) dan tiosulfat (de Ong 1962). Tiosulfat akan segera terurai menjadi sulfat dan sulfur sehingga aman terhadap lingkungan. Reaksi CaO dan S bersifat toksik terhadap beberapa jenis organisme. Reaksinya adalah sebagai berikut:

$$6\ CaO + 21\ S \rightarrow 6\ Ca^{2+} + 2\ S_2O_3^{-} + 3\ S_4^{2-} + S_5^{2-}$$

Pembuatan pestisida CaS_x oleh petani biasanya dilakukan dengan mendidihkan CaO dan S dalam wadah yang terbuat dari tanah liat dalam waktu yang lama, 5-8 jam. Selain menghabiskan kayu bakar cukup banyak, wadah yang terbuat dari tanah liat sering pecah. Kelemahan lainnya adalah belum diketahuinya perbandingan yang terbaik antara kedua bahan

tersebut. Hal ini menjadi penyebab efektivitas CaS_x sebagai pestisida tidak konsisten. Oleh karena itu, diperlukan inovasi perbaikan proses pembuatan CaS_x, antara lain dengan memperbaiki proses pembuatan dan standardisasi perbandingan antara CaO dan S.

POTENSI KALSIUM POLISULFIDA UNTUK PESTISIDA

Untuk mengetahui potensi kalsium polisulfida sebagai pestisida telah dilakukan uji efektivitas terhadap hama pada dua formulasi komposisi kapur-belerang dengan perbandingan 1:2 dan 2:3.

Potensi Kalsium Polisulfida (Kapur-Belerang 1:2) untuk Pestisida

Untuk mengetahui potensi kalsium polisulfida telah dilakukan uji efektivitas terhadap tungau *Polyphagotarsonemus latus* L. (Tabel 5). Hasil pengamatan 24 jam setelah penyemprotan ternyata kalsium polisulfida sangat efektif membunuh tungau. Formulasi CaO yang dimasukkan ke dalam air mendidih terlebih dahulu pada konsentrasi 0,5% menyebabkan mortalitas terkoreksi 79%, sedang pada konsentrasi yang lebih tinggi (1,0-2,5%) mortalitas berkisar 90-97%. Pestisida dikatakan efektif kalau dapat membunuh lebih dari 80% serangga uji. Hasil yang sama juga terjadi pada S yang dimasukkan terlebih dahulu atau CaO dan S dimasukkan secara bersama-sama ke dalam air mendidih.

Pestisida dari hasil endapan juga masih efektif (Tabel 6). Pada proses formulasi, CaO yang dimasukkan terlebih dahulu pada konsentrasi 0,5% menyebabkan mortalitas tungau 71%. Pada konsentrasi yang lebih tinggi (1,0-2,5%), mortalitas lebih tinggi, berkisar 81-99%. Hal yang sama juga terjadi pada proses formulasi lain, yaitu S yang dimasukkan terlebih dahulu ke dalam air mendidih atau CaO dan S dimasukkan secara bersama-sama. Hasil ini memberikan informasi bahwa endapan yang selama ini tidak dimanfaatkan untuk pestisida ternyata masih dapat dimanfaatkan.

Potensi Kalsium Polisulfida (Kapur-Belerang 2:3) untuk Pestisida

Hasil uji efektivitas kalsium polisulfida terhadap mortalitas hama tungau *Polyphagotarsonemus latus* L. disajikan pada Tabel 7. Berdasarkan pengamatan selama 24 jam, formulasi CaO yang dimasukkan lebih dahulu pada konsentrasi 0,5% menyebabkan mortalitas terkoreksi 60%, sedangkan pada konsentrasi yang lebih tinggi (1,0-2,5%) mortalitas berkisar 77-95%.

Tabel 5. Pengaruh proses pembuatan dan formulasi kalsium polisulfida terhadap mortalitas tungau.

Proses pembuatan/ formulasi dan konsentrasi (%)	Jumlah tungau uji (ekor)	Mortalitas		Mortalitas terkoreksi (%)
		ekor	%	
CaO[1)]				
0,5	45	38	82,6	79
1,0	71	69	97,1	97
1,5	94	90	95,7	95
2,0	66	63	96,8	96
2,5	33	29	91,3	90
S[1)]				
0,5	49	39	79,5	75
1,0	78	71	90,9	89
1,5	51	45	88,5	86
2,0	77	71	89,9	88
2,5	49	49	100,0	100
CaO + S[2)]				
0,5	100	75	74,8	70
1,0	61	47	78,9	75
1,5	40	39	97,8	97
2,0	97	96	98,9	99
2,5	60	58	97,5	97
Kontrol (air)	44	8	17,1	0

[1)]Dimasukkan terlebih dahulu; [2)]Dimasukkan bersamaan.
Sumber: Subiyakto *et al.* (2007).

http://serverlitbpsekp/

Hasil yang sama juga terjadi pada S yang dimasukkan terlebih dahulu atau CaO dan S dimasukkan secara bersama-sama ke dalam air mendidih.

Pestisida dari hasil endapan ternyata masih efektif digunakan sebagai pestisida. Hal ini ditunjukkan pada Tabel 8 yang menerangkan bahwa pada proses formulasi CaO yang dimasukkan terlebih dahulu pada konsentrasi 0,5% menyebabkan mortalitas tungau 83%. Pada konsentrasi yang lebih tinggi (1,0-2,5%), mortalitas lebih tinggi, berkisar 90-97%.

STRATEGI PENGEMBANGAN

Kelemahan penggunaan pestisida nabati EBM adalah: (1) daya kerjanya relatif lambat, (2) tidak membunuh langsung jasad sasaran, (3) tidak tahan terhadap sinar matahari, dan (4) kadang diperlukan penyemprotan

Tabel 6. Pengaruh proses pembuatan dan formulasi kalsium polisulfida yang berasal dari endapan terhadap mortalitas tungau.

Proses pembuatan/ formulasi dan konsentrasi (%)	Jumlah tungau uji (ekor)	Mortalitas		Mortalitas terkoreksi (%)
		ekor	%	
CaO[1)]				
0,5	95	71	75,6	71
1,0	70	55	83,9	81
1,5	72	67	92,8	91
2,0	79	78	99,0	99
2,5	51	50	98,2	98
S[1)]				
0,5	79	66	79,9	76
1,0	78	70	91,4	90
1,5	34	32	93,9	93
2,0	40	38	94,9	94
2,5	58	58	100,0	100
CaO + S[2)]				
0,5	102	80	76,6	74
1,0	61	51	83,7	80
1,5	116	104	89,7	88
2,0	115	106	90,6	89
2,5	45	43	96,8	96
Kontrol (air)	44	8	17,1	0

[1)]Dimasukkan terlebih dahulu; [2)]Dimasukkan bersamaan
Sumber: Subiyakto *et al.* (2007).

http://serverlitbangpsekp/

berulang-ulang (Bottenberg dan Singh 1996; Su dan Mulla 1998; Pats dan Isman 1998). Waktu aplikasi EBM sebaiknya dilakukan pada pagi atau sore hari untuk menghindari paparan sinar matahari, tepat takaran, dan tepat sasaran. Untuk memperoleh hasil yang optimal, EBM digunakan secara berseling dengan pestisida kimia atau dapat dikombinasikan dengan pestisida hayati yang berbahan aktif virus.

Pestisida kalsium polisulfida dalam konsentrasi tinggi berpotensi menyebabkan fitotoksis pada tanaman, terutama pada kondisi panas siang hari. Selain itu, pestisida ini tidak kompatibel apabila dicampur dengan pestisida kimia. Untuk mengatasi masalah ini, penggunaan kalsium polisulfida sebaiknya pada pagi hari dan menghindari pencampuran dengan pestisida lain yang belum diketahui kompatibilitasnya.

Tabel 7. Uji pengaruh proses pembuatan dan formulasi kalsium polisulfida terhadap mortalitas tungau.

Proses pembuatan/ formulasi dan konsentrasi (%)	Jumlah tungau uji (ekor)	Mortalitas		Mortalitas terkoreksi (%)
		ekor	%	
CaO[1)]				
0,5	142	100	66,7	60
1,0	59	97	80,9	77
1,5	71	64	89,9	88
2,0	35	32	91,5	90
2,5	113	110	96,0	95
S[1)]				
0,5	82	54	65,9	65
1,0	64	53	83,0	82
1,5	63	56	87,9	87
2,0	91	81	90,0	89
2,5	73	72	99,1	98
CaO + S[2)]				
0,5	92	64	67,9	67
1,0	94	86	91,6	90
1,5	53	48	91,5	90
2,0	102	94	87,2	86
2,5	116	116	99,0	98
Air (kontrol)	44	8	17,1	0

[1)]Dimasukkan terlebih dahulu; [2)]Dimasukkan bersamaan
Sumber: Subiyakto *et al.* (2007).

http://serverlitbangpsekp/

Strategi Pengembangan

Pestisida nabati EBM dan kalsium polisulfida perlu disosialisasikan kepada petani dengan memprioritaskan penggunaan pestisida nabati dan pestisida mineral karena relatif aman terhadap lingkungan. Penggunaan pestisida kimia sintetis merupakan alternatif terakhir apabila cara-cara nonkimiawi tidak memberikan hasil. Perlu dipahami bahwa penggunaan pestisida kimia yang tidak rasional dapat membunuh musuh alami hama. Terbunuhnya musuh alami akan menyebabkan kondisi lebih buruk karena musuh alami sebagai pengendali hama tidak dapat berfungsi dengan baik. Penggunaan pestisida kimia sintetis harus dapat ditekan serendah mungkin atau disubstitusi dengan pestisida nabati atau pestisida mineral.

Bahan untuk membuat pestisida nabati dan pestisida mineral mudah diperoleh. Namun, pengembangannya di tingkat petani tidak mudah. Inovasi

Tabel 8. Uji pengaruh proses pembuatan dan formulasi kalsium polisulfida dari endapan terhadap mortalitas tungau.

Proses pembuatan/ formulasi dan konsentrasi (%)	Jumlah tungau uji (ekor)	Mortalitas		Mortalitas terkoreksi (%)
		ekor	%	
CaO[1)]				
0,5	34	29	83,7	83
1,0	55	53	96,2	95
1,5	73	72	97,6	97
2,0	68	65	93,5	93
2,5	86	79	90,7	90
S[1)]				
0,5	43	43	100,0	99
1,0	48	40	89,2	88
1,5	31	31	100,0	99
2,0	29	27	92,7	91
2,5	31	30	96,7	96
CaO + S[2)]				
0,5	67	67	100,0	99
1,0	79	77	97,9	97
1,5	94	93	98,7	98
2,0	84	81	96,5	96
2,5	69	66	95,5	96
Kontrol (air)	44	8	17,1	0

[1)]Dimasukkan terlebih dahulu [2)]Dimasukkan bersamaan
Sumber: Subiyakto *et al.* (2007).

http://serverlib.pse.kp/

teknologi dapat diterima petani kalau secara ekonomis murah, secara teknis mudah, secara ekologis aman, dan secara sosiologis tidak meresahkan. Strategi paling prospektif dalam pengembangan pestisida nabati dan pestisida mineral adalah melalui sekolah lapang. Di beberapa daerah, petani kurang mendapat informasi dan sering kesulitan memperoleh bahan baku pestisida nabati. Oleh karena itu, jenis tanaman pestisida nabati dan cara budi dayanya perlu dimasyarakatkan. Selain itu, teknik sederhana pembuatan, pengemasan, penyimpanan, dan aplikasinya juga diperlukan agar diperoleh pestisida yang memenuhi standar dan hasil yang optimal. Penelitian pestisida nabati dan pestisida mineral perlu dilanjutkan, terutama mencari bahan sinergis untuk mempercepat kerja pestisida tersebut.

KESIMPULAN

(1) Pestisida EBM dan kalsium polisulfida berpotensi sebagai pestisida alternatif. EBM dan kalsium polisulfida mempunyai keunggulan relatif murah, aman terhadap lingkungan, tidak menimbulkan kekebalan terhadap hama, dan menghasilkan produk pertanian yang sehat dan bebas residu pestisida kimia.

(2) Kelemahan pestisida EBM antara lain adalah daya kerjanya relatif lambat, tidak membunuh langsung jasad sasaran, tidak tahan terhadap sinar matahari, dan kadang diperlukan penyemprotan berulang. Aplikasi EBM sebaiknya dilakukan pada pagi atau sore hari, tepat takaran, tepat sasaran, digunakan secara berseling dengan pestisida kimia atau dikombinasikan dengan pestisida hayati.

(3) Penggunaan pestisida kalsium polisulfida berpotensi menyebabkan fitotoksisitas tanaman dan tidak kompatibel apabila dicampur dengan pestisida kimia. Penggunaan kalsium polisulfida sebaiknya pada pagi hari dan menghindari pencampuran dengan pestisida lain yang belum diketahui kompatibilitasnya.

(4) Strategi pengembangan penggunaan pestisida nabati dan pestisida mineral adalah melalui sekolah lapang. Teknik sederhana pembuatan, pengemasan, penyimpanan, dan aplikasi pestisida nabati sangat diperlukan agar diperoleh pestisida yang memenuhi standar.

http://serverbalitbio/

SARAN

(1) Pestisida nabati EBM dan kalsium polisulfida perlu disosialisasikan kepada petani melalui sekolah lapang. Pestisida nabati EBM dan kalsium polisulfida dapat dibuat sendiri oleh petani atau kelompok tani dengan teknologi sederhana.

(2) Penelitian pestisida nabati dan pestisida mineral perlu dilanjutkan, terutama mencari bahan yang sinergis untuk mempercepat kerja pestisida tersebut dan eksplorasi serta seleksi jenis tanaman dan bahan mineral yang berpotensi sebagai pestisida alternatif. Penelitian perlu melibatkan berbagai disiplin ilmu, antara lain biologi, entomologi, toksikologi, kimia organik dan anorganik, dan taksonomi.

(3) Perlu dibuat peraturan daerah tentang kebijakan pengendalian hama di suatu wilayah dengan menggunakan pestisida yang ramah lingkungan, antara lain pestisida nabati dan pestisida mineral.

DAFTAR PUSTAKA

Anonymous. 1996. NeemAzal in rice crop protection in Asia, prospects and strategies. EID Parry, Chennai, India.

Asogwa, E.U., T.C.N. Ndubuaku, J.A. Ugwu, and O.O. Awe. 2010. Prospect of botanical pesticides from neem, *Azadirachta indica* for routine protection of cocoa farms against the brown cocoa mirid – *Sahlbergella singularis* in Nigeria. J. Med. Plants Res. (4): 001-006.

Benge, M.D. 1986. Neem the Cornucopia Tree. S &T/FENR Agro-forestation Technical Series No. 5. Agency for International Development, Washington, DC.

Bottenberg, H. and B.B. Singh. 1996. Effect of neem leaf extract applied using the broom method on cowpea pests and yield. Int. J. Pest Mnmg. 42(3).

de Ong, E.R. 1962. Chemistry and Use of Pesticides (2nd ed.). Charles E. Turtle Company, Tokyo.

Dubey, N.K., B. Srivastava, and A. Kumar. 2008. Current status of plant products as botanical pesticides in storage pest management. J. Biopestic. 1(2): 182-186.

Dubey, N.K., R. Shukla, A. Kumar, P. Singh, and B. Prakash. 2010. Prospect of botanical pesticides in sustainable agriculture. Commentory Curr. Sci., 25 February 2010.

Duke, S.O., C.L. Cantrell, K.M. Meepagala, D.E. Wedge, N. Tabanca, and K.K. Schrader. 2010. Natural toxins for use in pest management. Toxins 2(8): 1943-1962.

Hadiyani, S. dan Subiyakto. 1996. Peranan bahan kimia dalam pengendalian serangga hama kapas. Prosiding Diskusi Kapas Nasional, Jakarta, 26 November 1996. Balai Penelitian Tanaman Tembakau dan Serat, Malang.

Harborne, J.B. 1982. Introduction to Ecological Biochemical. 2nd Ed. Academic Press, London.

Hartley, G.S. and T.F. West. 1969. Chemical for Pest Control. Pergamon Press, Australia.

Indrayani, I.G.A.A. dan D. Winarno. 2006. Potensi serbuk biji mimba dan NPV dalam pengendalian *Helicoverpa armigera* pada tumpangsari kapas dan kedelai. Prosiding Lokakarya Revitalisasi Agribisnis Kapas Diintegrasikan dengan Palawija di Lahan Sawah Tadah Hujan, Lamongan, 8 September 2005. Pusat Penelitian dan Pengembangan Perkebunan, Bogor.

http://servatib/pstk.kp/

Isman, M.B. 1994. Botanical insecticides. Pesticide Outlook 5: 26-31.

Isman, M.B. 2006. Botanical insecticides, deterrents, and repellents modern agriculture and increasingly regulated world. Annu. Rev. Entomol. 51: 45-66.

Iqbal, M.F., M.H. Kahloon., M.R. Nawaz, and M.I. Javaid. 2011. Effectiveness of some botanical extracts on wheat aphids. J. Anim. Plant Sci. 21(1): 114-115.

Khanna, A. 1992. Neem compounds commercialized. Biotechnol. Dev. Monitor No. 13, December 1992.

Mordue (Luntz), A.J. and A. Blackwell. 1993. Azadirachtin: An up-date. J. Insect Physiol. 39: 903-924.

NRC. 1992. Neem: A tree for solving global problems. National Research Council, National Academy Press, Washington, DC.

Nurindah., D.A. Sunarto, T. Yulianti, dan Sujak. 2006. Penelitian teknik pengendalian hama dan penyakit tembakau cerutu ramah lingkungan. Seminar Hasil Penelitian 2006. Balai Penelitian Tanaman Tembakau dan Serat, Malang . 17 hlm.

Nurindah. 2008. Teknik pengendalian komplek hama penggerek kapas. Seminar Hasil Penelitian Balai Penelitian Tanaman Tembakau dan Serat, Malang, 2008.

Nurindah dan D.A. Sunarto. 2008. Ambang kendali penggerek buah kapas *Helicoverpa armigera* dengan mempertimbangkan keberadaan predator pada kapas. Jurnal Penelitian Tanaman Industri 14(2): 72-77.

Ntalli, N.G. and U.M. Spiroudi. 2011. Pesticides of Botanical Origin: A promosing tool in plant protection. Pesticide Science Laboratory, Faculty of Agriculture, Aristotle University of Thessaloniki, Greece.

Nyambo, B. and B. Lohr. 2006. The role and significance of farmer participation in biocontrol-based IPM for brassica crops in East Africa. Second International Symposium on Biological Control of Arthropods. Farmer Participation in IPM in East Africa.

Parkes, G.D. 1963. Mellor's Modern Inorganic Chemistry. Longmans, Green and Co. Ltd., London.

Pats, P. and M.B. Isman. 1998. Effect of neem on adult longevity, oviposition and larval development of the cabbage fly, *Delia radicum* (L.) (Diptera; Anthomyidae). J. Appl. Entomol. 122: 125-127.

http://perpustakaan.litbang.deptan.go.id

Pottorff, L.P. 2010. Some pesticides permitted in organic gardening. Colorado State University/Denver County Extesion Master Gardener, Denver, Colorado.

PPI. 2010. Pestisida untuk Pertanian dan Kehutanan. Pusat Perijinan dan Investasi (PPI), Sekretariat Jenderal Kementerian Pertanian, Jakarta.

Sahid, M. 2008. Uji kesesuaian galur unggul kapas tahan *Amrasca biguttulla* pada sistem tumpangsari kapas dengan palawija. Seminar Hasil Penelitian 2008. Balai Penelitian Tanaman Tembakau dan Serat, Malang.

Salako, E.A., S.T. Anjorin, C.D. Garba, and E.B. Omolohunnu. 2008. A review of neem biopesticide utilization and challenges in Central Northern Nigeria. Afr. J. Biotechnol. (725): 4758-4764.

Saxena, R.C., Z.T. Zhang, and M.E.M. Boncodin. 1993. Neem oil effects courtship signals and mating behavior of brown planthopper *Nilaparvata lugens* (Stal.) (Hom., Delphacidae) females. J. Appl. Entomol. 116 (2):127-132.

Schmutterer, H. 1990. Properties and potential of natural pesticides from the neem tree, *Azadirachta indica*. Annu. Rev. Entomol. 35: 271-297.

Silva-Aguayo, G. 2009. Botanical insecticides. Reagent of the University of Minnesota, 3 December 2009.

Su, T.Y. and M.S. Mulla. 1998. Ovicidal activity of neem products (azadirachtin) against *Culex tarsalis* and *Culex quinquefasciatus* (Diptera: Culicidae). J. Am. Mosquito Control Assoc. 14(2): 204-209.

Subiyakto, G. Dalmadiyo, Supriyono, dan Diwang H.P. 1999a. Pemanfaatan mimba sebagai alternatif pengendalian serangga hama kapas. Warta Penelitian Tanaman Industri 4(4): 17-19.

Subiyakto, D. Winarno, dan Diwang H.P. 1999b. Pengaruh konsentrasi serbuk biji mimba terhadap aspek biologi ulat daun tembakau *Spodoptera litura*. Prosiding Semiloka Teknologi Tembakau. Balai Penelitian Tanaman Tembakau dan Serat, Malang, 31 Maret 1999.

Subiyakto dan G. Dalmadiyo. 2001. Teknologi sederhana produksi pestisida nabati. Makalah disajikan dalam Diskusi Panel Sosialisasi Pestisida Nabati, PEI Cabang Malang, 15 November 2001.

Subiyakto. 2002. Pemanfaatan serbuk biji mimba (*Azadirachta indica* A. Juss) untuk pengendalian serangga hama kapas. Perspektif 1(1): 9-17.

Subiyakto. 2005. Pestisida Nabati: Pembuatan dan Pemanfaatannya. Kanisius, Yogyakarta.

Subiyakto dan D.A. Sunarto. 2006. Proses ekstrak biji mimba (*Azadirachta indica*) untuk pestisida nabati. Paten Indonesia. ID P0026976 B. 12 November 2010.

Subiyakto, D.A. Sunarto, Tukimin, N. Asbani, A.M. Amir, dan D. Soetopo. 2007. Proses pembuatan pestisida alami dari bahan kalsium oksida dan sulfur dan produk pestisida yang dihasilkan dari proses tersebut. Dalam proses paten di Ditjen HAKI dengan nomor pendaftaran P00200800393.

Subiyakto, D.A. Sunarto, dan Sujak. 2008a. Teknologi sederhana pemanfaatan pestisida nabati. Makalah disampaikan pada Diklat Fungsional Pemandu Terapan Teknologi Pembangunan Pengendalian Hayati bagi Pegawai di Lingkungan Pemerintah Provinsi dan Kabupaten se Jawa Timur, Surabaya 12-18 Oktober 2008.

Subiyakto, D.A . Sunarto, dan Sujak. 2008b. Pengendalian hama tembakau dengan pestisida botani ekstrak biji mimba. Seminar Hasil Penelitian Sumberdana Cukai 2008, Balai Penelitian Tanaman Tembakau dan Serat, Malang, 17 Februari 2009.

Subiyakto. 2008. Ekstrak biji mimba sebagai pestisida nabati: Potensi, kendala, dan strategi pengembangannya. Perspektif 8(2): 108-116.

Sunarto, D. A., Subiyakto, D. Winarno, S. Hadiyani, dan Sujak. 2005. Toksisitas beberapa formulasi pestisida botani mimba (*Azadirachta indica*) terhadap *Helicoverpa armigera* dan *Spodoptera litura*. Prosiding Seminar Nasional Inovasi Teknologi dan Kelembagaan Agribisnis. Pusat Penelitian dan Pengembangan Sosial Ekonomi Pertanian, Bogor.

Varma, J. and N.K. Dubey. 1998. Prospectives of botanical and microbial products as pesticides of tomorrow. Department of Botany, Banana Hindu University, Varanasi, India.

Ware, G.W. 1982. Fundamentals of Pesticides. A Self Instruction Guide. Thomson Publications.

Ware, G.W. 1983. Pesticides, Theory and Application. W.H. Freeman and Co., New York.

Wikipedia. 2008. Lime sulfur. http://wikipedia.org/wiki/lime_sulfur. [10 Maret 2008].

http://isc.litbang.deptan.go.id/

Konservasi Sumber Daya Genetik Ternak Melalui Pendekatan Perwilayahan dan Swadaya Masyarakat

SUBANDRIYO

Balai Penelitian Ternak
Jalan Raya Pajajaran Kav. E-59, Bogor 16151
E-mail: bandriyo@indo.net.id

ABSTRAK

Ternak merupakan sumber daya genetik hewan yang dapat memenuhi kebutuhan manusia, baik untuk sandang, pangan maupun tenaga kerja. Namun, adanya pengaruh alam (seperti banjir dan kekeringan) yang mengakibatkan hilangnya agroekosistem yang sesuai dengan rumpun ternak, tekanan ekonomi (seperti permintaan pasar yang tinggi), tidak adanya peningkatan mutu genetik, penggantian rumpun dan persilangan yang tidak terarah, serta penekanan seleksi terhadap beberapa sifat tertentu menyebabkan berkurangnya sumber daya genetik atau plasma nutfah ternak. Oleh karena itu, perlu dilakukan konservasi agar sumber daya genetik ternak dapat digunakan dan dikembangkan untuk memenuhi kebutuhan jangka pendek maupun jangka panjang. Ada tiga metode utama program konservasi sumber daya genetik ternak, yaitu: (1) mempertahankan populasi ternak hidup (konservasi *in-situ*), (2) penyimpanan materi genetik berupa haploid (n) atau diploid (2n) (konservasi *ex-situ*), dan (3) penyimpanan DNA. Konservasi terhadap sumber daya genetik ternak dilakukan pada tingkat rumpun, strain atau galur dengan mempertimbangkan peran ternak dalam budaya, sejarah, keilmuan, dan perekonomian. Berdasarkan kondisi wilayah Indonesia, terdapat tiga strategi konservasi sumber daya genetik ternak, yaitu: (1) konservasi yang terkait dengan budaya, sejarah maupun agrowisata, (2) konservasi sebagai sumber bibit yang digunakan secara berkelanjutan, dan (3) konservasi karena populasinya terancam. Perkembangan suatu rumpun ternak merupakan hasil interaksi antara komunitas, ternak, dan lingkungan serta pengetahuan asli (*indigenous knowledge*) masyarakat. Oleh karena itu, perlu pendekatan partisipatif dalam konservasi sumber daya genetik ternak, di mana masyarakat ikut berperan dalam mempertahankan keanekaragaman sumber daya genetik.

Kata kunci: ternak, konservasi, sumber daya genetik, populasi ternak, kriopreservasi, wilayah, swadaya masyarakat

PENDAHULUAN

Konservasi secara umum adalah upaya penggunaan sumber daya alam seperti tanah, air, tanaman, hewan, dan mineral secara berkelanjutan (*sustainable*). Sumber daya alam pada suatu wilayah merupakan aset dasar

sehingga pemborosan penggunaannya dapat mengakibatkan kehilangan yang sangat berharga dari segi ekonomi, keilmuan, sosial, budaya maupun estetika.

Ternak merupakan sumber daya genetik hewan yang telah melayani kebutuhan manusia, baik untuk sandang, pangan maupun tenaga kerja sejak berabad-abad yang lalu (Ponzoni 1997). Dari segi spesies ternak, terminologi sumber daya genetik pada umumnya adalah sinonim dari terminologi *breed* (rumpun atau bangsa atau ras). Rumpun atau bangsa atau ras yang ada sekarang terbentuk karena aktivitas manusia atau karena seleksi alam (Simon 1999).

Konservasi sumber daya genetik ternak perlu dilakukan karena ada dua tantangan penting, yakni: (1) permintaan akan produk ternak meningkat di negara yang sedang berkembang, dan FAO telah memprediksi permintaan akan daging akan meningkat dua kali lipat dalam kurun waktu 2000-2030, sementara itu permintaan akan susu meningkat lebih dari dua kali, dan (2) sumber daya genetik atau plasma nutfah ternak berkurang dengan cepat hampir di seluruh dunia. Selama 15 tahun terakhir, 300 dari 6.000 rumpun ternak yang diidentifikasi oleh FAO telah punah. Beberapa faktor penyebab punahnya rumpun ternak antara lain adalah tekanan ekonomi, tidak adanya peningkatan mutu genetik, penggantian rumpun dan persilangan yang tidak terarah dengan rumpun eksotis, penekanan seleksi terhadap beberapa sifat tertentu dengan tidak memerhatikan produktivitas secara menyeluruh, dan perubahan lingkungan produksi. Punahnya rumpun ternak juga disebabkan oleh pengaruh alam, misalnya banjir dan kekeringan, serta ulah manusia yang mengakibatkan hilangnya agroekosistem yang sesuai dengan rumpun ternak (Ponzoni 1997; Hammond dan Leitch 1998; Cardellino 2006).

Argumentasi lain yang mendasari perlunya konservasi, khususnya bagi rumpun ternak yang terancam punah adalah untuk mempertahankan keragaman genetik yang di masa mendatang kemungkinan berguna untuk pemuliaan di lingkungan yang tidak menguntungkan untuk produksi (*adverse environment*). Konservasi terhadap rumpun ternak yang terancam punah juga sangat berguna untuk memperluas keragaman genetik bagi penelitian ilmiah, dan sebagai warisan budaya atau alasan setempat lainnya (SABRAO 1980, 1981; Turner 1981; Simon 1999).

Uraian di atas menunjukkan bahwa berkurangnya sumber daya genetik atau plasma nutfah ternak merupakan akibat kegiatan positif manusia. Oleh karena itu, konservasi plasma nutfah ternak menjadi persoalan yang rumit. Dalam tulisan ini dikemukakan dasar pertimbangan konservasi, kriteria rumpun ternak yang perlu diseleksi, dan perlunya keterlibatan masyarakat dalam kegiatan konservasi plasma nutfah ternak.

PENGERTIAN SUMBER DAYA GENETIK TERNAK

Definisi kerja sumber daya genetik ternak (*animal genetic resources*) yang ditujukan untuk konservasi yang digunakan FAO (1995) *dalam* Hammond dan Leitch (1998) adalah konservasi pada tingkat rumpun (*breed*). Rumpun yang dimaksud dalam hal ini adalah populasi rumpun yang secara genetik unik, yang dibentuk melalui proses domestikasi setiap spesies hewan yang digunakan untuk produksi pangan dan pertanian, bersama-sama dengan kerabat liarnya. Terminologi rumpun pada definisi ini berarti diterima sebagai terminologi budaya (*culture*), daripada sebagai terminologi teknis, yang lebih menekankan pada kepemilikan, dan di dalamnya termasuk strain dan galur hasil penelitian.

Istilah dan definisi keragaman genetik ternak yang dipakai oleh FAO (1995) *dalam* Hammond dan Leitch (1998) adalah *domestic animal diversity*, dengan definisi variasi atau keragaman genetik antarspesies, rumpun, dan individu dari semua spesies hewan yang telah didomestikasi beserta kerabat liarnya. Definisi tersebut menunjukkan bahwa plasma nutfah atau sumber daya genetik ternak diartikan sebagai sinonim dari terminologi *breed* (rumpun atau bangsa atau ras) (Simon 1999). Terminologi *breed* pada spesies liar (*wild species*) biasanya disebut ras lokal (*local race*) atau subspesies. Pemulia tanaman sering menganalogikan *breed* pada populasi tanaman sebagai varietas, kultivar, galur atau strain (Lush 1994).

Istilah rumpun atau bangsa atau ras telah digunakan dalam ilmu pemuliaan sejak abad ke-16, namun antara kelompok satu dan lainnya masih berbeda dalam mengartikannya, dan masih berlanjut sampai saat ini. Pada umumnya, rumpun diartikan sebagai populasi atau kelompok populasi yang dapat dibedakan dari populasi lain dari suatu spesies berdasarkan perbedaan frekuensi alel, perubahan kromosom atau karakteristik morfologis yang disebabkan oleh faktor genetik (Maijala 1997). Definisi ini sama dengan definisi klasik yang dikemukakan dalam Breeds of Livestock (http://www.ansi.okstate.edu), yaitu hewan yang setelah melalui seleksi dan pemuliaan menjadi mirip antara yang satu dengan lainnya dan menurunkan sifat yang seragam pada keturunannya. Namun, klasifikasi spesies menjadi beberapa *breed* yang berbeda tidak termasuk dalam *zoological nomenclature* (Brem *et al.* 1989). Sementara itu, Turton (1974) *dalam* Maijala (1997) memberikan dua alternatif definisi rumpun atau bangsa atau ras sebagai berikut:

(1) Kelompok khusus ternak domestik yang seragam dengan karakteristik eksternalnya dapat diidentifikasi sesuai dengan definisi sehingga dapat dipisahkan secara visual dengan kelompok lainnya yang serupa dalam spesies yang sama.

(2) Kelompok ternak domestik yang seragam, di mana secara geografis terpisah dengan kelompok yang secara fenotipik serupa sehingga secara umum identitasnya terpisah.

Di pihak lain, Carter dan Cox (1982) *dalam* Maijala (1997) mendefinisikan rumpun atau bangsa atau ras sebagai subkelompok suatu spesies yang memiliki karakteristik tertentu yang dapat diidentifikasi dan dipertahankan sebagai populasi pemuliaan tertutup (*closed breeding population*), yang sejarahnya terdapat dalam satu wilayah geografis dan diberi nama sesuai dengan nama wilayah geografis tersebut. Lebih jauh dinyatakan bahwa rumpun ternak adalah subkelompok ternak yang telah diketahui pembentukannya oleh asosiasi rumpun ternak tertentu atau telah tercatat dalam *official flockbook*. Sementara itu yang dimaksud strain adalah bagian (*subdivisions*) dari *breed* dan termasuk dalam asosiasi *breed* yang sama.

Hal yang serupa dinyatakan oleh Alderson (1985), bahwa rumpun atau bangsa atau ras adalah kelompok suatu ternak yang mempunyai karakteristik yang sama sehingga apabila dilakukan perkawinan dalam kelompok yang sama akan menghasilkan keturunan yang mempunyai tipe yang sama, sesuai dengan standar yang dipublikasikan oleh asosiasi/ organisasi yang telah didaftar. Negara-negara yang sedang berkembang umumnya tidak mempunyai organisasi *breeding*. Oleh karena itu, dalam program sumber daya genetik ternak, FAO mengadopsi definisi Turton karena memberikan batasan yang lebih luas untuk rumpun berdasarkan keseragaman karakteristik eksternal atau identitas yang dapat diamati terhadap spesies ternak yang secara geografis terpisah. Definisi yang dipakai oleh FAO (2000) adalah bagian kelompok tertentu (*subspecific group*) dari ternak domestik dengan karakteristik eksternal yang dapat diuraikan dan dikenal sehingga dapat dipisahkan dengan penilaian visual dari kelompok lainnya yang serupa pada spesies yang sama, atau kelompok yang dipisahkan oleh suatu geografi dan atau budaya yang secara fenotipik merupakan kelompok yang serupa dan telah diterima sebagai identitas yang terpisah. Definisi FAO (2000) tersebut didasarkan pada kenyataan bahwa rumpun telah berkembang menurut perbedaan geografis dan budaya dan untuk memenuhi kebutuhan pangan dan pertanian sehingga terminologi rumpun bukan terminologi teknis. Perbedaan visual maupun perbedaan lainnya antar-rumpun lebih banyak merupakan kriteria keragaman yang berhubungan dengan spesies hewan atau ternak sehingga rumpun sering dianggap sebagai terminologi budaya daripada terminologi teknis. Selanjutnya dalam pengelolaan plasma nutfah, apabila di dalamnya terdapat konservasi, definisi rumpun yang digunakan adalah yang dianjurkan oleh FAO. Berdasarkan definisi yang dianjurkan oleh FAO maka pengelompokan plasma nutfah ternak menjadi beberapa rumpun atau bangsa atau ras dengan beberapa strain untuk masing-masing rumpun atau bangsa ternak akan memperkaya keragaman genetik yang ada di Indonesia.

DASAR PERTIMBANGAN KONSERVASI SUMBER DAYA GENETIK TERNAK

Definisi konservasi secara umum adalah pengelolaan terhadap penggunaan biosfer sehingga menghasilkan keuntungan yang berkelanjutan untuk generasi saat ini, serta mempertahankan potensinya untuk memenuhi kebutuhan dan aspirasi generasi yang akan datang. Dengan demikian, konservasi adalah kegiatan positif yang mencakup preservasi, pemeliharaan, penggunaan berkelanjutan, restorasi, dan perbaikan lingkungan alam (Hammond dan Leitch 1998; FAO 2000).

Konservasi terhadap *domestic animal diversity* adalah jumlah total semua kegiatan yang berkaitan dengan manajemen sumber daya genetik ternak sehingga sumber daya genetik tersebut dapat digunakan dan dikembangkan sebaik-baiknya untuk memenuhi kebutuhan saat ini dan jangka pendek untuk pangan dan pertanian, dan tetap menjamin keragamannya guna memenuhi semua kemungkinan kebutuhan jangka panjang (Hammond dan Leitch 1998). Yang dimaksud dengan jumlah total semua kegiatan yang berkaitan dengan manajemen sumber daya genetik ternak adalah semua aktivitas manusia yang berkaitan dengan strategi, rencana, kebijakan, dan aksi yang menjamin bahwa keragaman genetik sumber daya genetik ternak tetap dipertahankan dan memberikan kontribusi terhadap pangan dan produksi pertanian, serta produktivitas saat ini dan di masa mendatang (FAO 2000). Dengan diratifikasinya *Convention on Biological Diversity*, maka semua negara yang telah meratifikasinya mempunyai kekuasaan prerogatif untuk menetapkan strategi nasional pengelolaan sumber daya genetik yang terancam (FAO 2000).

Dalam upaya memenuhi kebutuhan pangan, penggantian rumpun atau strain ternak yang tidak dapat bersaing dengan rumpun atau strain yang produktif umumnya dipandang sebagai hal yang wajar dalam proses peningkatan mutu genetik ternak. Seleksi alam pada hakikatnya membuat ternak lebih dapat beradaptasi dengan lingkungan tertentu, sementara seleksi buatan akan mengubah proses ke arah yang lebih menguntungkan manusia. Seleksi alam maupun buatan yang dilakukan oleh manusia kemungkinan merupakan faktor utama yang menentukan pembentukan keragaman rumpun ternak yang dijumpai saat ini. Penggunaan teknologi reproduksi, seleksi buatan antar-rumpun maupun dalam rumpun dapat mengurangi keragaman genetik pada suatu spesies.

Ternak ruminansia seperti sapi, domba, kambing, dan kerbau umumnya dipelihara pada lingkungan yang tidak terkontrol, sangat bergantung pada keragaman genetik untuk dapat beradaptasi terhadap iklim, nutrisi, dan penyakit. Banyak faktor yang tidak diduga mengubah permintaan produk

ternak ruminansia yang akibatnya mengubah sistem produksi (Ponzoni 1997; Simon 1999). Oleh karena itu, ada beberapa alasan atau pertimbangan dalam mengkonservasi rumpun ternak ruminansia khususnya domba, yaitu pertimbangan ekonomi, ilmu pengetahuan, budaya, dan sejarah (Ponzoni 1997).

Pertimbangan Ekonomi

Pertimbangan ini bersifat praktis yang didasarkan pada asumsi bahwa preservasi terhadap rumpun atau strain tertentu akan berkontribusi terhadap peningkatan efisiensi dan atau kualitas produksi bagi ternak komersial pada masa mendatang. Diketahui bahwa produksi dan pemasaran akan selalu berubah dari waktu ke waktu. Keuntungan ekonomi dari konservasi sulit diketahui karena perubahan pada masa mendatang tidak dapat diprediksi. Sebagai contoh, keuntungan yang diperoleh dari konservasi suatu rumpun ternak yang telah jarang dan tahan terhadap penyakit tertentu akan bergantung pada penyakit dan teknologi pengendalian penyakit tersebut.

Meskipun kemungkinan penggunaan rumpun yang dikonservasi sangat kecil, program konservasi masih dapat dipertimbangkan secara ekonomi. Dalam konteks ekonomi, program konservasi dapat dibandingkan dengan *gamble* dengan dua kemungkinan peluang, yaitu peluang tinggi tanpa pengembalian (*no pay-off*) dan peluang rendah dengan pengembalian yang tinggi (*high pay-off*). Di negara yang sedang berkembang, dari segi ekonomi, program konservasi umumnya mempunyai peluang pengembalian yang tinggi karena evaluasi terhadap rumpun yang telah beradaptasi sering tidak tersedia dan penggantian rumpun sering didasarkan atas analisis produktivitas parsial. Sebaliknya di negara yang telah berkembang, peluang pengembalian sangat rendah. Hal ini karena permintaan pasar yang kuat dan rumpun yang digunakan telah ditingkatkan mutu genetiknya, serta perubahan yang radikal dalam produksi dan sistem pemasaran membutuhkan penggantian rumpun untuk ternak komersial (Ponzoni 1997).

Berdasarkan pertimbangan ekonomi maka rumpun ternak yang menjadi calon untuk dikonservasi, khususnya pada domba menurut Ponzoni (1997) adalah rumpun yang mempunyai paling tidak satu dari beberapa kriteria sebagai berikut:

(1) Satu sifat, beberapa sifat atau kombinasi beberapa sifat tertentu yang mempunyai nilai ekonomi penting.

(2) Satu sifat, beberapa sifat atau kombinasi beberapa sifat tertentu yang saat ini belum mempunyai nilai ekonomi penting, namun di masa mendatang kemungkinan menjadi penting.

(3) Terdapat frekuensi yang tinggi dari suatu gen dengan pengaruh yang besar (*major gene*) terhadap sifat-sifat yang mempunyai nilai ekonomi penting.

(4) Terdapat frekuensi yang tinggi dari suatu gen yang mempunyai pengaruh besar (*major gene*) terhadap sifat-sifat yang saat ini belum mempunyai nilai ekonomi penting, tetapi di masa mendatang kemungkinan menjadi penting.

(5) Sifat yang dimiliki suatu rumpun kurang menonjol, namun apabila disilangkan dengan rumpun lain diharapkan mempunyai nilai heterosis yang relatif tinggi.

Pertimbangan Keilmuan

Pertimbangan keilmuan untuk mempertahankan sumber daya genetik ternak didasarkan pada alasan bahwa setiap populasi mempunyai keragaman genetik yang berbeda yang berperan penting dalam menjelaskan berbagai proses biologis. Apabila keragaman tersebut punah maka kesempatan untuk mengembangkan ilmu pengetahuan juga akan hilang. Pada beberapa kasus, keragaman genetik akan berguna langsung bagi ternak, tetapi pada kasus lain dapat dipakai sebagai model untuk spesies lainnya (Sponenberg 2000).

Berdasarkan pertimbangan keilmuan, menurut Ponzoni (1997), suatu rumpun, strain atau galur perlu dikonservasi apabila mempunyai kriteria sebagai berikut:

(1) Apabila dilakukan seleksi mempunyai risiko yang besar.

(2) Mempunyai sifat/karakteristik yang jarang dijumpai pada populasi lain, meskipun sifat tersebut tidak mempunyai nilai ekonomi penting, misalnya tingkah laku (*behavior*), kemampuan beradaptasi terhadap pakan tertentu, dan warna yang unik.

(3) Apabila terdapat beberapa pilihan, maka rumpun yang dikonservasi adalah yang paling sedikit terkontaminasi oleh persilangan dengan rumpun lain. Prioritas diberikan pada populasi lokal atau rumpun asli yang pada umumnya disilangkan dengan rumpun introduksi.

Pertimbangan Kultural dan Sejarah

Pertimbangan kultural atau sejarah mempunyai peran penting dalam konservasi suatu rumpun, strain atau galur dari spesies ternak tertentu. Konservasi terhadap spesies ternak tertentu dapat memberikan bukti visual warisan suatu bangsa atau wilayah. Kemungkinan suatu rumpun ternak berkaitan dengan tradisi suku bangsa tertentu, misalnya kerbau belang di Tanah Toraja dan domba garut atau domba priangan di Jawa Barat. Suatu

rumpun ternak kemungkinan juga berhubungan dengan kehidupan suku bangsa tertentu.

Pertimbangan kultural dan sejarah dalam konservasi suatu rumpun ternak menurut Ponzoni (1997) adalah apabila memenuhi salah satu kriteria atau lebih berikut ini:

(1) Mempunyai nilai yang nyata secara nasional maupun regional.
(2) Mempunyai kelebihan atau kemampuan dalam mempertahankan keseimbangan lingkungan atau ekologi, di mana rumpun ternak tersebut dibutuhkan dalam preservasi lingkungan yang rentan.
(3) Mempunyai nilai dalam agrowisata karena memiliki bentuk, warna, tingkah laku, tipe wol atau rambut yang khusus.

Uraian di atas menjelaskan bahwa konservasi suatu rumpun ternak dapat didasarkan pada pertimbangan ekonomi, keilmuan, serta budaya dan sejarah, tetapi untuk mengambil keputusan rumpun mana yang akan dikonservasi sulit dilakukan, khususnya bagi populasi yang mempunyai morfologi yang hampir sama tetapi secara genetik tidak berbeda, atau morfologinya hampir sama tetapi secara genetik berbeda. Oleh karena itu, dokumentasi sejarah dari suatu populasi dan pengetahuan dari ahli dan penduduk lokal sangat berguna dalam menelusuri asal-usul, perkembangan, distribusi, dan kemungkinan migrasi antarpopulasi dari suatu rumpun ternak. Nilai dari informasi ini tidak ilmiah, tetapi perlu dipertimbangkan.

Dengan berkembangnya ilmu pengetahuan, khususnya genetika molekuler, dimungkinkan untuk mengetahui hubungan genetik antar-rumpun yang berbeda, dan menghitung jarak genetik antar-rumpun atau antarpopulasi. Tersedianya informasi jarak genetik antarpopulasi merupakan indikasi keunikan genetik dan rumpun yang mempunyai jarak genetik yang jauh dari rumpun lainnya mempunyai prioritas yang lebih tinggi untuk dikonservasi. Namun, jarak genetik tidak dapat memberi informasi tentang pengaruh seleksi alam terhadap adaptasi atau *general fitness* maupun respons seleksi buatan terhadap morfologi dan sifat-sifat ekonomi penting. Hal tersebut karena lokus yang bertanggung jawab terhadap perbedaan antara seleksi alam dan buatan sering tidak tersedia dalam analisis jarak genetik. Oleh karena itu, Barker *et al.* (1993) *dalam* Ponzoni (1997) menyatakan bahwa informasi jarak genetik hanya dapat digunakan sebagai petunjuk awal dari struktur populasi dan diferensiasi rumpun dalam membuat keputusan program konservasi.

Keputusan akhir harus mempertimbangkan semua informasi yang tersedia, misalnya sifat ekonomi penting, kemampuan beradaptasi, terdapatnya gen yang unik, dan kepentingan rumpun tersebut, baik lokal maupun regional. Sementara itu, dengan makin berkembangnya ilmu

pengetahuan dan tumbuhnya bidang baru, yaitu *livestock landscape genetic*, keputusan konservasi *in-situ* terhadap suatu rumpun dapat diambil secara langsung. *Livestock landscape genetic* mengombinasikan informasi *geo-referencing breed distribution* dan *spatial global genetic diversity* dengan iklim, ekologi, epidemiologi, dan informasi sistem produksi, yang selanjutnya akan memfasilitasi dan memberikan keputusan prioritas untuk konservasi *in-situ* suatu rumpun (Hannote dan Jianlin 2006).

METODE KONSERVASI

Ada tiga metode utama konservasi sumber daya genetik ternak yang telah dilaksanakan masyarakat atau pemulia, yaitu: (1) mempertahankan populasi ternak hidup, (2) penyimpanan beku materi genetik berupa haploid (n) seperti gamet yakni semen dan *oocyte*, atau berupa diploid (2n) seperti embrio, dan (3) penyimpanan DNA (*deoxyrybonucleic acid*). Metode konservasi yang akan didiskusikan secara detail adalah metode pertama dan kedua. DNA yang disimpan dalam *gene libraries* merupakan tambahan penyimpanan yang bersifat komplementer dengan metode konservasi lainnya. Meskipun penyimpanan DNA dalam jangka panjang merupakan cara penting di masa mendatang, metode tersebut belum dapat dilaksanakan untuk konservasi sumber daya genetik ternak. Pada saat ini, isolasi DNA belum memungkinkan digunakan untuk regenerasi individu ternak hidup (Board of Agriculture National Research Council 1993; Ponzoni 1997; Hammond dan Leitch 1998).

Mempertahankan Populasi Ternak Hidup

Konservasi dengan mempertahankan populasi ternak hidup dikenal sebagai konservasi *in-situ*. Definisi konservasi *in-situ* menurut FAO (2000) adalah gabungan semua kegiatan yang bertujuan untuk mempertahankan populasi ternak hidup, termasuk ternak yang berada dalam program pemuliaan yang sedang berjalan pada agroekosistem di mana mereka berkembang atau secara normal dijumpai, bersama-sama dengan aktivitas beternak secara berkelanjutan agar sumber daya genetik ternak tersebut memberikan sumbangan terhadap produksi pangan dan pertanian, baik saat ini maupun ke depan. Sementara itu, untuk kerabat liarnya, konservasi *in-situ* atau yang lebih dikenal dengan preservasi *in-situ* adalah mempertahankan populasi hewan hidup pada lingkungan atau habitat aslinya (*adaptive environment*) atau pada lingkungan yang paling mendekati atau serupa dengan habitat aslinya. Dengan demikian, pengertian konservasi *in-situ* menurut FAO adalah pencatatan keragaan, pengembangan pemuliaan, pengelolaan terhadap ekosistem, dan penggunaannya untuk memenuhi kebutuhan pangan dan pertanian secara berkelanjutan, tetapi keragaman genetiknya harus tetap

dipertahankan. Oleh karena itu, metode pengambilan contoh dan rancangannya harus diperhatikan (Ponzoni 1997; Hammond dan Leitch 1998).

Konservasi *in-situ* mempunyai beberapa keuntungan, antara lain teknologi yang dibutuhkan sederhana seperti pada program pemuliaan konvensional. Di samping itu, ternak yang dikonservasi tetap dapat dikarakterisasi semua sifat ekonomi yang dianggap penting atau yang mempunyai potensi di masa mendatang, selain sebagai atraksi yang menarik bagi peternak, mahasiswa, anak sekolah maupun pengunjung lainnya sehingga memberikan sumbangan untuk meningkatkan upaya konservasi di samping sebagai agrowisata. Apabila jumlah ternak yang dikonservasi cukup besar atau melebihi populasi aman, maka ternak dapat dikeluarkan sebagai sumber bibit atau produk lainnya. Kelemahan konservasi *in-situ* adalah membutuhkan biaya yang cukup besar untuk pemeliharaan. Pada wilayah yang biaya tenaga kerja cukup mahal dan lahan terbatas, konservasi *in-situ* sulit dilaksanakan (Ponzoni 1997).

Penyimpanan Beku Materi Genetik

Konservasi dengan penyimpanan beku termasuk ke dalam terminologi *ex-situ*. Konservasi *ex-situ* sumber daya genetik ternak mencakup semua bentuk konservasi materi genetik *in vivo*, tetapi di luar lingkungan di mana ternak tersebut berkembang, serta konservasi materi genetik *in vitro*, termasuk kriopreservasi semen, *oocytes*, embrio, sel atau jaringan.

Konservasi *ex-situ* mempunyai beberapa kelemahan, dan kelemahan terbesar adalah jika sumber daya genetik ternak disimpan beku berarti disingkirkan dari proses evolusi yang terjadi di alam, dan pengetahuan tentang ternak yang dikonservasi juga menjadi beku, kecuali apabila ada upaya lainnya. Di samping itu juga tidak ada tekanan seleksi akibat perubahan kondisi alam. Pada ternak tertentu, misalnya babi, teknologi kriopreservasi membutuhkan pengembangan lebih lanjut dalam penanganan semen, embrio, dan ova. Program global untuk konservasi *ex-situ* sedang dikembangkan, khususnya dalam penggunaan populasi ternak hidup dalam mendukung pengembangan teknologi kriopreservasi (Hammond dan Leitch 1998).

Konservasi *in-situ* dan *ex-situ* bersifat komplementer dan bukan *mutually exclusive*. Penggunaannya untuk konservasi sumber daya genetik ternak bergantung pada peternak yang menggunakan dan keunikannya. Penyimpanan beku materi genetik seperti semen berperan penting dalam mendukung pemuliaan *in-situ*. Misalnya penggunaan inseminasi buatan (IB) pada populasi konservasi *in-situ* dapat memperbesar seleksi diferensial

dan diseminasi dibandingkan dengan kawin alam. Penggunaan IB dalam sistem *backcrossing* dapat meningkatkan efisiensi regenerasi suatu populasi dan merupakan alternatif penggunaan pejantan suatu rumpun dalam sistem *reciprocal crossbreeding* (Hammond dan Leitch 1998).

Ponzoni (1997) membandingkan keunggulan dan kelemahan kedua metode konservasi tersebut seperti tertera pada Tabel 1. Informasi pada tabel tersebut menunjukkan bahwa metode kriopreservasi membutuhkan teknologi tinggi dan memiliki risiko yang lebih besar dibandingkan dengan metode konservasi menggunakan populasi ternak hidup. Dari segi pertimbangan genetik, seperti dikemukakan oleh Hammond dan Leitch (1998), konservasi dengan menggunakan populasi ternak hidup mempunyai lebih banyak kelebihan dalam kaitannya dengan proses evolusi dan perubahan adaptasi terhadap lingkungan. Namun, kriopreservasi membutuhkan biaya lebih rendah, termasuk pemeliharaan.

Tabel 1. Kelebihan dan kekurangan metode konservasi dengan menggunakan populasi ternak hidup dan kriopreservasi.

Parameter	Metode konservasi	
	Populasi ternak hidup	Kriopreservasi
Kebutuhan teknologi	Rendah	Medium sampai tinggi
Biaya		
Awal	Medium sampai tinggi	Rendah sampai medium
Pemeliharaan	Rendah sampai medium	Rendah
Pertimbangan genetik		
Drift awal	Bergantung contoh	Bergantung contoh
Drift tahunan	Ada	Tidak ada
Karakterisasi rumpun	Mungkin	Tidak mungkin
Penggunaan seleksi	Mungkin	Tidak mungkin
Adaptasi terhadap evolusi	Sangat kecil	Tidak ada
Akses		
Publik	Ada	Tidak ada
Nilai pendidikan	Ada	Tidak ada
Transfer internasional	Sulit	Lebih mudah
Risiko	Rendah sampai medium	Medium, tetapi sangat bergantung keterampilan dan fasilitas dalam mengaplikasikan teknologi

Sumber: Ponzoni (1997).

http://cervenibiosekp/

KRITERIA KONSERVASI SUATU POPULASI RUMPUN

Program konservasi sumber daya genetik ternak perlu mempertimbangkan populasi minimum. Status populasi yang terancam dapat ditentukan dengan menghitung jumlah ternak dewasa serta kondisi lain yang memengaruhi keberadaan suatu rumpun dengan cepat, misalnya tren jumlah ternak betina dewasa yang menurun atau meningkat. Namun, keputusan untuk menentukan status terancam bagi suatu populasi bergantung pada pertimbangan apakah ada perubahan genetik pada suatu rumpun yang mengancam potensi genetik yang sangat bernilai.

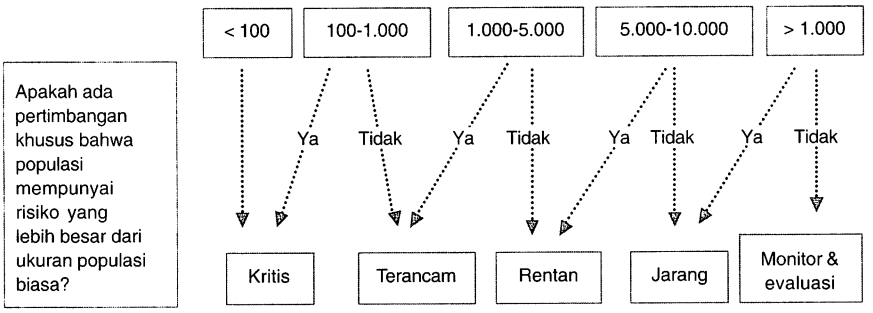
Jumlah ternak betina yang sedikit dapat meningkatkan risiko kehilangan suatu rumpun dengan cepat karena penyakit, bencana alam atau berkurangnya perhatian terhadap rumpun tersebut. Untuk mengevaluasi ketepatan status populasi perlu dilaksanakan sensus populasi dan dinamika populasi. Dari sensus tersebut dapat diperhitungkan apakah populasi suatu rumpun stabil atau berubah dan kemungkinan adanya laju perubahan populasi. Di negara maju telah ditetapkan status populasi yang dikategorikan terancam (*endangered*) sebagaimana disajikan pada Tabel 2. Untuk skema lebih detail yang berhubungan dengan populasi dan penentuan konservasi yang layak atau aksi pengelolaan tertera dalam Gambar 1.

Dalam menentukan status kerentanan suatu populasi, beberapa faktor yang berpengaruh terhadap risiko turunnya populasi perlu diperhatikan. Sebagai contoh, suatu populasi ternak dapat menurun walaupun populasi awalnya cukup besar (beberapa ribu ekor) karena kekeringan atau terjadinya epidemi penyakit. Isolasi geografis dapat pula menyebabkan penurunan populasi. Program persilangan yang dilaksanakan secara meluas, khususnya dengan menggunakan teknologi IB dan transfer embrio, dapat secara cepat mengubah komposisi genetik suatu populasi. Oleh karena itu, FAO menganjurkan perlunya langkah konservasi bila jumlah ternak betina dewasa turun menjadi 5.000 ekor dari populasi total 10.000 ekor.

Tabel 2. Ukuran populasi yang dikategorikan dalam kondisi terancam di Eropa.

Ternak	Ukuran populasi (ekor)	Perubahan populasi	Jumlah betina dewasa (ekor)	Jumlah jantan dewasa (ekor)
Sapi	1.000-5.000	Menurun	< 1.000	< 20
Domba dan kambing	500-1.000	Menurun	< 500	< 20
Babi	200-500	Menurun	< 200	< 20

Sumber: Board on Agriculture National Research Council (1993).



Gambar 1. Skema identifikasi klasifikasi rumpun dan populasi ternak dalam hubungannya dengan pelestarian (Board on Agriculture National Research Council 1993).

Global Data Bank for Farm Animal Genetic Resources (*WWL for Domestic Animal Diversity* dari FAO dan UNEF 2000) menggunakan tujuh kategori kriteria kerentanan populasi, yakni:

Extinct: Rumpun dikategorikan *extinct* (punah) apabila tidak mungkin membentuk kembali populasi rumpun tersebut. Keadaan ini menjadi mutlak apabila tidak ada sama sekali ternak jantan dan betina dewasa. Kepunahan akan disadari betul sebelum kehilangan ternak yang terakhir, gamet atau embrio.

Critical: Rumpun dikategorikan *critical* (kritis) apabila jumlah ternak betina dewasa (*breeding female*) lebih kurang atau sama dengan 100 ekor atau jumlah ternak jantan dewasa (*breeding male*) kurang atau sama dengan 5 ekor, atau populasi secara keseluruhan kurang atau sama dengan 120 ekor dan selalu berkurang, dan jumlah ternak betina yang kawin dengan pejantan dari rumpun yang sama di bawah 80%.

Endangered: Rumpun dikategorikan *endangered* (terancam) apabila jumlah ternak betina lebih dari 100 ekor dan lebih kecil dan sama dengan 1.000 ekor atau jumlah total ternak jantan dewasa lebih kecil atau sama dengan 20 ekor dan lebih besar dari 5. Atau seluruh populasi lebih besar dari 1.000 dan lebih kecil atau sama dengan 1.200 ekor, dalam kondisi berkurang, dan jumlah ternak betina yang kawin dengan pejantan dari rumpun yang sama kurang dari 80%. Atau seluruh populasi lebih besar dari 80 ekor dan kurang dari 100 ekor, dan jumlah ternak betina yang kawin dengan pejantan lebih dari 80%.

Critical-maintained atau *endangered-maintained*: Kategori ini menunjukkan populasi kritis atau terancam, namun program konservasi aktif dilakukan, atau populasi dipertahankan oleh perusahaan komersial atau lembaga penelitian.

Not at risk: Rumpun dikategorikan *not at risk* apabila tidak termasuk kategori di atas dan jumlah ternak betina dan jantan dewasa masing-masing lebih dari 1.000 dan 20 ekor, atau apabila populasinya lebih besar dari 1.200 ekor dan populasi secara keseluruhan meningkat.

Definisi tersebut di atas digunakan oleh FAO, tetapi belum final dan terus dikembangkan. Sementara itu, untuk kerabat liarnya didefinisikan oleh IUCN, yang sedikit berbeda dari definisi FAO, dengan kriteria sebagai berikut:

Extinct (EX): Spesies tidak dijumpai dalam kondisi liar selama 50 tahun terakhir.

Endangered (E): Taksa terancam punah dan kemungkinan hidup kecil apabila faktor-faktor yang berpengaruh terus beraksi. Termasuk di dalamnya adalah taksa yang jumlahnya telah berkurang pada tingkat kritis (*critical*) atau habitatnya menurun secara drastis yang mengakibatkan terancam kepunahan. Juga termasuk di dalamnya taksa yang mungkin sudah punah, tetapi pernah dilihat dalam keadaan liar 50 tahun yang lalu.

Vulnerable (V): Taksa yang dipercayai berpindah ke kategori terancam dalam waktu dekat apabila faktor-faktor penyebabnya terus berpengaruh. Termasuk di dalamnya adalah taksa yang seluruh populasinya berkurang karena eksploitasi yang berlebihan, destruksi yang ekstensif dari habitatnya atau terdapat gangguan lingkungan; taksa dengan populasi yang tertekan dan yang keamanannya tidak terjamin; dan taksa yang populasinya cukup besar, namun dalam keadaan terancam dengan faktor-faktor yang sangat membahayakan.

Rare (R): Taksa dengan populasi yang kecil yang saat ini tidak dalam keadaan *endangered* (terancam) atau *vulnerable* (rentan), tetapi mempunyai risiko (*at risk*).

Indeterminate (I): Taksa yang diketahui *endangered* (terancam), *vulnerable* (rentan), atau *rare* (jarang), tetapi tidak cukup informasi apakah termasuk dalam tiga kategori tersebut di atas.

Insufficiently known (K): Taksa yang dicurigai, tetapi tidak secara pasti termasuk dalam kategori di atas karena tidak adanya informasi yang cukup.

http://rsetperlib/pse.litbang.deptan.go.id

Threatened (T): Terminologi umum untuk spesies yang *endangered* (terancam), *vulnerable* (rentan), *rare* (jarang), *indeterminate*, atau *insufficiently known* (tidak cukup diketahui) dan tidak perlu dibingungkan dengan penggunaan terminologi yang sama yang digunakan oleh *United States Office of Endangered Species*.

Commercially threatened (CT): Taksa yang saat ini tidak perlu dikhawatirkan akan punah, tetapi sebagian besar atau semua populasinya terancam sumber komersial secara berkelanjutan, atau akan menjadi sumber komersial, kecuali eksploitasinya diatur. Kategori ini berlaku bagi taksa yang populasinya diasumsikan cukup besar.

Deutsche Gesellschaft fur Zuchtungschekunde (DGfZ 1991) *dalam* Simon (1999) merekomendasikan konservasi berdasarkan ukuran populasi efektif (*effective population size*), Ne, sebagai faktor utama dalam menentukan populasi suatu rumpun dalam kondisi terancam. Berdasarkan teori genetika populasi (Falconer dan Mackay 1996), Ne merupakan indikator peningkatan koefisien silang dalam (*inbreeding*) per generasi, jumlah *random genetic drift*, dan berkurangnya keragaman genetik pada suatu rumpun. Pada ukuran populasi efektif, Ne terutama dipengaruhi oleh jumlah ternak jantan dewasa yang digunakan untuk perkawinan. Ne dihitung dengan rumus sebagai berikut:

$$Ne = 4 \times nm \times nf / (nm + nf)$$

Di mana nm dan nf adalah jumlah ternak jantan dan betina dewasa yang digunakan untuk perkawinan (Falconer dan Mackay 1996). Untuk ukuran populasi efektif, Ne merupakan populasi minimum, karena itu harus dihindari terjadinya tekanan *inbreeding*. Dalam kebanyakan kasus, populasi dapat tetap bertahan apabila laju *inbreeding*nya (ΔF) lebih kecil atau sama dengan 1% per generasi. Dengan laju *inbreeding* (ΔF) di bawah 1% per generasi, maka ukuran populasi efektif yang dibutuhkan adalah $Ne = 1/(2\,\Delta F) = 1/(2 \times 0{,}01) = 50$ (Notter *et al.* 1994; Simon 1999). Untuk memperoleh Ne = 50, maka jumlah pejantan yang dibutuhkan masing-masing adalah 20 ekor apabila terdapat 35 ekor ternak betina dewasa, 15 ekor untuk 80 ekor ternak betina dewasa, dan 13 ekor untuk 325 ekor ternak betina dewasa. Dengan jumlah pejantan yang kurang dari 13 ekor, kemungkinan 1.000 ekor betina atau lebih belum mencukupi kalau menghendaki Ne = 50. Dari uraian tersebut dapat disimpulkan bahwa apabila membatasi peningkatan *inbreeding* pada suatu populasi, maka akan lebih berarti apabila memakai batasan minimum Ne daripada minimum jumlah ternak betina dewasa.

Formula yang digunakan untuk menghitung Ne menggunakan asumsi tidak ada hubungan keluarga antarpejantan dan adanya keragaman acak jumlah anak yang dihasilkan pada setiap perkawinan. Asumsi ini sebetulnya

sulit, terutama pada populasi dengan jumlah ternak jantan yang digunakan untuk perkawinan makin turun jumlahnya, dan pada populasi yang tidak dilakukan pencatatan. Oleh karena itu, pada kondisi yang sebenarnya, ukuran populasi efektif minimum harus dinaikkan dari hasil perhitungan. Notter *et al.* (1994) menyarankan bahwa dalam kondisi perkawinan terkontrol, ukuran populasi efektif harus ditingkatkan 50%.

Konservasi terhadap ternak hidup bertujuan untuk mempertahankan keragaman genetik suatu rumpun, strain atau galur untuk waktu yang lama. Namun, karena laju *genetic drift* bervariasi dan bergantung pada selang generasi (SG) dari suatu spesies, maka Ne juga bervariasi antarspesies yang dikonservasi. Notter *et al.* (1994) telah memperhitungkan ukuran populasi efektif beberapa spesies ternak dengan asumsi heterosigositas awal sebesar 90% dan waktu 100 tahun seperti tertera pada Tabel 3. Makin pendek selang generasi, makin besar Ne minimum. Misalnya untuk populasi sapi dengan asumsi selang generasi 5 tahun, dibutuhkan Ne sebesar 95, terdiri atas 25 jantan dan 475 betina dewasa.

Metode konservasi dengan populasi ternak hidup dan konservasi penyimpanan beku semen bersifat komplementer, masing-masing memiliki kelebihan dan kekurangan. Hal yang menjadi pertanyaan adalah jumlah minimum pejantan dalam penyimpanan beku semen yang harus dipreservasi sebagai komplemen dari konservasi populasi ternak hidup. Notter *et al.* (1994) mengambil contoh populasi ternak hidup dengan Ne = 50 dengan selang generasi 2 tahun, dan didukung oleh penyimpanan beku 10 ekor pejantan yang tidak mempunyai hubungan keluarga. Tanpa dukungan penyimpanan beku semen, dalam kurun waktu 100 tahun, koefisien *inbreeding* dari populasi tersebut adalah 39%. Namun, dengan dukungan penyimpanan beku semen 10 ekor pejantan yang tidak mempunyai hubungan keluarga setiap generasi, maka koefisien *inbreeding*nya adalah 11%, atau Ne = 230 tanpa dukungan penyimpanan

Tabel 3. Ukuran populasi efektif (Ne) untuk beberapa spesies ternak dengan asumsi heterosigositas awal 90% dalam kurun waktu 100 tahun.

Spesies	Selang generasi (tahun)	Ne	Jantan (ekor)	Betina (ekor)
Kuda	8	60	18	90
Sapi	5	95	25	475
Domba	4	120	32	480
Babi	2	237	65	670
Ayam	1	475	140	785

Sumber: Notter *et al.* (1994).

beku semen. Untuk alel ganda, peluang untuk mempertahankan semua alel pada konservasi populasi ternak hidup yang disertai dengan penyimpanan beku semen akan lebih besar dibandingkan dengan konservasi populasi ternak hidup yang hanya mengandalkan perkawinan acak (*random mating*). Smith (1984) *dalam* Notter *et al.* (1994) berpendapat, penyimpanan beku semen 25 ekor pejantan yang tidak mempunyai hubungan keluarga dapat mempertahankan keragaman genetik dengan sangat baik, dan pendapat tersebut dapat diterima secara luas.

STRATEGI KONSERVASI SUMBER DAYA GENETIK TERNAK

Untuk kondisi Indonesia, paling tidak ada tiga strategi konservasi sumber daya genetik ternak, meliputi konservasi yang berkaitan dengan budaya dan sejarah, sebagai sumber bibit yang digunakan secara berkelanjutan, dan karena populasinya terancam.

Strategi Konservasi yang Berkaitan dengan Budaya, Sejarah, dan Agrowisata

Konservasi yang berkaitan dengan budaya, sejarah maupun agrowisata pada umumnya berkaitan dengan aspek lokal dan dapat beragam dari satu wilayah ke wilayah lain sehingga dukungan dari luar wilayah kemungkinan sangat kecil. Ternak yang berkaitan dengan budaya, sejarah atau agrowisata misalnya adalah kerbau belang di Tanah Toraja, Sulawesi Selatan, yang digunakan untuk upacara adat atau ritual, domba priangan atau garut yang digunakan sebagai domba tangkas, dan sapi madura sebagai sapi karapan.

Beberapa hal yang perlu diperhatikan dalam konservasi ternak yang berkaitan dengan budaya, sejarah maupun agrowisata menurut Simon (1999) adalah:

(1) Mempertahankan penampakan luar atau fenotipik lebih penting daripada perkawinan murni.
(2) Melakukan seleksi untuk mempertahankan standar rumpun.
(3) Melaksanakan konservasi terhadap populasi ternak hidup pada kelompok yang sedang bereproduksi.
(4) Menghindarkan *inbreeding* dengan melakukan perencanaan perkawinan dan mempertahankan peningkatan *inbreeding* tidak lebih dari 0,6% per generasi atau dengan ukuran populasi efektif (Ne) sesuai dengan selang generasi suatu spesies, misalnya pada sapi Ne = 85.

Strategi Konservasi Sumber Bibit Secara Berkelanjutan

Strategi konservasi ini berkaitan dengan penggunaan rumpun ternak untuk memenuhi kebutuhan pangan sehubungan dengan peningkatan populasi penduduk. Masalah yang dihadapi dalam strategi ini adalah melakukan kombinasi antara konservasi potensi genetik yang berhubungan dengan kemampuan adaptasi dan peningkatan mutu genetik untuk sifat produksi. Notter *et al.* (1994) menyarankan, untuk populasi ternak yang belum terancam, seleksi harus dilakukan dengan intensitas 1,5% untuk sapi dan 0,1% untuk ayam, dengan laju *inbreeding* 1-2%. Dengan seleksi tersebut, jumlah minimum ternak betina dewasa adalah sekitar 2.000 ekor untuk domba dan sapi, 500 ekor untuk babi, dan 1.000 ekor untuk ayam. Ternak yang dipakai dapat tersebar di beberapa peternak dengan manajemen yang berbeda, sepanjang dilakukan pencatatan yang seragam terhadap keragaannya, pengolahan data terpusat, dan penggunaan pejantan terseleksi pada seluruh populasi. Meskipun demikian, apabila seleksi dilakukan secara intensif, perlu populasi yang tidak dilakukan seleksi atau preservasi terhadap semen untuk menyimpan *foundation allel*.

Strategi Konservasi karena Populasinya Terancam

Pada prinsipnya, semua rumpun, strain atau galur yang populasinya terancam harus dikonservasi, meskipun terdapat rumpun, strain atau galur yang sama di wilayah lain. Beberapa spesies ternak yang termasuk dalam kategori ini adalah kambing gembrong di Bali, sapi jawa di Kabupaten Brebes dan Karimun Jawa, sapi hissar di Sumbawa, NTB, dan kemungkinan sapi grati.

http://pse.litbang.deptan.go.id/

Di samping ketiga strategi tersebut, konservasi perlu pula dilakukan terhadap rumpun yang mempunyai potensi genetik di masa mendatang. Hal yang menjadi permasahan adalah konservasi terhadap ternak yang tidak diketahui potensinya untuk kebutuhan yang belum diketahui di masa mendatang. Strategi ini lebih erat hubungannya dengan eksplorasi dan penelitian. Simon (1999) menyarankan bahwa untuk tujuan konservasi ini perlu dilakukan langkah-langkah sebagai berikut:

(1) Cari calon rumpun sebagai tambahan keragaman genetik berdasarkan keunikan genetiknya dan jarak genetik dengan rumpun yang terancam.

(2) Biarkan rumpun tersebut bereproduksi untuk pengkajian selanjutnya terhadap mutasi dan adaptasi.

(3) Hindari perubahan genetik dengan jalan mempertahankan populasi dalam keseimbangan Hardy-Weinberg, dengan jalan menghindari persilangan, *genetic drift*, *inbreeding*, dan seleksi terhadap sifat yang mempunyai heritabilitas tinggi.

(4) Ukuran populasi efektif, Ne, sekitar 85 dan laju peningkatan *inbreeding* sekitar 0,6% per generasi, perlu perencanaan perkawinan.

(5) Preservasi semen.

PARTISIPASI MASYARAKAT DALAM KONSERVASI SUMBER DAYA GENETIK TERNAK

Perkembangan suatu rumpun ternak merupakan hasil interaksi antara komunitas, ternak, dan lingkungan, terbentuk karena pengetahuan asli (*indigenous knowledge*) dan strategi pemuliaan oleh pemiliknya. Sepanjang ternak tersebut memberikan kontribusi terhadap kehidupan masyarakat secara berkelanjutan maka masyarakat akan mempunyai keinginan untuk mengembangkannya dan melakukan konservasi terhadap sumber daya genetik tersebut.

Keikutsertaan masyarakat dalam konservasi sumber daya genetik ternak dapat dilakukan melalui pendekatan partisipatif (*participatory approach*). Berdasarkan teori maka keikutsertaan membutuhkan tim multidisiplin dari semua pemangku kepentingan (*stakeholder*) yang tertarik kepada produksi ternak pada suatu wilayah. Pendekatan partisipatif membutuhkan beberapa alat yang dapat digunakan untuk merencanakan, melaksanakan, menguji, memonitor, dan memperbaiki aktivitas yang telah dilaksanakan pada suatu komunitas. Nilai dari pendekatan terhadap konservasi dan penggunaannya secara berkelanjutan terletak pada dua faktor, yaitu konservasi *in-situ* dan pengetahuan asli. Oleh karena itu, pengembangan usaha konservasi difokuskan pada komunitas yang mempunyai sumber daya genetik ternak tersebut. Di samping itu, pengakuan terhadap anggota masyarakat yang berperan dalam konservasi dan penggunaan sumber daya genetik ternak sangat membantu keberhasilan upaya konservasi (Mhlanga 2002).

Dalam pendekatan partisipatif, masyarakat harus diikutsertakan dalam melaksanakan konservasi sumber daya genetik ternak. Kunci sukses dari pendekatan ini adalah konsultasi dan partisipasi secara luas, menumbuhkan kepercayaan, membangun kapasitas untuk melaksanakan program konservasi, dan meyakinkan bahwa program tersebut akan menguntungkan, termasuk pendapatan tunai yang akan diperoleh dan kembali kepada masyarakat. Untuk memperoleh hal tersebut maka pemasaran ternak hidup dan produknya harus sesuai, dan membutuhkan kelembagaan yang memadai serta teknologi dan informasi yang dapat memberikan pilihan kepada masyarakat mengenai strategi pemuliaan. Selain untuk konservasi sumber daya genetik secara berkelanjutan, pendekatan partisipatif diharapkan juga dapat mengatasi kemiskinan.

Insentif yang menjamin konservasi dan penggunaan sumber daya genetik secara berkelanjutan juga diperlukan. Insentif bukan hanya berbentuk finansial, tetapi juga dalam bentuk rasa memiliki, partisipasi dan pembelajaran, dan kontribusi terhadap pembentukan kelembagaan yang efektif. Oleh karena itu, apabila masyarakat mendapat insentif dan mempunyai cara pengelolaan sumber daya genetik ternak yang sesuai, mereka akan aktif mengorganisasi dan melakukan aksi konservasi yang sesuai. Hal ini perlu pula didukung oleh peraturan yang legal dan penting, berupa kebijakan pemerintah pusat, provinsi maupun kabupaten/kota. Termasuk dalam hal ini adalah peraturan mengenai sistem perbibitan nasional, pengelolaan dan pemanfaatan sumber daya genetik, kesehatan hewan, dan karantina. Sebagai contoh, untuk mempertahankan keanekaragaman sumber daya rumpun domba garut, peternak di Kabupaten Garut tetap mempertahankan peternakan murni. Hal ini didukung oleh budaya domba tangkas. Dengan adanya budaya domba tangkas, masyarakat setempat telah membentuk kelembagaan berupa asosiasi dengan semua aturannya. Dengan demikian, sumber daya genetik domba garut dengan sendirinya terkonservasi.

Contoh inisiatif pihak swasta dapat ditunjukkan dengan adanya Taman Safari Indonesia di Cisarua, Bogor, Jawa Barat, dan di Prigen, Pasuruan, Jawa Timur. Upaya ini di samping untuk konservasi, juga sebagai agrowisata. Pemerintah dapat mendirikan taman-taman nasional untuk melestarikan hewan liar secara *in-situ*. Sebagai contoh, untuk mempertahankan kambing gunung di Jambi, dapat dilakukan dengan tetap menjaga kawasan Taman Nasional Kerinci Seblat. Demikian pula dengan banteng dan kerbau liar di Taman Nasional Baluran, Situbondo, Jawa Timur. Di samping upaya tersebut, pemerintah dapat melengkapinya dengan peraturan perundang-undangan, meratifikasi kesepakatan internasional, maupun mempersiapkan rencana undang-undang untuk pelestarian sumber daya genetik.

Perpustakaan IPB

KESIMPULAN

(1) Konservasi sumber daya genetik ternak adalah pada tingkat rumpun, strain, atau galur.

(2) Dasar pertimbangan untuk melakukan konservasi adalah aspek ekonomi, budaya, sejarah, dan keilmuan atau pertimbangan genetik.

(3) Metode konservasi dilakukan dengan mempertahankan populasi ternak hidup maupun kriopreservasi, dan kedua metode tersebut saling komplementer dan tidak *mutually exclusive*. Konservasi sumber daya genetik ternak di samping untuk mempertahankan keragaman genetik juga untuk pengembangan pemuliaan, pengelolaan terhadap ekosistem

dan penggunaannya untuk memenuhi kebutuhan pangan dan pertanian secara berkelanjutan.

(4) Dalam menentukan status populasi yang terancam, dianjurkan untuk menggunakan ukuran populasi efektif (Ne) dengan mempertimbangkan laju *inbreeding* per generasi di bawah 1%.

(5) Strategi konservasi sumber daya genetik melalui pendekatan perwilayahan dapat dilakukan dengan mempertimbangkan unsur budaya dan sejarah, penggunaan sumber bibit untuk memenuhi kebutuhan pangan saat ini secara berkelanjutan, dan strategi konservasi karena populasinya terancam. Untuk kepentingan eksplorasi dan penelitian, perlu strategi konservasi untuk rumpun ternak yang mempunyai potensi genetik di masa mendatang.

(6) Keterlibatan masyarakat dalam konservasi sumber daya genetik sangat dibutuhkan mengingat perkembangan suatu rumpun ditentukan oleh interaksi antara komunitas dan lingkungan serta *indigenous knowledge* yang mereka miliki.

DAFTAR PUSTAKA

Alderson, L. 1985. The conservation of animal genetic resources in Great Britain. Anim. Gen. Res. Inform. 4: 26-31.

Board on Agriculture National Research Council. 1993. Managing Global Genetic Resources. Livestock. Committee on Managing Global Genetic Resources: Agricultural Imperatives. National Academy Press, Washington, DC, USA.

Breed of Livestock - http://www.ansi.oktate.edu.

Brem, G., B. Brenig, M. Muller, and K. Springman. 1989. *Ex situ* cryopreservation of genomes and genes of endangered cattle breeds by means of modern biotechnological methods. FAO Animal Production and Health Paper No. 76. FAO, Rome, Italy.

Cardellino, R.A. 2006. Status of the world livestock genetic resources: preparation of the first report on the state of the world's animal genetic resources. pp. 3-9. In: J. Ruane and A. Sonnino (Eds.). The Role of Biotechnology in Exploring and Protecting Agricultural Genetic Resources. FAO, Rome, Italy.

FAO. 2000. World Watch List for Domestic Animal Diversity. In: B.D. Scherf (Ed.). FAO, Rome, Italy.

Falconer, D.S. and T.F.C. Mackay. 1996. Introduction to Quantitative Genetics. 4th ed. Longman, Edinburgh Gate, England.

http://pse.litbang.deptan.go.id/

Hammond, K. and H.W. Leitch. 1998. Genetic resources and the global programme for their management. pp. 405-425. In: M.F. Rothschild and A. Ruvinsky (Eds.). The Genetics of the Pig. CAB International, Wallingford, Oxon, UK.

Hanotte, O. and H. Jianlin. 2006. Genetic characterization of livestock populations and its use in conservation decision-making. pp. 89-96. In: J. Ruane and A. Sonnino (Eds.). The Role of Biotechnology in Exploring and Protecting Agricultural Genetic Resources. FAO, Rome, Italy.

Lush, J.L. 1994. The Genetics of Populations. Prepared for publication by A.B. Chapman and R.R. Shrode with an addendum by J.F. Crow. Iowa Agriculture and Home Economics Experiment Station, College of Agriculture, Iowa State University, Ames, Iowa, USA. 900 pp.

Maijala, K. 1997. Genetic aspectts of domestication, Common breeds and their origin. pp. 13-49. In: L. Piper and A. Ruvinsky (Eds.). The Genetics of Sheep. CAB International, Wallingford, Oxon, UK.

Mhlanga, F.N. 2002. Community-based management of animal genetic resources: A participatory approaches framework. Deutsche Gesellschaft fur Technische Zusammenarbeit (GTZ) Gm H. 37 pp.

Notter, D.R., A. da S. Mariante, and Z. Sheng. 1994. Modern approaches to active conservation of domestic animal diversity. p. 509-516. In: Proceeding of 5th World Congress on Genetics Applied to Livestock Production, Department of Animal and Poultry Science, University of Guelph, Guelph, Ontario, Canada.

Ponzoni, R.W. 1997. Genetic resources and conservation. pp. 437-469. In: L. Piper and A. Ruvinsky (Eds.). The Genetics of Sheep. CAB International, Wallingford, Oxon, UK.

SABRAO. 1980. Animal Genetic Resources in Asia and Oceania. Proc. Workshop of the Society for the Advancement of Breeding Research in Asia and Oceania (SABRAO) held at University of Tsukuba, Tsukuba Science City, 3-7 September 1979. Tropical Agriculture Research Center, Ministry of Agriculture, Forestry and Fisheries, Yatabe, Tsukuba, Ibaraki, Japan.

SABRAO. 1981. Evaluation of Animal Genetic Resources in Asia and Oceania. In: J.S.F. Barker, T.K. Mukherjee, H.N. Turner, and S. Sivarajasingam (Eds.). Proceedings of the Second SABRAO Workshop on Animal Genetic Resources, Kuala Lumpur, Malaysia, 5-8 May 1981. Society for the Advancement of Breeding Research in Asia and Oceania (SABRAO).

Simon, D.L. 1999. Genetic resources and conservation. pp. 475-495. In: R. Fries and A. Ruvinsky (Eds.). The Genetics of Cattle. CABI Publishing, CAB International, Wallingford, Oxon, UK.

Sponenberg, D.P. 2000. Genetic resources and their conservation. pp. 387-410. In: A.T. Bowling and A. Ruvinsky (Eds.). The Genetics of the Horse. CABI Publishing, CAB International, Wallingford, Oxon, UK.

Turner, H.N. 1981. Animal Genetic Resources. Int. Goat Sheep Res. 1(4): 243-247.

http://serverlib/psekp/

Peningkatan Ketahanan Tanaman terhadap Penyakit Mengantisipasi Dampak Perubahan Iklim

SUPRIADI

Balai Penelitian Tanaman Rempah dan Obat
Jalan Tentara Pelajar No. 3, Bogor 16111
E-mail: supriadi_balittro@yahoo.co.id

ABSTRAK

Masalah organisme penggangu tanaman (OPT) pada komoditas utama pertanian diperkirakan akan semakin rumit dengan adanya perubahan iklim, terutama suhu, curah hujan, dan CO_2 yang meningkat karena banyaknya ragam OPT yang mampu beradaptasi dengan perubahan kondisi tersebut. Di samping pendekatan konvensional untuk menghasilkan varietas tahan, salah satu alternatif yang juga potensial untuk dikembangkan adalah melalui induksi ketahanan tanaman. Beberapa agens penginduksi ketahanan, baik biologis maupun kimia, sudah diteliti dan dikembangkan, antara lain *Bacillus* spp., *Pseudomonas* spp., dan senyawa kimia sintetis *acibenzolar-S-methyl*. Masih ada beberapa agens lainnya yang telah diteliti dan terbukti berpotensi meningkatkan ketahanan tanaman. Kendala utama dalam pengembangan agens penginduksi ketahanan adalah keefektifannya belum konsisten dan belum menyamai produk pestisida sintetis karena mekanisme penginduksinya belum sepenuhnya diketahui. Oleh karena itu, penelitian tentang mekanisme peningkatan ketahanan dari agens penginduksi ketahanan perlu lebih fokus dipelajari sehingga dapat dimanfaatkan secara optimal untuk mengatasi serangan OPT yang semakin beragam dan berbahaya. Pemanfaatan agens penginduksi ketahanan perlu dioptimalkan, antara lain dengan mengombinasikan beberapa senyawa penginduksi, baik biologis maupun kimia.

Kata kunci: pengendalian OPT, induksi ketahanan, senyawa kimia, mikroba penginduksi, perubahan iklim

PENDAHULUAN

Gangguan organisme pengganggu tanaman (OPT) merupakan kendala yang serius dalam usaha mempertahankan produksi pertanian. Pada kondisi perubahan iklim ekstrem, seperti kelembapan dan suhu tinggi, kerusakan tanaman akibat OPT akan semakin meluas, terutama oleh OPT yang dapat beradaptasi terhadap kondisi tersebut (*heat loving organisms*), seperti *Ralstonia solanacearum*, *Phytophthora* spp., *Fusarium* spp., dan *Colletotrichum* spp. yang merupakan kendala utama dalam usaha komoditas pertanian di Indonesia.

Sebagai salah satu OPT yang dapat beradaptasi terhadap suhu tinggi (*heat-loving plant pathogenic bacteria*), *R. solanacearum* dapat berkembang biak pada suhu sampai 35-37°C. Di samping itu, *R. solanacearum* dapat bertahan di dalam tanah tanpa vegetasi. Patogen ini juga diketahui mempunyai banyak jenis tanaman inang, termasuk tanaman rimpang. OPT lain yang mampu berkembang biak pada kondisi ekstrem CO_2 tinggi adalah *Colletotrichum acutatum* yang serangannya dapat meningkat 24-25%.

Tulisan ini memberi gambaran tentang potensi senyawa penginduksi ketahanan tanaman dalam merespons perubahan iklim yang diperkirakan akan memperparah tingkat penularan penyakit tanaman.

DAMPAK PERUBAHAN IKLIM TERHADAP PERKEMBANGAN OPT

Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC 2001, 2007) telah memprediksi terjadinya perubahan iklim global pada akhir abad ini (1990-2010). Volume CO_2 meningkat dua kali lipat menjadi 540-970 ppm, suhu daratan meningkat 1,4-5,8°C, dan jumlah hujan tahunan meningkat 5-20%. Peningkatan ketiga unsur iklim tersebut juga akan berpengaruh terhadap tanaman dan OPT yang dapat menyebabkan gagal panen. Data ilmiah dampak perubahan iklim terhadap OPT sudah banyak dipublikasi, baik hasil penelitian di lapangan maupun model penelitian pada kondisi tertentu. Di antara ketiga unsur iklim tersebut, peningkatan suhu dan curah hujan akan berpengaruh langsung terhadap perkembangan OPT, sedangkan peningkatan CO_2 berpengaruh secara tidak langsung karena peningkatan unsur ini umumnya akan meningkatkan aktivitas metabolisme tanaman sehingga pertumbuhan dan produksi menjadi lebih baik. Namun, secara tidak langsung peningkatan pertumbuhan, misalnya luas permukaan daun, akan memperluas peluang untuk tertangkapnya spora-spora jamur patogen oleh tanaman sehingga meningkatkan infeksi.

Secara umum hasil-hasil penelitian menunjukkan bahwa pengaruh spesifik perubahan iklim terhadap OPT dapat melalui beberapa mekanisme, seperti terjadinya perluasan daerah sebaran OPT (lokal maupun antar-negara), khususnya untuk OPT yang dapat beradaptasi dengan suhu tinggi, peningkatan virulensi, atau eskalasi serangan (*outbreak*) (Stirling *et al.* 2009). Dampak kenaikan suhu akan memperluas dan memperparah serangan OPT yang dapat beradaptasi terhadap suhu tinggi seperti *R. solanacearum* (Kudela 2009). *R. solanacearum* dapat berkembang biak pada suhu sampai 35-37°C (Alvarez *et al.* 2010). Di samping itu, *R. solanacearum* dapat bertahan di dalam tanah tanpa vegetasi.

R. solanacearum merupakan salah satu OPT paling berbahaya dan paling banyak tanaman inangnya di dunia, termasuk tanaman rimpang di Indonesia (Supriadi 2000). Kiritani (2005) juga melaporkan bahwa peningkatan suhu 2°C menyebabkan meningkatnya serangan serangga *Helicoverpa armigera* di Jepang. Pada tanaman cabai, peningkatan suhu dan CO_2 juga dapat meningkatkan penularan layu bakteri (*R. solanacearum*) 24% dan bercak daun (*C. acutatum*) 24-25% (Jeong-Wook dan Sung-Chul 2010).

Salah satu kasus terjadinya serangan OPT akibat peningkatan suhu dan curah hujan adalah mengganasnya jamur *Pythium myriotylum* pada pertanaman jahe di Australia. Stirling *et al.* (2009) menyatakan bahwa serangan jamur tersebut dipicu oleh peningkatan kelembapan tanah akibat hujan dan suhu udara (26-30°C) selama 1-2 bulan berturut-turut. Kelembapan udara dan suhu tinggi juga memicu perkembangan jamur lainnya, seperti *Cercospora, Phytophthora, Phyllosticta,* dan *Fusarium* yang banyak menyebabkan kerusakan pada berbagai tanaman penting.

Peningkatan CO_2 umumnya bersifat positif terhadap tanaman. Misalnya, penanaman tanaman jahe pada kondisi CO_2 berlebihan meningkatkan aktivitas metabolisme sekunder seperti antioksidan (Ghasemzadeh *et al.* 2010). Namun, peningkatan CO_2 juga akan meningkatkan keparahan OPT, seperti penyakit bercak daun (*Cercospora* sp.) (McElrone *et al.* 2010). Walaupun peningkatan CO_2 tidak berpengaruh terhadap perilaku nematoda di dalam tanah (Ayres *et al.* 2008), aktivitas nematoda tertentu, seperti *Meloidogyne* sp. pada tanaman tomat, dapat meningkat (Sun *et al.* 2011).

http://sirbi.litbang.deptan.go.id

INDUKSI KETAHANAN

Cara pengendalian OPT pada umumnya lebih banyak menggunakan pestisida kimia. Ketersediaan varietas tahan masih terbatas atau tidak ada. Untuk jenis tanaman yang diperbanyak secara vegetatif, seperti temu-temuan, nilam, lada, vanili, dan pisang, upaya peningkatan ketahanan tanaman terhadap penyakit terkendala oleh ragam genetik tanaman yang sempit. Upaya persilangan tanaman menggunakan teknik molekuler masih sulit dilakukan. Alternatif yang dapat dilakukan adalah menginduksi ketahanan secara eksternal menggunakan bahan-bahan penginduksi ketahanan, baik biologis maupun kimia.

Induksi ketahanan adalah fenomena meningkatnya ketahanan tanaman terhadap OPT akibat perlakuan agens hayati atau senyawa kimia (Kuch 2000). Mekanisme induksi ketahanan bersifat sistemik, berspektrum luas, tahan lama, tetapi efektivitasnya bergantung pada jenis senyawa yang digunakan, kondisi tanaman dan lingkungan (Walters *et al.* 2005).

Keberhasilan strategi induksi ketahanan bervariasi antara 20-85% (Walter *et al.* 2005). Strategi induksi ketahanan diharapkan dapat berdaya guna, khususnya untuk tanaman yang dibudidayakan secara vegetatif, ragam genetik ketahanannya sempit, dan rentan terhadap OPT, seperti rimpang-rimpangan (jahe, kencur, kunyit, dan sebagainya).

Induksi Ketahanan secara Biologis

Perkembangan penelitian induksi ketahanan tanaman secara biologis sangat positif, baik di dalam negeri maupun manca negara. Pendekatan ini lebih ramah lingkungan karena memanfaatkan beragam potensi alam, seperti mikroba. Habitat asli mikroba penginduksi ketahanan dapat berasal dari sekitar perakaran (rizosfir), permukaan daun (filosfir), dalam jaringan tanaman (endofitik), maupun dalam tanah dan perairan. Banyak jenis dan spesies mikroba yang dapat dikembangkan, namun dua kelompok bakteri yang paling banyak digunakan adalah *Bacillus* spp. dan flouresen *Pseudomonas* spp. melalui mekanisme induksi sistemik resisten (*induced systemic resistance*/ISR) maupun *systemic acquired resistance* (SAR) (Tabel 1).

Menurut Pieterse *et al.* (2009), mekanisme peningkatan ketahanan tanaman melalui SAR terjadi setelah adanya infeksi patogen secara lokal pada tanaman, kemudian tanaman yang terinfeksi mengaktifkan gen-gen yang berperan dalam ketahanan (*pathogenic related genes*/PR) yang memproduksi senyawa-senyawa kimia untuk pertahanan tanaman, seperti asam salisilat. Selanjutnya, apabila tanaman yang sudah terangsang ketahanannya diinfeksi oleh patogen lain, maka tanaman dapat mempertahankan dirinya sehingga infeksi patogen tidak berkembang,

http://jurnal.litbang.deptan.go.id/

Tabel 1. Mekanisme induksi ketahanan beberapa tanaman terhadap *Pseudomonas* spp.

Bakteri	Tanaman	Mekanisme induksi ketahanan	
Pseudomonas aeruginosa	Tembakau dan kacang-kacangan	Asam salisilat	SAR
Pseudomonas fluorescens	Tembakau	Siderofor	SAR
	Lobak, anyelir, *Arabidiopsis*	Lipopolisakarida, siderofor	ISR
Pseudomonas putida	*Arabidopsis*	Lipopolisakarida, siderofor	ISR

SAR = *systemic acquired resistance*; ISR = *induced systemic resistance*
Sumber: Bakker *et al.* (2007).

misalnya terlokalisasi akibat sel-sel tanaman di sekitar tempat infeksi mati atau memberikan reaksi hipersensitif. Pemicu peningkatan ketahanan melalui ISR diinisiasi bukan karena infeksi patogen, tetapi oleh adanya infeksi mikroba nonpatogen pada perakaran, seperti bakteri, jamur atau mikoriza. Dalam merespons infeksi mikroba nonpatogen, tanaman akan memproduksi senyawa-senyawa pertahanan, seperti asam jasmonat dan senyawa etilen. Aktivasi senyawa pertahanan tersebut tidak berhubungan dengan peran gen-gen pertahanan seperti halnya pada SAR. Baik SAR maupun ISR sama-sama penting peranannya dalam meningkatkan ketahanan tanaman.

Hasil kajian Kloepper *et al.* (2004) menunjukkan bahwa mekanisme induksi ketahanan dari *Bacillus* spp. (*B. amyloliquefaciens*, *B. subtilis*, *B. pasteurii*, *B. cereus*, *B. pumilus*, *B. mycoides*, dan *B. sphaericus*) pada berbagai tanaman berkaitan dengan mekanisme ISR yang bebas dari peranan asam salisilat, bergantung pada asam jasmonat, etilen, dan gen NPRI. Secara rinci, mikroba penginduksi ketahanan tanaman yang sudah diteliti disajikan pada Tabel 2.

Ada beberapa produk biopestisida yang mengandung agens penginduksi ketahanan tanaman dan sudah dikomersialkan di Amerika Serikat (Brian *et al.* 2002). Produk-produk tersebut mengandung *Bacillus* spp. atau senyawa kimia sintetis (Tabel 3). Perkembangan penelitian induksi ketahanan di Indonesia masih dalam skala laboratorium, rumah kaca, dan pengujian terbatas di lapangan. Di setiap perguruan tinggi dan balai penelitian, ada kegiatan penelitian ini, walaupun belum terkoordinasi dan diawali dari tahap sangat awal, yaitu mengisolasi agens hayati serta karakterisasi potensinya di laboratorium dan rumah kaca. Beberapa di antaranya ada yang sudah pada tahap pengujian skala terbatas di lapangan. Namun, produk komersial agens hayati penginduksi ketahanan masih ada yang belum didaftarkan (PPI 2010). Hal ini disebabkan oleh sulitnya standardisasi mutu produk agens hayati, seperti kemurnian, keamanan terhadap manusia dan organisme nontarget, dan keefektifan, yang dipersyaratkan dalam perdagangan komersial. Di luar Amerika Serikat, ada beberapa produk biopestisida yang mengandung agens penginduksi ketahanan tanaman dan sudah dikomersialkan, terutama bahan aktif *Bacillus* spp. atau senyawa kimia sintetis (Brian *et al.* 2002). Produk-produk tersebut dapat dilihat pada Tabel 3.

Induksi Ketahanan secara Kimia

Beragam senyawa kimia telah diketahui dapat menginduksi ketahanan (Tabel 4), seperti asam salisilat, 2,6-*dichloroisonicotinic acid* (INA); *acibenzolar-S-methyl* (*S-methylbenzo* [1,2,3] *thiadiazole-7-carbothiate*), oligosakarida (*N-*

Tabel 2. Beberapa contoh mikroba penginduksi ketahanan tanaman terhadap beberapa jenis OPT.

Jenis mikroba	Mekanisme induksi	Referensi
Pseudomonas putida Pf-20	Menginduksi ketahanan mentimun terhadap *cucumber mosaic virus*	Wahyuni *et al.* (2006)
Bacillus atrophaeus + *Burkholderia cepacia*	Menginduksi ekspresi gen ketahanan yang memproduksi kitinase, β-1,3-glukanase, peroksidase, dan polifenol oksidase	Shanmugam *et al.* (2011)
Bacillus vallismortis strain EXTN-1	Menginduksi ketahanan tanaman tomat terhadap *R. solanacearum*	Park *et al.* (2007)
Protin INF1 dari *Phytophthora infestans*	Menginduksi ketahanan tanaman tomat terhadap penyakit layu bakteri dengan mengaktifkan peranan asam jasmonat dan etilen	Kawamura *et al.* (2009)
Pseudomonas sp. isolat CW2	Meningkatkan ketahanan tomat terhadap *R. solanacearum* melalui induksi asam salisilat	Hassan dan Buchenauer (2008)
Pseudomonas aeruginosa strain 7NSK2 dan *P. fluorescens* strain CHA0	Mekanisme induksi terhadap *Meloidogyne javanica* pada tomat melalui mekanisme jalur SA-independen	Siddiqui dan Shaukat (2004)
Achromobacter xylosoxidans TT2, *Alcaligenes faecalis* NJ16, *Pseudomonas putida* EH11, *Bacillus cereus* MSK	Keempat bakteri endofit efektif menekan penetrasi dan populasi *Pratylenchus brachyurus* ke dalam akar tanaman nilam	Harni *et al.* (2011)

http://sewarib/pskp/

Tabel 3. Contoh produk pestisida biologis komersial yang mengandung elisitor penginduksi ketahanan tanaman.

Nama senyawa	Bahan aktif	Penyakit sasaran
Serenade (bentuk tepung)	*Bacillus subtilis* QST716	Beragam seperti embun tepung, bercak daun, lodoh, dan busuk
YiedShield (bentuk tepung)	*Bacillus pumillus* GB34	Patogen tular benih kedelai
Messenger (bentuk tepung)	Harpin protein dari *Erwinia amylovora* HrpN	Banyak ragam penyakit
Actigard (granul)	*acibenzolar-S-methyl* (senyawa kimia sintetis)	Beragam penyakit

Sumber: Brian *et al.* (2002).

Tabel 4. Senyawa kimia yang dapat menginduksi ketahanan tanaman.

Senyawa	Mekanisme induksi ketahanan	Referensi
Indole acetic acid (IAA)	Menghambat produksi toksin dari *Streptomyces* pada *Arabidiopsis thaliana*	Tegg *et al.* (2008)
	Menginduksi ketahanan tanaman pisang terhadap penyakit layu Panama (*Fusarium oxysporum* f.sp. *cubense*)	Fernandez-Falcon *et al.* (2003)
Ekstrak mimba (*Azadirachta indica*)	Meningkatkan aktivitas enzim fenilalanin amonialiase, peroksidase dan kandungan senyawa fenol; yang berperan dalam menginduksi ketahanan wijen terhadap bercak daun *Alternaria sesami*	Guleria dan Kumar (2006)
Benzothiadiazole (BTH)	Meningkatkan aktivitas ketahanan daun kedelai terhadap *Phialophora gregata*	Nafie dan Mazen (2008)
Sulfur	Aplikasi pada tanah menginduksi ketahanan	Haneklaus *et al.* (2006)
Asam salisilat	Asam salisilat menginduksi ketahanan tanaman kapas terhadap ulat *Helicoverpa armigera*	Sarwar *et al.* (2008)
NPK	Mengurangi kejadian penyakit daun	Reuven dan Reuveni (1998)
	Menekan penyakit bercak daun pada jahe	Nwaogu dan Ukpabi (2010)
Natri tetraborat ($Na_2B_4O_7$)	Menginduksi ketahanan tanaman padi terhadap *Pyricularia grisea*	Van Du *et al* (2001)
Asam oksalat	Menginduksi ketahanan tanaman padi terhadap *Rhizoctonia solani*	Jayaraja *et al.* (2010)
K_2HPO_3	Menginduksi ketahanan secara lokal tanaman kubis-kubisan terhadap *Peronospora parasitica*	Bechot *et al.* (2000)
Chitosan	Menginduksi ketahanan tanaman padi terhadap *Xanthomonas campestris* pv. *oryzae*	Modina *et al.* (2009)
Acibenzolar-S-methyl (ASM)	Menginduksi ketahanan tanaman tomat terhadap *R. solanacearum* dan *Xanthomonas campestris* pv. *vitians* pada tanaman lettuce	Pradhanang *et al.* (2005); Yigit (2011)
Ca	Aplikasi kompos dan kalsium (20,4 mol/m^3) mengurangi keparahan penyakit layu bakteri pada tomat	Yamazaki (2001)

http://sekolahmansekp/

acetylchito-oligosaccharides dan *beta*-1,3-*glucans*), K_2HPO_4, *beta-aminobutyric acid* (BABA), probenazole (Walters *et al.* 2005), unsur hara K, Ca, Mg, Si (Reuven dan Reuveni 1998; Percival 2001; Katan 2009). Penambahan unsur P dan K dapat meningkatkan ketahanan tanaman jahe terhadap penyakit bercak daun di Nigeria (Nwaogu dan Ukapabi 2010). Penambahan unsur Mg, Ca, dan Si juga dapat meningkatkan ketahanan tanaman terhadap berbagai OPT (Dannon dan Wydra 2004).

Potensi senyawa kimia penginduksi tersebut belum diterapkan secara luas, kecuali untuk beberapa produk tertentu seperti *acibenzolar-S-methyl* (Brian *et al.* 2002). Untuk mengatasi gangguan penyakit layu bakteri, *acibenzolar-S-methyl* juga dilaporkan efektif menginduksi ketahanan tanaman tomat (Pradhanang *et al.* 2005).

MASALAH PENGEMBANGAN INDUKSI KETAHANAN

Target peningkatan ketahanan tanaman melalui teknik induksi tidak terarah seperti halnya pendekatan melalui persilangan maupun penyisipan gen ketahanan. Induksi ketahanan secara biologis dan kimia lebih bersifat uji coba (*trial and eror*) karena mekanisme kerja dari bahan yang digunakan untuk induksi ketahanan belum sepenuhnya diketahui. Walaupun mekanisme induksi ketahanan bersifat sistemik, berspektrum luas, dan tahan lama, keefektifannya bergantung pada senyawa yang digunakan, kondisi tanaman dan lingkungan (Walters *et al.* 2005).

Walters (2010) menyatakan bahwa hasil yang dicapai dari penerapaan elisitor penginduksi ketahanan sering kali tidak konsisten pada kondisi dan tanaman berbeda dan keefektifannya belum bisa menyamai pestisida sintetis. Namun, pendekatan induksi ketahanan tetap bermakna sebagai salah satu usaha untuk mengatasi gangguan hama dan penyakit pada tanaman. Oleh karena itu, ke depan penelitian untuk memahami mekanisme induksi ketahanan dari senyawa-senyawa penginduksi, baik biologis maupun kimia, perlu lebih difokuskan.

KESIMPULAN DAN SARAN

Gangguan OPT pada komoditas utama pertanian akan semakin berkembang dengan adanya perubahan iklim, terutama suhu, curah hujan, dan CO_2 yang meningkat, karena banyaknya ragam OPT yang mampu beradaptasi pada kondisi tersebut. Di samping pendekatan konvensional untuk menghasilkan varietas tahan, salah satu alternatif yang potensial untuk dikembangkan adalah melalui induksi ketahanan tanaman. Beberapa agens

penginduksi ketahanan, baik biologis maupun kimia, sudah diteliti dan dikembangkan, antara lain *Bacillus* spp., *Pseudomonas* spp., dan senyawa kimia sintetis *acibenzolar-S-methyl*. Masih ada agens lainnya yang dalam penelitian terbukti berpotensi meningkatkan ketahanan tanaman.

Masalah utama dalam pengembangan agens penginduksi ketahanan adalah keefektifannya belum konsisten dan belum bisa menyamai pestisida sintetis karena mekanisme penginduksinya belum sepenuhnya diketahui. Penelitian tentang mekanisme peningkatan ketahanan tanaman dari agens penginduksi ketahanan perlu lebih fokus sehingga dapat dimanfaatkan secara optimal untuk mengatasi serangan OPT yang semakin beragam. Pemanfaatan agens penginduksi ketahanan perlu dioptimalkan, antara lain dengan mengombinasikan beberapa senyawa penginduksi, baik biologis maupun kimia.

DAFTAR PUSTAKA

Alvarez, B., E.G. Biosca, and M.M. Lopez. 2010. On the life of *Ralstonia solanacearum*, a destructive bacterial plant pathogen. In: A. Mendez-Vilaz (Ed.). Current Research, Technology and Education Topics in Applied Microbiology and Microbial Biotechnology. Formatex.

Ayres, E., D.H. Wall, B.L. Simmons, C.B. Field, D.G. Milchunas, J.A. Morgan, and J. Roy. 2008. Belowground nematode herbivores are resistant to elevated atmospheric CO_2 concentrations in grassland ecosystem. Soil Biol. Biochem. 40(4): 978-985.

Bakker, P.A.H.M., C.M.J. Pieterse, and L.C. van Loon. 2007. Induced systemic resistance by fluorescent *Pseudomonas* spp. Phytopathology 97: 239-243.

Bechot, S., E. Pajot, D.L Corre, C. Monot, and D. Silue. 2000. Phytogardt (K_2HPO_3) induces localized resistance in cauliflower to downy mildew of crucifers. Crop Prot. 19: 417-425.

Brian, B., Mc. Gardener, and D.R. Fravel. 2002. Biological control of plant pathogens: Research, commercialization, and application in the USA. Plant Health Progress. doi:10.1094/PHP-2002-0510-01-RV.

Dannon, E.A. and K. Wydra. 2004. Interaction between silicon amendment, bacterial wilt development and phenotype of *Ralstonia solanacearum* in tomato genotypes. Physiol. Mol. Plant Pathol. 64: 233-243.

Fernandez-Falcon, M., A.A. Borges, and A. Borges-Pérez. 2003. Induced resistance to Fusarium wilt of banana by exogenous applications of indoleacetic acid. Phytoprotection 84 : 149-153.

Ghasemzadeh, A., H.Z.E. Jaafar, and A. Rahmat. 2010. Elevated carbon dioxide increases contents of flavonoids and phenolic compounds, and antioxidant activities in Malaysian young ginger (*Zingiber officinale* Roscoe.) varieties. Molecules 15: 7907-7922. doi:10.3390 molecules15117907.

Guleria, S. and A. Kumar. 2006. *Azadirachta indica* leaf extract induces resistance in sesame against *Alternaria* leaf spot disease. J. Cell Mol. Biol. 5: 81-86.

Haneklaus, S., E. Bloem, and E. Schnug. 2006. Disease control by sulphur induced resistance. Aspects Appl. Biol. 79.

Harni, R., Supramana, M.S. Sinaga, Giyanto, dan Supriadi. 2011. Keefektifan bakteri endofit untuk mengendalikan nematode *Pratylenchus brachyurus* pada tanaman nilam. Jurnal Penelitian Tanaman Industri 17 (1): 6-10.

Hassan, M.A.E. and H. Buchenauer. 2008. Enhanced control of bacterial wilt of tomato by DL-3-aminobutyric acid and the fluorescent *Pseudomonas* isolate CW2. J. Plant Dis. Prot. 115 (5): 199-207.

IPCC. 2001. Climate Change 2001: Synthesis Report, Summary for Policy Makers. Intergovernmental Panel on Climate Change. 34 pp.

IPPC. 2007. Climate Change Science, Findings of the IPCC Fourth Assessment Report. Union of Concerned Scientists. Intergovernmental Panel on Climate Change.

Jayaraj, J., R. Bhuvaneswari, R. Rabindran, S. Muthukrishnan, and R. Velazhahan. 2010. Oxalic acid-induced resistance to *Rhizoctonia solani* in rice is associated with induction of phenolics, peroxidase and pathogenesis-related proteins. J. Plant Interactions 5(2): 147-157.

Jeong-Wook, S. and Y. Sung-Chul. 2010. Elevated CO_2 and temperature effects on the incidence of four major chili pepper diseases. Plant Pathol. J. 26(2) : 178-184.

Katan, J . 2009. Mineral nutrient management and plant disease. E-ifc 21: 6-8.

Kawamura, Y., S. Hase, S. Takenaka, Y. Kanayama, H. Yoshioka, S. Kamoun, and H. Takahashi. 2009. INF1 elicitin activates jasmonic acid- and ethylene-mediated signalling pathways and induces resistance to bacterial wilt disease in tomato. J. Phytopathol. 157: 287-297. doi: 10.1111/j.1439-0434.2008.01489.x

Kiritani, K. 2005. Predicting impacts of global warming on population dynamics and distribution of arthropods in Japan. Population Ecol. 48(2): 5-12.

http://servalibrary.ekp

Kloepper, J.W., C.M. Ryu, and S. Zhang. 2004. Induced systemic resistance and promotion of plant growth by *Bacillus* spp. Phytopathology 94: 1259-1266.

Kuch, J. 2000. Development and future direction of induce systemic resistance in plants. Crop Prot. 19: 859-861.

Kudela, V. 2009. Potential impact of climate change on geographic distribution of plant pathogenic bacteria in central Europe. Plant Prot. Sci. Special Issue 45: S27-S32.

McElrone, A.J., J.G. Hamilton, A.J. Krafnick, M. Aldea, R.G. Knepp, and E.H. DeLucia. 2010. Combined effects of elevated CO_2 and natural climatic variation on leaf spot diseases of redbud and sweetgum trees. Environ. Pollut. 158: 108-114.

Modina, I.M., C.L. Calibo, and L.M. Borines. 2009. Antimicrobial property of chitosan and induction of systemic acquired resistance for the control of rice bacterial blight caused by *Xanthomonas oryzae* pv. *oryzae* (Swings *et al.*). Annu. Trop. Res. 31(1): 69-89.

Nafie, E. and M.M. Mazen. 2008. Chemical-induced resistance against brown stem rot in soybean: The effect of benzothiadiazole. J. Appl. Sci. Res. 4(12): 2046-2064.

Nwaogu, E.N. and U.J. Ukapabi. 2010. Potassium fertilizer effects on the field performances and post-harvest characteristics of imported Indian ginger cultivars in Abia State, Nigeria. Agric. J. 5(1): 31-36.

Park, K., D. Paul, Y.K. Kim, K.W. Nam, Y.K. Lee, H.W. Choi, and S.Y. Lee. 2007. Induced systemic resistance by *Bacillus vallismortis* EXTN-1 suppressed bacterial wilt in tomato caused by *Ralstonia solanacearum*. Plant Pathol. J. 23(1): 22-25.

Percival, G.C. 2001. Induction of systemic acquired disease resistance in plants: Potential implications for disease management in urban forestry. J. Arboricult. 27(4): 181-192.

Pieterse, C.M.J., A. Leon-Reyes, S. van der Ent, and S.C.M van Wees. 2009. Networking by small-molecule hormones in plant immunity. Nat. Chem. Biol. 5: 308-316. doi:10.1038/nchembio.164.

PPI. 2010. Pestisida Pertanian dan Kehutanan Tahun 2010. Pusat Perizinan dan Investasi, Sekretariat Jenderal Kementerian Pertanian, Jakarta.782 hlm.

Pradhanang, P.M., P. Ji, M.T. Momol, S.M. Olson , J.L. Mayfield, and J.B. Jones. 2005. Application of acibendazolar-*S*-methyl enhances host resistance in tomato against *Ralstonia solanacearum*. Plant Dis. 89: 989-993.

http://sirvatlib/pse.go.id

Reuven, R. and M. Reuveni. 1998. Foliar-fertilizer therapy - a concept in integrated pest management. Crop Prot. 17(2): 111-118.

Sarwar, N., R.A. Khan, S. Yousaf, M.H. Zahid, and F.F. Jamil. 2008. Induction of resistance in cotton (G*ossypium hirsutum*) against *Helicoverpa armigera* and *Earias vitella* by environmentally safe chemicals. Pak. J. Bot. 40(5): 1965-1970.

Shanmugam, V., N. Kanoujia, M. Singh, S. Singh, and R. Prasad. 2011. Biocontrol of vascular wilt and corm rot of gladiolus caused by *Fusarium oxysporum* f. sp. *gladioli* using plant growth promoting rhizobacterial mixture.Crop Prot. doi:10.1016/j.cropro. 2011.02.033.

Siddiqui, I.A. and S.S. Shaukat. 2004. Systemic resistance in tomato induced by biocontrol bacteria against the root-knot nematode, *Meloidogyne javanica* is independent of salicylic acid production. J. Phytopathol. 152: 48-54.

Sun, Y., J. Yin, H. Cao, C. Li, L. Kang, and F. Ge. 2011. Elevated CO_2 influences nematode-induced defense responses of tomato genotypes differing in the JA pathway. PLoS ONE 6(5): e19751. doi:10.1371/journal. pone.0019751.

Supriadi. 2000. Penyakit layu bakteri (*Ralstonia solanacerum*) pada tumbuhan obat dan strategi penanggulangannya. Jurnal Penelitian dan Pengembangan Pertanian 19(1): 17-32.

Stirling, G.R., U. Turaganivalu, A.M. Stirling, M.F. Lomavatu, and M.K. Smith. 2009. Rhizome rot of ginger (*Zingiber officinale*) caused by *Pythium myriotylum* in Fiji and Australia. Australasian Plant Pathol. 38(5) 453-460.

Tegg, R.S., W.M. Gill, H.K. Thompson, N.W. Davies, J.J. Ross, and C.R. Wilson. 2008. Auxin-induced resistance to common scab disease of potato linked to inhibition of thaxtomin toxicity. Plant Dis. 92:1321-1328.

Van Du, P., N.B. Sau, T.N. Bich, and P. van Kim. 2001. Induced resistance of rice plant to blast (*Pyricularia grisea*) by seed treatment using natri tetraborate ($Na_2B_4O_7$) under field condition. Omonrice 9: 96-101.

Wahyuni, W.S., H.S. Addy, B. Arman, dan T.C. Setyowati. 2006. Sinergisme *Lumbricus rubellus* dengan *Pseudomonas putida* Pf-20 dalam menginduksi ketahanan mentimun terhadap *cucumber mosaic virus*. Hayati 13(3): 95-100.

Walters, D.R. 2010. Induced resistance: destined to remain on the sidelines of crop protection? Phytoparasitica (2010) 38:1-4. doi 10.1007/s12600-009-0067-y

http://perpustakaan.litbang.deptan.go.id/

Walters, D., D. Walsh, A. Newton, and G. Lyon. 2005. Induced resistance for plant disease control: Maximizing the efficacy of resistance elicitors. Phytopathology 95: 1368-1373.

Yamazaki, H. 2001. Relation between resistance to bacterial wilt and Ca nutrition in tomato. JARQ 35(3): 163-165.

Yigit, F. 2011. Acibenzolar-S-methyl induces lettuce resistance against *Xanthomonas campestris* pv. *vitians*. Afr. J. Biotechnol. 10(47): 9606-9612. http://www.academicjournals.org/AJB.

http://serverlib/psekp/

Pengendalian Hama Penyakit Terpadu pada Ubi Kayu

NASIR SALEH

Balai Penelitian Tanaman Kacang-kacangan dan Umbi-umbian
Jalan Raya Kendal Payak, Kotak Pos 66, Malang 65101
Email: blitkabi@telkom.net

ABSTRAK

Ubi kayu sudah sejak lama dibudidayakan dan dimanfaatkan sebagai bahan pangan oleh masyarakat pedesaan di Indonesia. Namun, penelitian tentang hama dan penyakit ubi kayu relatif belum banyak dilakukan dibandingkan dengan tanaman pangan lain. Hingga saat ini, tidak kurang dari 10 jenis hama dan penyakit diketahui sering merusak tanaman ubi kayu. Sesuai dengan Instruksi Presiden No. 3/1986, UU No.12/1992, dan Peraturan Pemerintah No. 6/1995, dalam menanggulangi gangguan hama dan penyakit tanaman, Pemerintah telah mencanangkan penggunaan pendekatan pengendalian hama terpadu (PHT) dengan menggabungkan beberapa komponen pengendalian yang kompatibel ke dalam satu cara pengendalian. Namun, hingga saat ini PHT belum diterapkan pada tanaman ubi kayu. Komponen PHT terdiri atas penggunaan varietas tahan, cara bercocok tanam (pengaturan waktu tanam, penggunaan bibit sehat, sanitasi dan eradikasi, rotasi tanaman, dan tumpang sari), pengendalian hayati dengan memanfaatkan musuh alami (predator, parasitoid, parasit, patogen antagonis), dan pengendalian dengan pestisida nabati. Di antara komponen pengendalian tersebut, penggunaan varietas tahan, cara bercocok tanam, dan pengendalian dengan pestisida nabati yang bahannya tersedia di daerah setempat berpeluang untuk dapat diterima dan diterapkan petani. Pengendalian hayati cukup efektif mengendalikan hama/penyakit, namun penerapannya oleh petani masih memerlukan persiapan yang lebih matang. Keterlibatan dan partisipasi aktif petani sejak perencanaan, pelaksanaan, dan evaluasi akan menentukan keberhasilan PHT.

Kata kunci: ubi kayu, hama, penyakit, pengendalian hama terpadu, varietas, budi daya, pengendalian hayati, pestisida nabati

PENDAHULUAN

Ubi kayu merupakan tanaman yang sudah lama dibudidayakan oleh masyarakat di Indonesia. Sebagai sumber karbohidrat, ubi kayu sebagian besar digunakan sebagai bahan pangan (langsung atau melalui proses pengolahan), pakan, dan bahan baku berbagai industri. Hingga tahun 2009, hasil ubi kayu rata-rata nasional baru sekitar 19 t/ha (BPS 2009), masih jauh dari potensi hasil beberapa varietas unggul ubi kayu yang dapat mencapai 40-50 t/ha.

Selain permasalahan lahan yang pada umumnya miskin hara dan permasalahan nonteknis berupa kondisi sosial-ekonomi petani yang lemah serta infrastruktur dan kelembagaan yang belum berkembang, rendahnya hasil ubi kayu juga disebabkan oleh gangguan hama dan penyakit tanaman. Hingga kini penelitian hama dan penyakit pada tanaman ubi kayu masih terbatas dan parsial. Penelitian lebih banyak pada identifikasi jenis hama dan patogen penyebab penyakit dan uji ketahanan varietas/klon ubi kayu terhadap hama dan penyakit. Penelitian dasar tentang bioekologi hama dan penyakit belum banyak dilakukan.

Dalam makalah ini dibahas karakteristik usaha tani ubi kayu di Indonesia, bioekologi hama/penyakit utama dan prospek pengendaliannya melalui pendekatan pengendalian hama/penyakit secara terpadu.

KARAKTERISTIK USAHA TANI UBI KAYU

Di Indonesia, ubi kayu sebagian besar diusahakan di lahan kering beriklim basah maupun kering, dengan berbagai jenis tanah, terutama Ultisol, Alfisol, dan Inceptisol yang tersebar di Jawa, Sumatera, Sulawesi, dan Kalimantan. Hanya sebagian kecil yang diusahakan di lahan sawah tadah hujan. Selain pada lahan datar, ubi kayu juga banyak diusahakan pada lahan bergelombang dengan kemiringan >45% di bawah tegakan pohon. Pada kondisi tersebut, apabila tidak dilakukan upaya konservasi lahan dengan pembuatan teras dan lubang-lubang rorak, akan terjadi erosi tanah yang cukup tinggi sehingga tingkat kesuburan tanah semakin turun.

Sentra produksi ubi kayu meliputi Lampung, Jawa Timur, Jawa Tengah, Daerah Istimewa Yogyakarta, Jawa Barat, dan Nusa Tenggara Timur. Di Jawa, ubi kayu banyak ditanam di lahan kering, terutama di Jawa bagian selatan, oleh petani subsisten. Sebagian besar hasilnya dimanfaatkan untuk memenuhi kebutuhan sendiri dan hanya sebagian kecil yang dijual. Di sini, ubi kayu umumnya ditanam di pekarangan, tegalan atau lahan kering dengan pola tumpang sari (*intercropping*) dengan tanaman pangan lain pada area yang sempit, terutama oleh petani yang umumnya miskin, sebagai cadangan bahan pangan pada saat paceklik. Sebaliknya di Lampung, industri berbasis ubi kayu sudah berkembang dan usaha taninya lebih bersifat komersial. Di sini pola kemitraan inti-plasma telah mendorong petani untuk menerapkan teknologi yang lebih maju sehingga diperoleh hasil yang cukup tinggi. Di Nusa Tenggara Timur, ubi kayu umumnya masih diusahakan secara tradisional menggunakan teknologi budi daya sederhana di lahan kering, ditanam secara campuran (*mix cropping*) dengan tanaman pangan lain.

Secara umum, kondisi sosial-ekonomi petani ubi kayu tradisional lebih lemah dibanding petani di lahan sawah atau petani yang mengusahakan

tanaman hortikultura. Untuk meningkatkan indeks tanam dan memperoleh hasil dan tambahan pendapatan sebelum panen ubi kayu, petani menanam ubi kayu dengan pola tumpang sari atau campuran dengan tanaman pangan lain seperti jagung dan kacang-kacangan atau tanaman sayuran. Pada daerah yang usaha taninya bersifat komersial, ubi kayu ditanam secara monokultur pada hamparan yang luas dengan menggunakan teknologi budi daya yang lebih maju.

Infrastruktur di lahan kering pada umumnya belum berkembang dibanding di lahan sawah. Hal ini mengakibatkan biaya produksi dan transportasi sarana produksi dan hasil panen ubi kayu menjadi lebih mahal. Kondisi ini diperparah oleh adanya kenyataan bahwa kelembagaan yang diperlukan untuk mendukung pengembangan usaha tani ubi kayu di lahan kering, baik yang berkaitan dengan penyediaan permodalan (bank, koperasi), sarana dan prasarana produksi (kios-kios pupuk, pestisida) maupun kelembagaan petani (kelompok tani, gabungan kelompok tani) belum berkembang dengan baik.

HAMA DAN PENYAKIT UTAMA UBI KAYU

Di Indonesia, penelitian tentang bioekologi hama dan penyakit pada tanaman ubi kayu relatif belum banyak dilakukan dibandingkan dengan tanaman pangan lainnya, terutama padi, jagung, dan kedelai. Ada anggapan bahwa tanaman ubi kayu tidak banyak diserang hama dan penyakit. Namun, kenyataan di lapangan menunjukkan bahwa beberapa hama dan penyakit sering dijumpai menyerang ubi kayu dengan intensitas yang beragam, bergantung pada lokasi, varietas, musim, dan lingkungan tumbuh. Hama tungau merah (*Tetranychus urticae*) banyak menyerang pertanaman ubi kayu terutama pada musim kemarau, sementara penyakit bercak daun coklat (*Cercospora henningsii*) merupakan penyakit jamur yang selalu dijumpai menginfeksi ubi kayu setiap saat, meskipun berkembang cepat pada kondisi lembap. Hingga kini paling tidak terdapat 10 jenis hama dan penyakit utama yang menyerang tanaman ubi kayu di Indonesia (Tabel 1).

Hama tungau merah selalu dijumpai pada pertanaman ubi kayu. Pada tanaman yang terserang parah, umbi yang dihasilkan berukuran kecil dan secara langsung memengaruhi hasil. Tungau merah dilaporkan dapat mengakibatkan kerugian hasil yang serius di beberapa negara di Asia (Rao dan Pillai 1972). Nyiira (1976) melaporkan bahwa kehilangan hasil ubi kayu akibat serangan tungau mencapai 46% di Uganda. Di Venezuela, kehilangan hasil berkisar antara 15-20%. CIAT melaporkan bahwa serangan tungau yang kompleks oleh empat spesies dapat menurunkan hasil 20-53%, bergantung pada umur tanaman dan lamanya serangan. Selanjutnya

Tabel 1. Hama dan penyakit utama ubi kayu di Indonesia.

Hama/penyakit	Penyebab	Referensi
Tungau merah	*Tetranychus urticae*	Leefmans (1915) *dalam* Kalshoven (1981)
Kepinding tepung	*Phenacoccus manihoti* *P. herreni*	Supriyatin (2003)
Kutu perisai	*Aonidomytilus albus* (Diaspididea) dan *Saissetia* sp. (Coccidae)	Leefmans (1915) *dalam* Kalshoven (1981)
Kutu kebul	*Bemisia tabaci* *Aleurodicus dispersus*	Kalshoven (1981)
Lundi	*Leucopholis rorida* *Phyllophaga* spp.	Leefmans (1915) *dalam* Kalshoven (1981)
Bercak daun coklat	*Cercospora henningsii*	Boedijn (1962) *dalam* Semangun (1991)
Bercak daun baur	*Cercospora viscosae*	Sastrahidayat (1979)
Bercak antraknose	*Colletrotichum* spp.	Sastrahidayat (1979)
Bakteri hawar	*Xanthomonas campestris* pv. *manihotis*	Tominaga *et al.* (1978) Yahya *et al.* (1985)
Bakteri busuk batang dan umbi	*Pseudomonas solanacearum*	Nishiyama *et al.* (1980)
Jamur busuk batang dan umbi	*Fusarium oxysporum*	Rahayu *et al.* (2011)

http://servertib/psekp/

dilaporkan bahwa kehilangan hasil berbeda antara varietas tahan dan varietas peka. Pada varietas peka, kehilangan hasil umbi dapat mencapai 73% (Tabel 2), dan pada varietas tahan hanya 15% (Byrne *et al.* 1982). Hasil penelitian di rumah kaca Balai Penelitian Tanaman Kacang-kacangan dan Umbi-umbian (Balitkabi), Malang, memperlihatkan bahwa serangan tungau merah yang parah mengakibatkan kehilangan hasil ubi kayu sampai 95% (Indiati 1999).

Kepinding tepung (*mealybug*) *Phecoccus* sp. merupakan hama pengisap cairan daun dan batang tamanan. Racun yang terbawa oleh liur hama tersebut akan menimbulkan gejala kerdil pada daerah titik tumbuh, ruas menjadi pendek, dan tumbuh daun baru kecil dan mengerut. Dengan meningkatnya kepadatan populasi kepinding, kemungkinan titik tumbuh akan menjadi layu. Serangan pada daun-daun bawah akan menyebabkan kerontokan daun. Kerusakan ekonomis yang ditimbulkannya adalah berkurangnya hasil daun segar (yang dikonsumsi sebagai sayur) (Libby 1968 *dalam* Kumar 1987). Serangan kepinding dengan intensitas yang tinggi juga menurunkan hasil tanaman. Di Brasil, kehilangan hasil ubi kayu akibat

Tabel 2. Hama dan penyakit ubi kayu, bagian tanaman yang terserang, dan kerugian hasil yang diakibatkan.

Hama/penyakit	Bagian tanaman yang diserang	Kerugian hasil (%)	Referensi
Tungau merah	Daun, tunas	15-73	Byrne *et al.* (1982)
Kepinding tepung	Batang	60-80	Bellotti (1987)
Kutu perisai	Batang	19	CIAT (1993)
Kutu kebul	Daun, tunas	-	
Lundi	Akar, pangkal batang, umbi	90	Belloti dan Scoonhoven (1978)
Bercak daun coklat	Daun, tangkai daun	26-30	Teri *et al.* (1984)
Bercak daun baur	Daun	-	
Bercak antraknose	Daun, batang	80	Fokunang *et al.* (2001)
Bakteri hawar	Daun, pucuk	50-100	Yahya *et al.* (1985)
		12-90	Restrepo *et al.* (2000)
Bakteri busuk batang dan umbi	Batang, akar, umbi	15-20	Yahya (1988)
Jamur busuk batang dan umbi	Batang, akar, umbi	-	

- = tidak diperoleh data

http://sea.dlib/psekp/

serangan kepinding mencapai 80%, sedangkan di CIAT berkisar antara 60-80%, bergantung pada varietas yang ditanam (Bellotti 1987).

Infestasi hama kutu perisai *Aonidomytilus albus* (Diaspididea) dan *Saissetia* sp. (Coccidae) pada batang ubi kayu mengakibatkan daun tanaman yang terserang menunjukkan gejala kuning dan rontok. Pada intensitas serangan yang parah, tanaman menjadi kerdil dan pangkal pucuk mati. Serangan terparah terjadi pada musim kemarau, yang diperburuk oleh stres kekeringan. Kerugian yang tinggi akibat serangan kutu perisai biasanya terjadi pada bahan tanam yang mengakibatkan matinya pucuk lateral. Di CIAT, kehilangan hasil dapat mencapai 19% pada varietas rentan karena batangnya tertutup penuh dengan kutu perisai.

Kutu kebul *Bemisia tabaci* terutama menyerang tanaman pada musim kemarau yang terik. Serangga muda dan dewasa kutu kebul mengisap cairan daun. Pada populasi yang rendah, serangan kutu kebul sering kali tidak menimbulkan kerusakan yang berarti pada ubi kayu. Namun yang lebih dikhawatirkan adalah karena kutu kebul merupakan serangga penular penyakit virus *cassava mosaic disease* (CMD) yang mengakibatkan menurunnya vigor tanaman. Di Afrika, serangan *African cassava mosaic virus* (ACMV) yang parah dapat menurunkan hasil sampai 90%. Strain ACMV terdapat di India dan Thailand, dan sejauh ini belum ada di Indonesia.

Larva (uret) hama lundi terutama menyerang akar dan bibit ubi kayu yang masih muda sehingga menyebabkan tanaman mati. Pada tingkat serangan yang berat, kematian bibit dapat mencapai 90% (Belloti dan Scoonhoven 1978).

Penyakit bercak daun coklat yang disebabkan oleh jamur *C. henningsii* banyak menyerang tanaman ubi kayu, terutama pada kondisi curah hujan dan suhu udara tinggi. Penyakit ini telah tersebar luas di seluruh pertanaman ubi kayu di Indonesia. Pada klon-klon rentan, kehilangan hasil akibat penyakit ini mencapai 26-30% (Teri *et al.* 1984). Di samping menurunkan hasil, penularan penyakit juga berpengaruh terhadap kandungan pati ubi kayu (Takatsu dan Fukuda 1988). Penularan penyakit bercak daun *Cercospora* dan kanker batang oleh jamur *Sphaceloma* secara bersamaan dapat menurunkan hasil ubi kayu 3 t/ha (Cock 1985).

Penyakit bercak baur (*diffuse leafspot*) disebabkan oleh jamur *Cercospora viscoae*, terutama menginfeksi daun-daun yang tua bersama dengan bercak daun coklat (*C. henningsii*). Pada tingkat penularan berat, daun menjadi rontok. Namun, kehilangan hasil akibat penyakit ini diduga tidak terlalu nyata karena penyakit merusak daun yang sudah tua.

Penyakit bakteri hawar daun (*cassava bacterial blight*/CBB) dan mati pucuk yang disebabkan oleh bakteri *Xanthomonas campestris* pv. *manihotis* menurunkan hasil umbi rata-rata 4,5% pada setiap kenaikan intensitas penularan 10% (Yahya dan Suhendar 1992). Penyakit hawar daun juga menurunkan kualitas dan kuantitas setek. Pada tingkat penularan yang berat selama musim hujan, penyakit hawar daun dapat mengakibatkan kehilangan hasil 50-100% (Yahya *et al.* 1985) atau 12-90%, bergantung pada kepekaan varietas ubi kayu (Restrepo *et al.* 2000).

Kanker batang yang diakibatkan oleh penyakit antraknose (*Colletotrichum* spp.) menyebabkan batang mudah patah sehingga menurunkan kuantitas dan kualitas setek. Antraknose menyebabkan gugur daun dan mati pucuk sehingga proses fotosintesis tanaman tidak optimal (Sastrahidayat dan Cholil 1979).

Penyakit busuk batang dan umbi yang disebabkan oleh bakteri *Pseudomonas solanacearu*m dapat menurunkan hasil ubi kayu di Lampung 15-20%, dan di Jawa Tengah mencapai 100% (Yahya 1988). Infeksi jamur tanah seperti *Fusarium* spp. pada setek ubi kayu menyebabkan pertumbuhan tanaman tidak seragam sehingga menurunkan hasil umbi. Menurut Granada (1990), di North Coast Colombia (ketinggian tempat 0-400 m dpl dan temperatur 24°C), penyakit busuk akar yang disebabkan oleh asosiasi dua patogen *Diplodia manihotis* dan *Fusarium oxysporum* menyebabkan kematian setek sangat tinggi, mencapai 80-90%. Di Interandean Valleys, dataran tinggi (1.000-1.200 m dpl) dengan suhu 18-

24°C, penyakit busuk akar yang disebabkan oleh jamur-jamur tanah, termasuk *F. oxysporium*, menyebabkan kematian setek ubi kayu 20-80%.

Meskipun hama/penyakit pada ubi kayu sering menimbulkan kerusakan, pengendaliannya belum mendapat perhatian, terutama penyakit yang disebabkan oleh jasad renik yang tidak dapat dilihat secara kasat mata. Daun ubi kayu yang mengering dan rontok akibat serangan hama tungau merah sering kali dianggap kekurangan air (kekeringan). Umbi yang busuk yang disebabkan oleh berbagai patogen (*Fusarium* sp, *Botryodiplodia* atau bakteri *Pseudomonas solanacearum*) sering kali dianggap karena kondisi drainase yang kurang baik, meskipun kondisi tersebut mendorong perkembangan penyakit layu dan busuk umbi. Bahkan petani sering kali melihat gejala penyakit sebagai suatu hal yang biasa terjadi pada tanaman ubi kayu.

KOMPONEN PHT

Pengelolaan hama/penyakit terpadu (PHT) merupakan pengembangan dari pengendalian hama terpadu (*integrated pest control*). PHT merupakan pendekatan pengendalian hama/penyakit yang berwawasan lingkungan (Untung 1993). Dalam PHT, hama (dalam arti luas) tidak diberantas sampai habis, namun populasinya dikendalikan hingga batas yang tidak menimbulkan kerugian ekonomis. Dalam pelaksanaannya, PHT dilakukan dengan mengombinasikan beberapa komponen pengendalian yang kompatibel dengan mempertimbangkan ekosistem yang ada.

Dalam menanggulangi gangguan hama dan penyakit tanaman, pemerintah telah mengeluarkan Instruksi Presiden No. 3/1986 tentang Pengendalian Wereng Coklat pada Padi, disusul dengan UU No.12/1992 tentang Budidaya Tanaman, dan Peraturan Pemerintah No. 6/1995 tentang Pengendalian Jasad Pengganggu Menggunakan Pendekatan PHT atau *Integrated Pest Management* (IPM) (Untung 2007). Namun hingga saat ini, pada tanaman pangan PHT baru diterapkan secara luas pada padi dan kedelai, sedangkan pada tanaman ubi kayu belum tersusun. Menurut Belloti *et al.* (1994), strategi pengendalian hama/penyakit pada tanaman ubi kayu didasarkan pada ketahanan tanaman, pengendalian secara biologis, dan praktik budi daya.

Varietas Tahan

Pengendalian hama penyakit dengan menggunakan varietas tahan merupakan cara yang praktis dan ekonomis, cocok dipadukan dengan cara pengendalian yang lain, dan mudah diadopsi petani. Hasil pengujian

ketahanan koleksi plasma nutfah terhadap hama tungau merah menunjukkan sampai saat ini belum ditemukan varietas atau klon ubi kayu yang benar-benar tahan (terbebas dari serangan tungau atau terserang tetapi tidak menimbulkan gejala). Beberapa klon yang agak tahan adalah MLG 10113, MLG 10077, 07 DHL, Adira-4, OMM9601-140, OMM9601-142, OMM9601-70, dan MLG-10075 (Indiati 2004, Tabel 3).

Penelitian ketahanan varietas/klon ubi kayu terhadap penyakit bercak daun coklat telah banyak dilakukan (Rulkens 1992; Rahayu *et al.* 1999). Klon unggul Malang-1 dan Faroka termasuk dalam kategori tahan penyakit bercak daun. Selain itu, 17 klon lainnya dari koleksi plasma nutfah ubi kayu di Balitkabi menunjukkan respons agak tahan terhadap bercak daun. Saleh (2009) melaporkan bahwa varietas Malang-6 serta klon harapan OMM 9908-4, CMM 99008-3, dan CMM 02048-6 tahan terhadap penyakit bercak daun coklat, sedangkan varietas UJ-5, UJ-3, Adira-4, dan Kaspro agak tahan.

Penelitian uji ketahanan varietas/klon ubi kayu terhadap penyakit bakteri hawar daun telah dilakukan di Bogor. Varietas Adira-1 dan Manggu-2 memiliki ketahanan yang baik terhadap penyakit hawar daun, demikian juga klon lokal Perelek dan Gebang (Yahya *et al.* 1985; Yahya dan Suhendar 1992).

Tabel 3. Komponen varietas/klon ubi kayu tahan untuk PHT ubi kayu di Indonesia.

Hama/penyakit	Varietas/klon agak tahan - tahan	Referensi
Tungau merah	Klon OMM 90-6-72, BIC 107 Adira-4, MLG 10113, MLG 10077, 07 DHL, OMM9601-140, OMM9601-142, OMM9601-70 dan MLG-10075	Suprapto *et al.* (2003) Indiati (2004)
Kepinding tepung	-	
Kutu perisai	-	
Kutu kebul	-	
Lundi	-	
Bercak daun coklat	Malang-1, Faroka, Malang-6, Klon OMM 9908-4, CMM 99008-3, CMM 02048-6,Adira-4, Kaspro	Rahayu *et al.* (1999) Saleh (2009)
Bercak daun baur	-	
Antraknose	Adira-4	Prayogo dan Hardaningsih (2001)
Hawar bakteri	Adira-1, Manggu-2, lokal Perelek dan Gebang	Yahya *et al.* (1985) Yahya dan Suhendar (1992)
Bakteri Busuk batang dan umbi	Adira-1	Yahya (1988)

- : tidak diperoleh data

Hasil uji ketahanan 50 varietas/klon ubi kayu di laboratorium terhadap bakteri layu *P. solanacearum* menunjukkan tidak ada varietas/klon yang tahan. Adira-1 bersifat agak tahan, sedangkan Adira-2 agak peka (Yahya 1988).

Evaluasi ketahanan varietas/klon ubi kayu di rumah kaca menunjukkan varietas Adira-4 toleran terhadap penyakit antraknose (Prayogo dan Hardaningsih 2001). Varietas Darul Hidayah yang merupakan klon unggul berpotensi hasil tinggi, rentan terhadap penyakit layu *Fusarium* sp. (Noerwiyati dan Rahayu 2009).

Praktik Budi Daya

Waktu tanam. Ubi kayu sebaiknya ditanam seawal mungkin pada awal musim hujan (Oktober-November) agar tanaman dapat tumbuh dengan vigor yang baik sebelum musim kemarau. Di daerah dengan iklim basah (tipe iklim A dan B), ubi kayu dapat ditanam sepanjang tahun, namun di daerah dengan tipe iklim C dan D yang jumlah bulan basahnya terbatas, keterlambatan tanam akan mengakibatkan tanaman tercekam kekeringan dan lebih rentan terhadap gangguan hama. Serangan hama tungau merah, kepinding putih, kepik perisai, dan kutu kebul biasanya terjadi pada musim kemarau, sehingga bila ditanam tepat pada awal musim hujan dan bila terjadi serangan hama, tanaman telah berumur sekitar 7 bulan dan cukup toleran terhadap serangan hama. Serangan kepinding pada tanaman ubi kayu pada umur ≥ 7 bulan tidak nyata menurunkan hasil.

Bibit sehat. Penggunaan setek yang sehat dan bersih (melalui perlakuan pencelupan setek dalam air panas 52°C selama 10 menit) akan menurunkan infestasi kepinding tepung. Kutu perisai dapat dikendalikan secara kultur teknis dengan menggunakan bahan tanaman yang bebas dari infestasi kutu tersebut.

Penggunaan bibit dari tanaman sehat juga merupakan langkah strategis untuk mencegah berbagai penyakit tanaman, antara lain hawar bakteri, antraknose, dan berbagai penyakit virus. Fokunang *et al.* (2001) melaporkan bahwa jamur dapat bertahan pada materi yang terinfeksi hingga 8 bulan, namun di tanah hanya bertahan hingga 4 bulan. Penimbunan batang yang terinfeksi jamur antraknose sedalam 30 cm selama 150 hari nyata mengurangi daya hidup jamur tersebut.

Rotasi tanaman. Rotasi tanaman bertujuan untuk menghindari pengulangan tanam ubi kayu pada lahan yang sama secara berurutan dan untuk memutus siklus hidup patogen, terutama yang endemis pada suatu lokasi. Rotasi tanaman ubi kayu dengan serealia (sorgum dan jagung) atau

kacang-kacangan mampu menekan perkembangan penyakit hawar daun, dan meningkatkan hasil umbi 14–37% (CIAT 1993).

Sanitasi dan eradikasi. Sanitasi lingkungan, termasuk membersihkan gulma berdaun lebar seperti *Centrosema pubescens, Euphorbia* sp., *Crotalaria* sp., dan *Ageratum conyzoides* yang merupakan inang dan tempat bertahan hama tungau merah pada saat tanaman ubi kayu dipanen, dapat mencegah terjadinya infestasi pada musim tanam berikutnya (PCARRD 2002). Memotong dan membakar bagian tanaman yang terinfestasi dapat mencegah penyebaran hama kutu perisai dan kepinding tepung. Untuk mencegah serangan hama-hama tersebut, setek yang ditanam sebaiknya diperlakukan dulu dengan insektisida.

Eradikasi terutama untuk menanggulangi penyakit dengan tingkat penularan parah. Pada penyakit bakteri hawar daun, eradikasi dilakukan terhadap sisa-sisa tanaman sakit dengan cara dibakar di lahan setempat. Penyebaran berbagai penyakit tanaman dapat dicegah dengan menghindari distribusi bahan tanam (setek) terinfeksi dari satu daerah ke daerah lain.

Tumpang sari. Tumpang sari memegang peranan nyata dalam PHT. Selain mampu menekan infestasi gulma, hama, dan penyakit, penerapan sistem tumpang sari juga meningkatkan hasil dan pendapatan dibanding cara monokultur. Pola tumpang sari ubi kayu dengan tanaman pangan lain sudah banyak dilakukan petani di Jawa bagian selatan, meskipun lebih ditujukan untuk mendapatkan tambahan hasil panen sebelum panen ubi kayu.

Hasil penelitian Gold *et al.* (1989) menunjukkan bahwa tumpang sari dapat menekan populasi hama kutu kebul hingga 6 bulan setelah tanaman tumpang sari tersebut dipanen. Selanjutnya, Ewusiae *et al.* (2010) melaporkan bahwa sistem tumpang sari merupakan komponen PHT untuk menekan populasi kutu kebul dan vektor virus mosaik pada ubi kayu. Jumlah telur, nimfa, dan imago kutu kebul pada petak yang keempat sisinya dikelilingi oleh lima baris tanaman kapas dan jarak, lebih rendah dibanding petak lainnya. Tanaman jarak bersifat *repellent* terhadap hama kutu kebul sehingga tumpang sari ubi kayu dengan tanaman jarak akan mengurangi populasi kutu kebul dan menekan infeksi penyakit virus mosaik pada ubi kayu.

CIAT (1993) melaporkan bahwa tumpang sari ubi kayu dengan jagung, wijen, dan kacang tunggak nyata menurunkan tingkat keparahan penyakit hawar bakteri. Penurunan penyakit terbaik terjadi pada tumpang sari dengan jagung dan wijen karena ukuran tajuk kedua tanaman lebih tinggi daripada tajuk kacang tunggak sehingga mencegah penyebaran bakteri melalui percikan. Sistem tumpang sari tersebut berfungsi sebagai penghalang untuk mencegah penyebaran bakteri hawar daun. Hal yang sama juga dilaporkan

oleh Ibeawuchi *et al.* (2007) bahwa tumpang sari ubi kayu dengan kacang-kacangan nyata menekan infestasi gulma, hama, dan penyakit.

Pengendalian Hayati

Selain hama dan patogen (jamur, bakteri, virus), pada pertanaman ubi kayu diperkirakan terdapat lebih dari 250 jenis musuh alami, baik berupa predator (semut, laba-laba, kumbang), parasitoid, parasit maupun patogen yang dapat dimanfaatkan sebagai agen pengendali hama/penyakit (Melo 1990). Pengendalian hayati (*biological control*) merupakan cara yang sangat penting dalam PHT. Selain aman terhadap lingkungan karena bersifat lebih selektif terhadap hama sasaran, pengendalian hayati juga tidak mencemari lingkungan, lebih murah, dan dapat disiapkan secara lokal oleh kelompok tani.

Beberapa pemangsa berpotensi mengendalikan tungau merah, antara lain dari famili Coccinellidae (*Stethorus* sp., *Chilomenes* sp., dan *Verania* sp.), Staphylinidae (*Oligota minuta*), Cecidomyiidae, Thysanoptera, Phytoseidae (*Typhlodromus limonicus, T. rapax*), dan Anthocoridae (*Orius insiduous*). *O. minuta, Stethorus* sp., dan tungau kompleks dari famili Phytoseidae merupakan pemangsa utama hama tungau hijau *M. tanajoa* (Nyiira 1972). Bennett dan Yassen (1975) telah mengevaluasi potensi *O. minuta* terhadap hama tungau hijau. Periode perkembangan *O. minuta* hanya 15-18 hari. Baik larva maupun imago dapat memangsa tungau hijau (88 larva dan 35 imago per 75 contoh daun) dan dapat memangsa tungau lain bila tungau hijau tidak ditemukan (Girling *et al.* 1978). Populasi pemangsa meningkat selama musim kemarau dan menurun selama musim hujan. Peningkatan dan penurunan populasi pemangsa seirama dengan naik turunnya populasi tungau.

Di Indonesia, pemanfaatan jamur entomopatogen untuk mengendalikan hama tungau merah telah diteliti. Affandi *et al.* (1999) dan Prayogo (2005) melaporkan bahwa jamur *Hirsutella citriformis, Verticillium lecanii*, dan *Beauveria bassiana* dengan konsentrasi 10 konidia/ml sangat efektif mematikan tungau merah, dengan mortalitas 67-90%.

Di Afrika, pengendalian biologis hama kepinding tepung *P. manihoti* oleh parasitoid *Apoanagyrus lopezi* yang diintroduksi dari Paraguay dilaporkan berhasil (Belloti *et al.* 1999). Di Amerika telah diidentifikasi sekitar 70 spesies parasit dan pemangsa kepinding tepung (*Phenococcus* sp.) dan satu jamur patogen *Cladosporium* sp. sebagai jamur parasit pada *P. herreni* dan potensial mengatur keseimbangan populasi kepinding. Di Colombia telah diidentifikasi lima parasit potensial dari pertanaman ubi kayu, antara lain *Acerophagus coccois, Epidinocarsis diversicornis, Anagyrus putonophilus,*

http://balitkabi.litbang.deptan.go.id

A. insolitus, dan *Apoanagyrus elgeri.* Pemangsa kepinding kebanyakan dari famili Coccinellidae (Coleoptera). Di Colombia (CIAT), beberapa di antaranya telah dipelajari potensinya untuk pengendalian biologis, yaitu *Cleothera notata, Cleothera* sp., dan *Hyperaspis* sp.

Chilocorus distigma (Coccinelidae) merupakan pemangsa potensial dari kutu perisai, *A. albus*. Di Kuba, *Aspidoiphagus citrinus* dan *Signiphora* sp. dilaporkan sebagai parasit *A. albus*. Jamur parasit *Cephalosporium lecanii*, *Enthomophthora* sp., *Hypoerella javanica*, dan *Septobasidium* sp. dapat menyerang hama kutu perisai (Supriyatin 2003).

Di Nigeria, *Prospaltella* sp. (Encyrtidae) memparasit pupa kutu kebul dan tingkat parasitasinya mencapai 20,1%. Tungau dari jenis *Typhlodromus* sp. merupakan pemangsa nimfa kutu kebul selama musim hujan (Jerath 1967 *dalam* Kumar 1987).

Pengendalian biologis yang paling efisien untuk ulat tanduk (*E. ello*) adalah menggunakan virus dari famili Baculoviridae. Mortalitas larva 100% dapat dicapai dalam waktu 48-96 jam setelah aplikasi. Partikel virus dalam larutan air dapat disimpan dalam *freezer* dalam jangka waktu panjang. Parasit telur yang potensial adalah Trichogramma dan Telonomus dengan tingkat parasitasi 54-57%, sedang untuk parasit larva adalah lalat Tachinidae dan genus *Apanteles*. Untuk pemangsa ada beberapa jenis, yaitu *Chrysopa* spp. untuk pemangsa telur, serta *Polistes* spp., *Podisus* spp., dan beberapa spesies laba-laba untuk pemangsa larva. *Bacillus thuringiensis* efektif mengendalikan larva instar satu sampai tiga, sedangkan *Cordiceps* sp. adalah jamur tanah yang sering menyebabkan kematian pada pupa (Bellotti 1987). Hasil penelitian Prayogo dan Hardaningsih (2001) di rumah kaca menunjukkan bahwa jamur antagonis *Gliocladium roseum* cukup efektif menekan penyakit antraknose pada ubi kayu.

Pestisida Nabati

Adanya kekhawatiran dampak negatif penggunaan pestisida kimia telah mendorong digunakannya pestisida dari bahan tumbuhan (pestisida nabati) untuk mengendalikan hama dan penyakit tanaman. Ekstrak biji mimba (*Azadirachta indica*) 50 g/l dalam pelarut aseton atau air efektif menekan serangan tungau dengan mortalitas 60-70%, setara dengan insektisida dikofol 2 ml/l (Indiati 2004; Singh dan Singh 2005). Lee dan Park (2005) melaporkan bahwa ekstrak daun *Ginkgo biloba* mempunyai efek menolak dan mematikan tungau merah dan kutu daun.

Pestisida Kimia

Dalam konsep PHT, pengendalian hama/penyakit menggunakan pestisida (insektisida, akarisida, nematisida, fungisida, dan bakterisida) merupakan tindakan terakhir apabila diperlukan. Dalam pelaksanaannya, penyemprotan pestisida harus dilakukan secara tepat (jenis pestisida, konsentrasi, dosis, volume semprot) dan benar sehingga dapat mengurangi pengaruh negatif terhadap musuh alami, timbulnya resistensi, resurgensi, pencemaran, dan kerusakan lingkungan.

Bennet dan Yassen (1975) serta Schoonhoven dan Belloti (1978) melaporkan bahwa di samping biaya yang tinggi dan tidak sesuai dengan harga jual ubi kayu, penggunaan bahan kimia untuk pengendalian tungau mempercepat timbulnya resistensi karena siklus tungau yang pendek dan pestisida kimia lebih mematikan predator daripada tungau itu sendiri. Di samping itu, akarisida dapat merangsang kesuburan dan migrasi tungau.

Hasil penelitian di rumah kaca menunjukkan bahwa akarisida klorfenapir, fenfopatrin, azosiklotin, fepiroksimat, dan fenazaquim efektif mengurangi infestasi tungau merah 71-80% (El-Adawy *et al.* 1995). Untuk pengendalian kimiawi hama kepinding tepung, aplikasi insektisida dengan bahan aktif organofsofat dan dimetoat dapat dianjurkan. Pengendalian hama kutu kebul dapat dilakukan dengan insektisida dengan bahan aktif dimetoat, demeton, dan metamidofos, sementara untuk hama kutu perisai dapat menggunakan insektisida sitemik dengan bahan aktif paration yang efektif untuk membunuh imago. Untuk mengendalikan uret dapat digunakan insektisida granul karbofuran yang diberikan pada tanah di dekat pangkal batang ubi kayu yang terserang.

Teri *et al.* (1984) melaporkan bahwa pengendalian penyakit bercak daun coklat (*C. henningsii*) dapat dilakukan dengan penyemprotan fungisida benomil, dimulai pada umur 1,5 bulan dengan interval dua minggu. Hal serupa juga dilaporkan oleh Nwadili *et al.* (2010), namun ditekankan bahwa cara yang paling baik adalah menggunakan varietas tahan.

PENERAPAN PHT

Di Afrika Barat, di mana ubi kayu merupakan bahan makanan utama bagi penduduknya, pada tahun 1993 mulai dikembangkan program pengendalian semacam PHT yang dikenal dengan nama *ecologically sustainable cassava plant protection* (ESCaPP). Program tersebut dirancang oleh tenaga ahli dengan berbagai bidang keahlian (lintas disiplin keilmuan) dari lembaga penelitian internasional, seperti International Institute of Tropical Agriculture (IITA) dan Centro Internacional de Agricultura Tropical

(CIAT) bekerja sama dengan staf peneliti setempat (NARs) dan melibatkan partisipasi petani. Yaninek *et al.* (1994) melaporkan bahwa pendekatan multidisiplin dan partisipasi aktif petani dimulai sejak perencanaan, pelaksanaan hingga evaluasi program. Pelatihan dan penyuluhan yang berkelanjutan juga diperlukan guna meningkatkan kemampuan petani.

Di Indonesia, penelitian bioekologi dan komponen pengendalian hama dan penyakit utama ubi kayu telah dilakukan secara terpisah oleh peneliti di berbagai perguruan tinggi maupun lembaga penelitian. Namun, sejauh ini penerapan PHT pada ubi kayu belum dilaksanakan. Belajar dari keberhasilan PHT pada padi, penerapan PHT pada ubi kayu dengan memanfaatkan berbagai komponen pengendalian sudah saatnya dilaksanakan.

Di antara komponen PHT, penggunaan varietas tahan merupakan cara pengendalian yang sesuai dan berpeluang besar untuk diterima petani ubi kayu yang subsisten. Pola tumpang sari ubi kayu dengan tanaman pangan lain bahkan sudah banyak dilakukan petani di Jawa bagian selatan, meskipun lebih ditujukan untuk mendapatkan tambahan hasil sebelum panen ubi kayu daripada untuk tujuan pengendalian hama dan penyakit. Petani juga sudah mempunyai kearifan lokal dalam menentukan waktu tanam dan memilih bibit yang baik. Namun, penyuluhan tentang hama dan patogen yang menular lewat bibit dan tindakan sanitasi dan eradikasi terhadap bagian tanaman yang sakit perlu dilakukan.

Meskipun pengendalian secara hayati cukup efektif mengendalikan hama dan penyakit ubi kayu, penerapannya di lapangan memerlukan persiapan yang matang. Cara penyiapan bahan, perbanyakan, penanganan, dan pelepasan agens biologis perlu dikuasai dengan baik.

Pemanfaatan bahan nabati untuk pengendalian hama/penyakit tanaman ubi kayu berpeluang diterapkan petani mengingat bahan tersebut tersedia di pedesaan. Sejalan dengan hal itu, penyuluhan tentang bahaya penggunaan bahan kimia terhadap lingkungan dan cara penggunaan pestisida kimia dengan benar masih perlu disosialisasikan.

KESIMPULAN DAN SARAN

(1) Gangguan hama dan penyakit merupakan salah satu hambatan peningkatan produksi ubi kayu. PHT pada ubi kayu secara bertahap perlu dilaksanakan dengan memanfaatkan beberapa komponen PHT yang tersedia, antara lain varietas tahan, cara bercocok tanam (pengaturan waktu tanam, penggunaan bibit sehat, sanitasi dan eradikasi, rotasi tanaman, dan tumpang sari), dan pengendalian dengan pestisida nabati/kimiawi.

http://perpustakaan.litbang.deptan.go.id

(2) Penelitian mendasar tentang ekobiologi hama/penyakit utama dan pemanfaatan musuh alami untuk pengendalian secara hayati masih diperlukan untuk melengkapi pelaksanaan PHT pada ubi kayu.

DAFTAR PUSTAKA

Affandhi, A., R.D. Puspitorini, dan Affandi. 1999. Prospek pengendalian tungau (*Tetranychus* spp.) dengan jamur entomopatogenik *Beauveria bassiana* dan *Verticillium lecanii*. Kumpulan Intisari Lokakarya dan Seminar Nasional Pengendalian Hayati, Yogyakarta, 12-13 Juli 1999.

Bellotti, A.C. and A. van Schoonhoven. 1978. Mite and insect pests of cassava. Annu. Rev. Entomol. 23: 39-67.

Bellotti, A.C. 1987. A review of control strategies for four important cassava pests in the Americas. pp. 58-65. In: S.K. Hahn and F.E. Caveness (Eds.). Integrated Pest Management for Tropical Root and Tuber Crops. IITA, Ibadan, Nigeria.

Belloti, A.C., A.R. Braun, B. Arias, J.A.Castilo, and J.M. Guerrero. 1994. Origin and management of neotropical cassava arthropod pest. Afr. Crop Sci. J. 2(4): 407-417.

Belloti, A.C., E.L. Melo, B. Arias, C.J. Herrera, M.P. Hernandez, C.M. Holguin, J.M. Guerrero, and H. Trujillo. 1999. Biological control in the neotropics: A selective review with emphasis on cassava. Second International Symposium on Biological Control of Arthropos. pp. 206-228.

Bennett, F.D. and M. Yassen. 1975. Investigations on the cassava mite *Mononychellus tanajoa* (Bondar) and its natural enemies in the neotropics; report for April 1974 - March 1975. Commonwealth Institute of Biological Control, Curepe, Trinidad. 14 pp.

BPS. 2009. Statistik Indonesia 2009. Badan Pusat Statistik, Jakarta.

Byrne, D.H., J.M. Guerrero, A.C. Bellotti, and V.E. Gracen. 1982. Yield and plant growth responses of *Mononychellus* mite resistant and susceptible cultivars under protected vs. infested conditions. Crop Sci. 22: 486-490.

CIAT (Centro Internacional de Agricultura Tropical). 1993. Cassava Program Annual Report. Working Document No. 146. pp.142-143.

Cock, J.H. 1985. Cassava, new potential for a neglected crop. IADS Development - Oriented Literature Series. pp. 79-83.

COPR (Centre for Overseas Pest Research). 1986. Pest Control in Tropical Root Crops. PANS Manual No. 4. London. 235 pp.

El Adawy, A.M., H. Yousri, Y.M. Ahmad, and T. El-Sharkawy. 1995. Effect of some acaricide and biocide naturalis (*Beauveria bassiana*) on the two-spotted spider mite *Tetranychus urticae* Koch infesting cucumber under plastic house condition. 6th National Conference of Pest and Diseases of Vegetable and Fruit in Egypts. pp. 136-141.

Ewusie, E.A., M.N. Parajulee, D.A Gomes, and D. Wester. 2010. Strip cropping: A potential IPM tool for reducing whitefly, *Bemisia tabaci* Gennadus (Homoptera: Aleyrodidae) infestation in cassava. West Afr. J. Appl. Ecol. 17: 109-119.

Fokunang, C.N., A.G.O. Dixon, T. Ikotun, E.A. Tembe, C.N. Aken, and R. Asiedu. 2001. Anthracnose: An economic disease of cassava in Africa. Pakistan J. Biol. Sci. 4(7): 920-925.

Girling, D.J., F.D. Bennett, and M. Yassen. 1978. Biological control of the green cassava mite *Mononychellus tanajoa* (Bondar) (Acarina: Tetranychidae) in Africa. pp.165-170. In: T. Brekelbaum, A. Bellotti, and J.C. Lozano (Eds.). Cassava Protection Workshop, Cali., 1979.

Gold, C.S, M.A. Atieri, and A.C. Belloti. 1989. Cassava intercropping and pest incident: A review illustrated with a case study from Columbia. Trop. Pest Manag. 35(4): 339-344.

Granada, G.A. 1990. Review of the status of cassava production in Colombia with regard to sanitary problems. pp.149-155. In: S.K. Hahn and F.E. Caveness (Eds.). Integrated Pest Management for Tropical Root and Tuber Crops. IITA, Ibadan, Nigeria.

Ibeawuchi, L.L., S.A. Dialoke, K.O. Ogbede, G.O. Ihejirika, E.M. Nwokeji, I.N. Adikuru, and O.P. Obilo. 2007. Influence of yam/cassava based intercropping systems with legumes in weed suppression and disease/pest incidence reduction. J. Am. Sci. 3(1): 49-59.

Indiati, S.W. 1999. Status tungau merah pada tanaman ubikayu. Dalam: Rahmianna (Ed.). Pemberdayaan Tepung Ubijalar sebagai Substitusi Terigu, dan Potensi Kacang-kacangan untuk Pengayaan Kualitas Pangan. Edisi Khusus Balitkabi 15: 122-126.

Indiati, S.W. 2004. Pengaruh zat pelarut dan perata terhadap efektivitas biji bengkuang dan srikaya pada hama tungau. hlm. 493-501. Dalam: Kinerja Penelitian Mendukung Agribisnis Kacang-kangan dan Umbi-umbian. Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanaman Pangan, Bogor.

Kalshoven, L.G.E. 1981. Pest of Crops in Indonesia. Revised and translated by P.A. van der Laan and G.H.L. Rothchild. PT Ichtiar Baru-Van Hoeve, Jakarta. 701 hlm.

Kumar, R. 1987. Insect pests of root and tuber crops as targets for integrated pest management in tropical Africa. pp. 18-22. In: S.K. Hahn and F.E. Caveness (Eds.). Integrated Pest Management for Tropical Root and Tuber Crops. IITA, Ibadan, Nigeria.

Lee, I.H. and J.D. Park. 2005. Repellent and pesticidal effect of *Ginkgo biloba* leaves extracts on the *Tetranichus urticae, Aphis gossypii* and *Myzus persicae*. J. Korean Soc. Appl. Chem. 48(2): 150-154.

Melo, Q.M.S. 1990. Arthropod pest associated with cassava in Brazil. pp.132-138. In: SK. Hahn and F.E. Caveness (Eds.). Integrated Pest Management for Tropical Root and Tuber Crops. IITA, Ibadan, Nigeria.

Nishiyama, K., Nunung, H.A., W. Suparman, and T. Yamaguchi. 1980. Causal agent of cassava bacterial wilt in Indonesia. Contr. Central Res. Inst. Agric. 59: 1-19.

Noerwijati, K. dan M. Rahayu. 2004. Ketahanan klon harapan ubikayu pada fase vegetatif terhadap penyakit layu yang disebabkan oleh *Fusarium* spp. hlm. 284-291. Prosiding Simposium Nasional I tentang Fusarium. PFI Komda Purwokerto dan Jurusan HPT Fakultas Pertanian Universitas Jenderal Soedirman, Purwokerto.

Nwadili, C.O., F.O. Ogbe, J.U. Nwawuisi, G.O. Chukwu, S.O. Atuepe, and S.C. Njoku. 2010. Determination of yield loss of cassava due to brown and white leafspot diseases.

Nyiira, Z.M. 1972. Report of investigation of cassava mite, *Mononychellus tanajoa* (Bondar). Kawanda Research Station, Kampala, Uganda.

Nyiira, Z.M. 1976. Population dynamic of the green cassava mite and its predator Oligota. pp.193-197. In: J. Cock, R. MacIntyre, and M. Graham (Eds.). Proc. of the Fourth Symposium of the International Society for Tropical Root Crops. CIAT, Cali, Colombia.

PCAARRD. 2002. Predatory mite to control red spider mite population. PCAARRD, Los Banos, Laguna, Philippines.

Prayogo, Y. and S. Hardaningsih. 2001. Potensi jamur *Gliocladium roseum* untuk pengendalian penyakit antraknosa (*Colletotrichum manihotis*) pada ubikayu. hlm. 112-116. Prosiding Kongres Nasional XVI dan Seminar Ilmiah PFI, Bogor, 22-24 Agustus 2001.

Prayogo, Y. 2005. Potensi cendawan entomopatogen untuk mengendalikan hama tungau. Agritek 13(2): 204-213.

Rahayu, M., Titik S., dan Sholihin. 1999. Penyaringan ketahanan terhadap penyakit bercak daun (*Cercosporidium henningsii*) pada ubi kayu. hlm. 175-178. Prosiding Seminar Nasional Perhimpunan Fitopatologi

Indonesia (PFI) Komda Jateng dan DIY, UNS Surakarta, 5 Desember 1999.

Rahayu, M., B.S.Rajid, dan N. Saleh. 2011. *Fusarium* sp. isolat mukibat dan patogenisitasnya pada ubikayu. hlm. 515-522. Akselerasi Inovasi Teknologi untuk Mendukung Peningkatan Produksi Aneka Kacang dan Ubi. Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanaman Pangan, Bogor.

Rao, Y.R.V.J. and K.S. Pillai. 1972. Studies on insect and noninsect pests of cassava. pp. 74-78. Annual Report 1971. Central Tuber Crops Research Institute, Trivandrum, India.

Restrepo, S., M.N.C. Duque, and V. Verdier. 2000. Resistance spectrum of selected *Manihot esculenta* genotypes under field condition. Field Crop Res. 65: 69-77.

Rulkens, T. 1992. Evaluation and utilization of cassava germplasm. Genetic Resources of Palawija Crops at the Malang Research Institute for Food Crops (MARIF). MARIF-ATA/272. 56 pp.

Saleh, N. 2009. Karakterisasi ketahanan varietas/klon ubikayu terhadap penyakit pada lahan masam. Laporan Ristek 2009. Balai Penelitian Tanaman Kacang-kacangan dan Umbi-umbian, Malang. 23 hlm.

Sastrahidayat, I.R. 1979. Penyakit-penyakit ketela pohon di Jawa Timur. Kongres V dan Seminar Ilmiah PFI, Malang, 18-20 Januari 1979.

Sastrahidayat, I.R. dan A.Cholil.1979. Studi penyakit antraknose pada ketela pohon. Kongres V dan Seminar Ilmiah PFI, Malang, 18-20 Januari 1979. 10 hlm.

Schoonhoven, A.V. and A.C. Bellotti. 1978. Cassava Pests and Their Control. Cassava Information Center, CIAT, Columbia. 71 pp.

Semangun, H. 1991. Penyakit-penyakit Tanaman Pangan di Indonesia. Gadjah Mada University Press, Yogyakarta. 449 hlm.

Singh, S.P. and R.N. Singh. 2005. Efficacy of some pesticides against spider mite, *Tetranychus urticae* Koch and its predatory mite, *Amblyseius longispinosus* (Evans). Resistant Pest Management Newsletter 14(2).

Suprapto, K., Hartojo, dan Martono. 2003. Keragaan serangan tungau merah dan produksi beberapa klon ubikayu di Lampung. hlm. 51-59. Dalam: Pemberdayaan Agribisnis Ubikayu Mendukung Ketahanan Pangan. Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanaman Pangan, Bogor.

Supriyatin. 2003. Hama kutu sisik pada ubikayu dan pengendaliannya. hlm. 118-122. Dalam: Pemberdayaan Agribisnis Ubikayu Mendukung Ketahanan Pangan. Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanaman Pangan, Bogor.

http://balitkabi.litbang.deptan.go.id/

Takatsu, A. and S. Fukuda. 1988. Current status of cassava diseases in Brazil. p.127-131. *In* S.K. Hann and F.E. Caveness (Eds.). Integrated Pest Management for Tropical Root and Tuber Crops. Proceeding of the Workshop on the Global Status of and Prospect for Integrated Pest Management of Root and Tuber Crops in the Tropic, Ibadan, Nigeria, 25-30 October 1987.

Teri, J.M., P.W. Mtakwa, and D. Mshana. 1984. Cassava yield losses from brown leaf spot induced by *Cercospora henningsii*. pp. 79-81. In: E.P. Terry, E.V. Doku, O.B. Arene, and N.M. Mahungu (Eds.). Tropical Root Crops: Production and uses of the International Society for Tropical Root Crops - Africa Branch held in Douala, Cameroon, 14-19 August 1983.

Tominaga, T., H.A. Nunung, K. Nishiyama, and A. Ezuka. 1978. *Xanthomonas manihotis* (Arthand and Bondar) the cause of cassava bacterial blight in Indonesia. Contr. Central Res. Inst. Agric. 38: 16.

Untung, K. 1993. Pengantar Pengelolaan Hama Terpadu. Gadjah Mada University Press, Yogyakarta. 273 hlm.

Untung, K. 2007. Kebijakan Perlindungan Tanaman. Gadjah Mada University Press, Yogyakarta. 256 hlm.

Yahya, H.A., N. Zuraida, J. Wargiono, dan Suparman. 1985. Ketahanan klon-klon ubikayu terhadap penyakit hawar daun/mati pucuk yang disebabkan oleh *Xanthomonas campestris* pv. *manihotis*. Bulletin Penelitian Balittan Bogor 1:1-10.

Yahya, H.A. 1988. Pengaruh serangan penyakit layu bakteri (*Pseudomonas solanacearum* Smith) pada ketahanan klon-klon ubikayu di Indonesia. hlm. 437-443. Dalam: Kumpulan Seminar Hasil Penelitian Tanaman Pangan, Bogor.

Yahya, H.A. dan M.A. Suhendar. 1992. Kehilangan hasil ubikayu oleh penyakit hawar daun *Xanthomonas campestris* pv. *manihotis*. Laporan Penelitian 1991/1992. Balai Penelitian Tanaman Pangan Bogor.

Yaninek, J.S., B.D. James, and P. Bieler. 1994. Ecologically sustainable cassava plant protection (ESCaPP): A model for environmentally sound pest management in Africa. Afr. Crop Sci. J. 2(4): 553-562.

http://perpustakaan.litbang.deptan.go.id/

Pengelolaan Hara untuk Produksi Optimal Kedelai pada Lahan Kering Masam

SUBANDI

Balai Penelitian Tanaman Kacang-kacangan dan Umbi-umbian
Jalan Raya Kendal Payak, Kotak Pos 66, Malang 65101
E-mail: Balitkabi@litbang.deptan.go.id

ABSTRAK

Lahan kering masam di Indonesia dapat dimanfaatkan untuk pengembangan area tanam kedelai. Untuk meningkatkan kesuburan lahan perlu dilakukan perbaikan dengan ameliorasi dan pemupukan. Upaya tersebut diperlukan guna menaikkan pH tanah, menurunkan kejenuhan Al-dd, dan meningkatkan kandungan hara N, P, K, Ca, dan Mg. Bahan ameliorasi dapat berupa batu kapur maupun bahan organik, atau kombinasi keduanya. Untuk mengurangi ketergantungan pada penggunaan pupuk anorganik, Balitkabi telah berhasil memformulasi pupuk hayati rhizobium "Iletrisoy" yang efektif meningkatkan pembentukan bintil akar, dan pupuk organik kaya hara "Santap" yang sesuai dan efektif mengurangi takaran pupuk kandang sapi maupun ayam untuk kedelai pada lahan kering masam.

Kata kunci: kedelai, pengelolaan hara, lahan kering masam, produksi

http://perpustakaan.litbang.deptan.go.id

PENDAHULUAN

Pengembangan area tanam kedelai di luar Jawa merupakan upaya strategis untuk mempercepat peningkatan produksi nasional, khususnya pada lahan kering masam (Mulyani 2006). Meskipun lahan kering masam sangat luas, produktivitasnya rendah karena kurang atau tidak subur, tanah mengandung Al tinggi sehingga dapat meracuni tanaman dan mengganggu penyerapan hara, serta miskin hara, terutama N, P, K, Ca, dan Mg, bahan organik, dan mikroba (Sudarman 1987; Ritchie 1989; Taufiq dan Kuntyastuti 2004; Subandi *et al.* 2009). Fraksi lempung (*clay*) tanah pada lahan kering masam umumnya didominasi oleh kaolinit, oksida dan hidoksida Fe dan Al sehingga kapasitas tukar kationnya (KTK) rendah dan kapasitasnya untuk memegang dan menyimpan lengas tanah juga rendah (Buurman dan Dai 1976; Sanchez 1976; Uehara dan Gillman 1981). Lahan kering masam juga mengandung sedikit mikroba (Prihastuti *et al.* 2006) sehingga untuk meningkatkan kesuburannya diperlukan perbaikan populasi mikroba tanah.

Untuk mendapatkan hasil yang tinggi, budi daya kedelai pada lahan kering masam memerlukan pengelolaan hara secara komprehensif yang meliputi ameliorasi lahan, pemupukan anorganik dan organik, serta perbaikan kehidupan/aktivitas mikroba dalam tanah agar menjadi optimal bagi pertumbuhan kedelai. Ameliorasi diperlukan sebagai perbaikan awal lingkungan tumbuh, yakni untuk meningkatkan pH tanah dan menurunkan kandungan Al dapat ditukar (Al-dd) agar tanah kondusif untuk pertumbuhan akar, mikroba, dan penyediaan hara. Pemupukan anorganik dan organik, selain berfungsi menambah hara penting juga diperlukan untuk memperbaiki kesuburan fisik dan biologis tanah. Untuk memperbaiki sistem penyediaan hara N yang murah, inokulasi rhizobium yang sesuai untuk lahan kering masam sangat diperlukan karena secara alamiah, kedelai yang ditanam pada lahan kering masam tidak atau sangat sedikit membentuk bintil akar (Harsono *et al.* 2008).

Makalah ini membahas pengelolaan hara pada lahan kering masam dalam upaya peningkatan produksi kedelai.

POTENSI DAN TINGKAT KESUBURAN LAHAN KERING MASAM

Potensi

Lahan kering masam di Indonesia mencakup area 103 juta ha, dari lima jenis tanah dengan urutan dominasi Spodosol, Entisol, Oxisol, Inceptisol, dan Ultisol (Tabel 1). Meskipun tersedia sangat luas, lahan yang sesuai untuk

http://balitanah.litbang.deptan.go.id/

Tabel 1. Luas dan penyebaran lahan kering masam berdasarkan jenis tanah.

Wilayah	Luas (juta ha)					
	Spodosol	Entisol	Oxisol	Inceptisol	Ultisol	Total
Sumatera	0,02	0,96	5,93	13,41	9,39	29,71
Jawa dan Madura	-	0,23	0,27	2,29	1,17	3,96
Bali dan Nusa Tenggara	-	0,04	-	0,04	0,03	0,11
Kalimantan	2,06	1,45	4,88	10,97	20,09	39,45
Sulawesi	-	0,21	0,66	4,41	4,24	9,52
Papua dan Maluku	-	1,27	2,60	9,93	7,00	20,8
Indonesia	2,08	4,17	14,34	41,05	41,92	103,55

Sumber: Mulyani 2006 (angka dibulatkan).

pengembangan tanaman pangan hanya sekitar 18,5 juta ha, yang sebagian besar terdapat di Sumatera, Kalimantan, dan Papua (Mulyani 2006). Sebagian lahan tersebut sudah dimanfaatkan untuk komoditas perkebunan (di antaranya karet, kelapa sawit, dan tebu), tanaman pangan (antara lain ubi kayu, padi gogo, dan jagung), dan selebihnya masih berupa hutan, semak-belukar, dan padang alang-alang. Meskipun telah dimanfaatkan untuk aneka komoditas, kedelai masih dapat ditanam pada area yang sama secara tumpang sari (Subandi *et al.* 2006; Subandi *et al.* 2009).

Luas panen kedelai di Indonesia dewasa ini hanya 661 ribu ha, dan berdasarkan perhitungan diperlukan luas panen 2,0 juta ha untuk mencapai swasembada (Harsono 2008). Peluang untuk berswasembada kedelai cukup terbuka dengan cara memperluas area panen, antara lain pada lahan kering masam yang potensinya sangat besar.

Tingkat Kesuburan

Budi daya kedelai pada lahan kering masam menghadapi berbagai masalah. Selain pH tanah rendah yang dapat menyebabkan kandungan Al, Fe, dan Mn terlarut tinggi sehingga meracuni tanaman, lahan ini juga miskin hara makro esensial seperti N, P, K, Ca, dan Mg, serta bahan organik (Kamprath 1970; Juo dan Kamprath 1979; Oates dan Kamprath 1983; Sudarman 1987; Ritchie 1989; Taufiq *et al.* 2003; Taufiq dan Kuntyastuti 2004; Subandi *et al.* 2009). Meskipun hasil penelitian menunjukkan beberapa contoh tanah Ultisol (Podsolik Merah Kuning) mengandung Al-dd relatif rendah(< 20%), secara umum jenis tanah ini banyak mengandung Al-dd 20–70% sehingga mengganggu pertumbuhan kedelai yang mempunyai batas kritis kejenuhan Al 20% (Arya 1990). Sifat kimia tanah pada lahan kering masam dari beberapa daerah dapat dilihat pada Tabel 2.

Lahan kering masam juga sedikit mengandung mikroba. Populasi mikroba umumnya berkisar antara 57 x 10^3 sampai 29 x 10^4 cfu/g tanah (Prihastuti *et al.* 2006). Oleh karena itu, untuk meningkatkan kesuburan lahan kering masam, diperlukan perbaikan populasi mikroba tanah.

Unsur Al yang diserap tanaman cenderung terakumulasi pada akar yang merupakan organ yang paling terganggu pertumbuhannya oleh keracunan Al. Kandungan Al-dd di atas 20% merupakan batas toleransi bagi tanaman kedelai sehingga akan mengganggu pertumbuhan akar. Akar tumbuh sedikit, pendek, tebal, dan rapuh (Clark 1977; Pavan dan Bingham 1982). Kondisi demikian pada gilirannya akan mengurangi fungsi akar untuk menyerap unsur hara dari lingkungan tumbuhnya.

Tabel 2. Sifat kimia tanah lapisan atas (20-30 cm) lahan kering masam di beberapa daerah.

Sifat kimia tanah	Lokasi/daerah			
	Sajira[1)]	Rumbia[2)]	Buminabung[3)]	Sukadana[4)]
pH-H_2O	4,30	4,00	4,40	4,12
C-organik (%)	3,70	1,53	1,58	1,86
N-Kjeldahl (%)	0,17	0,09	0,05	-
P_2O_5 tersedia (ppm)	0,25	40,10	26,10	5,19
K-dd (me/100 g)	0,28	0,12	0,08	0,03
Na-dd (me/100 g)	-	0,26	-	-
Ca-dd (me/100 g)	1,18	1,90	0,87	0,60
Mg-dd (me/100 g)	0,60	0,55	0,41	0,43
Al-dd (me/100 g)	3,57	1,09	0,91	1,88
H-dd (me/100 g)	-	-	-	0,38
Kejenuhan Al (%)	63,41	27,80	40,09	56,63

Sumber: [1)]Sajira, Banten (Sudarman 1987)
[2)]Rumbia, Lampung Tengah (Harsono *et al.* 2008)
[3)]Buminabung, Lampung Tengah (Adisarwanto *et al.* 2007)
[4)]Sukadana, Lampung Timur (Subandi *et al.* 2009)

http://perpustakaan.litbang.deptan.go.id

PENGELOLAAN HARA

Pengelolaan hara pada lahan kering meliputi antara lain ameliorasi lahan dan pemupukan yang efektif dan efisien.

Ameliorasi Lahan

Bahan ameliorasi atau amelioran untuk membenahi lahan kering masam adalah bahan yang apabila diberikan ke tanah masam, sebagai perubahan awalnya mampu meningkatkan pH serta kandungan Ca dan/atau Mg dalam tanah. Bahan amelioran yang prospektif adalah kapur dan bahan organik.

Kapur yang umum digunakan adalah batu kapur *(lime stone)*, kapur bakar *(burned lime)*, dan kapur terhidrasi *(hidrated lime)*. Batu kapur tersusun dari kalsium karbonat ($CaCO_3$) dan magnesium karbonat ($MgCO_3$). Batu kapur yang tidak atau sedikit mengandung Mg disebut kalsit (*calcite*). Batu kapur yang tersusun dari mineral ($CaMg(CO_3)_2$) dinamakan dolomit. Kandungan $CaCO_3$ dan $MgCO_3$ dalam batuan ini berimbang (Tisdale dan Nelson 1975). Penggunaan dolomit untuk mengapur tanah masam lebih baik daripada kalsit karena pemberian dolomit sekaligus menambah hara Ca dan Mg secara berimbang. Dari pertimbangan ketersediaan, harga, dan

kemudahan aplikasi, batu kapur lebih menguntungkan daripada kapur bakar maupun kapur terhidrasi. Batu kapur yang umum dipasarkan adalah batu kapur giling berukuran lolos ayak 60 mesh. Kenaikan nilai pH tanah dengan batu kapur terjadi setelah dua minggu aplikasi.

Untuk tanah masam di daerah tropis, yang kemasamannya terkait dengan kandungan Al-dd yang tinggi, penentuan jumlah kapur didasarkan pada penurunan tingkat kejenuhan Al-dd. Untuk tanaman kedelai, jumlah kapur yang ditambahkan tidak perlu setara dengan 1,5 Al-dd seperti yang dikemukakan Kamprath (1970), yang dapat menurunkan kejenuhan Al-dd hingga menjadi 13% atau kurang, mengingat kedelai mampu menoleransi (kadar kritis) tingkat kejenuhan Al-dd 20% (Arya 1990). Pengapuran dengan pendekatan penurunan kejenuhan Al-dd sampai 20% akan mengurangi penggunaan kapur dibandingkan dengan penentuan jumlah kapur berdasarkan pendekatan 1,5 Al-dd.

Penelitian pada lahan kering masam di Sukadana, Lampung Timur, menunjukkan bahwa pengapuran pada massa tanah lapisan 30 cm teratas, yang diharapkan dapat meningkatkan hasil kedelai dibandingkan dengan pengapuran pada massa tanah lapisan 15 cm teratas, ternyata tidak terbukti sebagaimana ditunjukkan dalam Tabel 3 (Subandi *et al.* 2009). Kondisi tersebut erat hubungannya dengan umur kedelai (Wilis) yang pada saat dipanen berumur 75 hari setelah tanam (HST). Pada umur tersebut, akar

http://perverifikasi.my

Tabel 3. Pengaruh pemberian kapur terhadap hasil biji kering kedelai varietas Wilis pada lahan kering masam di Sukadana, Lampung Timur, 2009.

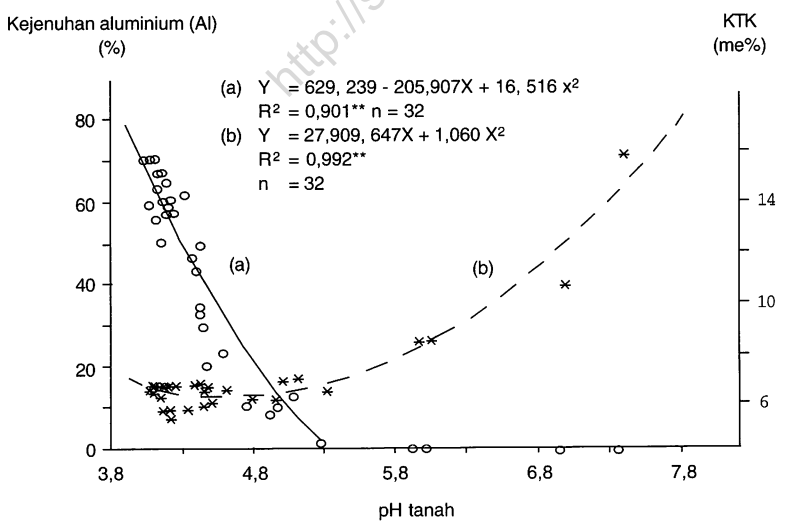
Ulangan	Hasil biji kering (t/ha)			
	T-15	K-15	T-30	K-30
I	0,63	0,91	0,26	0,89
II	0,36	0,77	0,18	1,11
III	0,38	0,41	0.06	0,65
IV	0,27	0,61	0,18	0,51
V	0,24	0,36	0,13	0,45
VI	0,85	1,08	0,55	1,01
Rata-rata	0,45 b	0,69 c	0,27 a	0,77 c

T-15 dan T-30: tidak dikapur, berturut-turut massa tanah lapisan 15 cm dan 30 cm teratas diolah/dicampur.
K-15 dan K-30: tanah dikapur, berturut-turut massa tanah lapisan 15 cm dan 30 cm teratas dikapur bersama pengolahan tanah.
Pupuk dasar: 300 kg Phonska (N 15%, P_2O_5 15%, K_2O 15%, S 10%)/ha.
Sumber: Subandi *et al.* (2009).

kedelai hanya terkonsentrasi pada lapisan 15 cm teratas. Pada percobaan ini, untuk pengapuran massa lapisan tanah 15 cm dan 30 cm teratas, jumlah kapur ($CaCO_3$) yang diperlukan berturut-turut adalah 1,61 dan 3,26 t/ha (rata-rata dari enam ulangan). Walaupun tanah telah dikapur, pertumbuhan kedelai tidak optimal. Tanaman menunjukkan gejala kekurangan N, P, dan K. Dalam kondisi demikian, diduga pemberian pupuk dasar Phonska 300 kg/ha tidak cukup untuk mendukung pertumbuhan tanaman. Daun mulai menguning sejak tanaman berumur 65-70 HST, dan daun gugur total pada umur 75-78 HST, padahal umur panen varietas Wilis 85 HST.

Pengapuran dapat meningkatkan ketersediaan P dan mengurangi peluang kehilangan unsur K dari tanah karena pelindian (*leaching*). Pengapuran dapat mengurangi fiksasi P oleh Al dan Fe (Al-P dan Fe-P). Unsur P yang terfiksasi oleh Al dan Fe tidak tersedia bagi tanaman. Pemberian kapur dapat meningkatkan peluang K untuk terjerap (*adsorbed*) pada kompleks pertukaran tanah sehingga tersedia bagi tanaman. Hal ini terjadi karena KTK tanah meningkat dan/atau menurunnya Al-dd pada kompleks pertukaran tanah karena tergantikan oleh Ca dan Mg dari batu kapur. Gambar 1 menunjukkan bahwa pemberian kapur yang meningkatkan pH tanah 5,3 atau kurang praktis tidak meningkatkan KTK tanah. Sebaliknya, kejenuhan Al menurun dari semula 70% pada pH 4,0 menjadi 0% pada pH 5,3. Memahami fenomena ini dapat dipastikan bahwa kemampuan tanah mengikat K pada kompleks pertukaran disebabkan oleh penggunaan kapur

http://serverbinsar.com



Gambar 1. Hubungan antara (a) pH tanah dengan kejenuhan Al, dan (b) pH tanah dengan KTK tanah pada lahan kering masam (Ultisol) (Sudarman 1987).

untuk menurunkan kejenuhan Al-dd menjadi 20%, bukan karena kenaikan KTK.

Sebagai bahan ameliorasi, pemberian bahan organik akan meningkatkan kandungan bahan organik dalam tanah. Bahan organik dapat meningkatkan KTK, struktur tanah, kemampuan tanah memegang air dan meyediakan lengas tanah, dan populasi/aktivitas mikroba tanah serta mengurangi tingkat peracunan Al dan Fe karena terkilasi (*chelated*) oleh senyawa hasil dekomposisi bahan organik seperti asam humat dan asam fulvat.

Untuk menyesuaikan panen dengan keadaan cuaca yang kondusif pada penanganan hasil panen (penjemuran dan perontokan), penanaman kedelai pada lahan kering di wilayah bercurah hujan tinggi harus dilakukan pada akhir musim hujan. Ketidaksesuaian waktu tanam dapat menyebabkan tanaman kedelai mengalami kekeringan karena hujan tidak turun dalam beberapa hari. Di Lampung, tanah atau tanaman kedelai sudah mengalami cekaman kekeringan setelah tidak turun hujan selama 10 hari. Pada kondisi demikian, perantaran hara ke permukaan akar akan terganggu, misalnya K, karena sebagian besar K bergerak menuju akar melalui proses difusi dan aliran massa, yang berturut-turut berkontribusi 71% dan 26% (Barber *dalam* Corey 1973). Proses tersebut berlangsung melalui media air/lengas tanah. Kejadian pada tanah Mollisol seperti ini dapat digunakan sebagai perbandingan. Apabila kadar lengas tanah diturunkan dari 40% (kapasitas lapang) menjadi 30% dan 22%, penyerapan K oleh tanaman berturut-turut mengalami penurunan 15-45% dan 40-75% (Grime *et al.* 1971).

http://sinarharapan.co.id

Pemupukan N, P, dan K

Kedelai membutuhkan hara N, P, dan K dalam jumlah banyak. Untuk setiap ton produksi, tanaman kedelai membutuhkan hara jauh lebih banyak daripada padi, jagung, atau ubi kayu (Tabel 4). Oleh karena itu, tanah pada lahan kering masam yang secara umum mengandung N, P, dan K rendah sampai sangat rendah memerlukan tambahan hara dalam bentuk pupuk atau bentuk yang lain (fiksasi N) agar tanaman kedelai dapat tumbuh optimal.

Pada lahan kering masam di Sukadana, Lampung Timur, yang miskin bahan organik (C-organik 1,86%), dapat dipastikan kandungan N juga rendah karena sumber N dalam tanah berasal dari bahan organik, P_2O_5 5,19 ppm, dan K-dd 0,03 me/100 g (Tabel 2). Tanaman tumbuh tidak optimal dan hasil kedelai sangat rendah apabila hanya dipupuk setara 300 kg Phonska/ha (Tabel 3). Pada perlakuan yang dikapur untuk menurunkan kejenuhan Al-dd dan massa tanah lapisan setebal 15 cm, hasil kedelai (Wilis) 0,69 t/ha, sedangkan hasil yang tidak dikapur (tanah 15 cm teratas diolah) hanya 0,45

Tabel 4. Kebutuhan hara N, P, dan K pada padi, jagung, ubi kayu, dan kedelai untuk hasil panen satu ton.

Jenis tanaman	Kebutuhan hara (kg/t biji)		
	N	P	K
Padi	22,24	3,16	26,33
Jagung	27,37	4,84	18,42
Ubi kayu	4,00	1,33	6,20
Kedelai	49,00	7,00	21,00

Sumber: Cooke (1985) (data diolah).

t/ha. Untuk hal yang sama, jika yang dikapur massa tanah lapisan 30 cm teratas, hasil kedelai 0,77 t/ha, sedangkan perlakuan tanpa kapur (tanah 30 cm teratas diolah) hanya menghasilkan 0,27 t/ha.

Penelitian pengapuran pada tahun 2009 diteruskan pada tahun 2010 untuk melihat pengaruh residu dan takaran kapur perawatan, yakni 25% dari takaran yang diberikan pada tahun 2009 (Tabel 5). Pada penelitian tahun 2010, jenis dan takaran pupuk dasar ditingkatkan, yakni pupuk organik (kotoran ayam potong) 2,5 t + Phonska 300 kg + SP-18 300 kg + KCl 50 kg + urea 50 kg/ha. Takaran kapur untuk perawatan diberikan secara disebar merata di permukaan tanah. Kapur dibenamkan dan dicampur dengan tanah pada saat pengolahan tanah lapisan 15 cm teratas, baik pada perlakuan pengapuran untuk massa lapisan tanah 15 cm maupun 30 cm teratas. Pupuk kandang dan SP-18 disebar merata di permukaan tanah sebelum pengolahan tanah, kemudian dibenamkan dan dicampur dengan tanah pada saat pembenaman batu kapur. Pupuk Phonska diaplikasikan dalam alur di samping barisan tanaman pada saat tanaman berumur 7-10 HST. Pupuk urea dan KCl dicampur dan diaplikasikan dengan cara ditaburkan di permukaan tanah pada saat tanaman berumur 30-35 HST. Hasil penelitian disarikan sebagai berikut:

(1) Perbaikan jenis dan takaran pupuk dasar disertai pemberian kapur dapat meningkatkan hasil kedelai secara tajam. Peningkatan tersebut terjadi pada pengapuran massa tanah lapisan 15 cm maupun lapisan 30 cm teratas.

(2) Residu kapur yang diberikan pada tahun 2009 secara signifikan mampu meningkatkan hasil kedelai pada tahun 2010.

(3) Aplikasi kapur untuk perawatan sebesar 25% dari takaran kapur 2009, memberikan pengaruh yang berbeda antara perlakuan pengapuran massa tanah lapisan 15 cm dengan massa tanah lapisan 30 cm teratas.

Tabel 5. Pengaruh residu dan pemberian kapur untuk perawatan hara tanah terhadap hasil kedelai pada penelitian ameliorasi pada tahun kedua, 2010.

Ulangan	Hasil biji kedelai (t/ha)					
	P15K0	P15K1-R	P15K-T15%	P30K0	P30K1-R	P30K1-T25%
I	1,45	2,27	3,20	0,84	2,74	2,61
II	1,32	1,79	2,45	0,65	2,20	2,16
III	0,93	1,77	2,48	1,02	2,26	2,88
IV	1,05	2,53	3,09	0,80	2,41	2,89
V	1,66	2,65	2,40	1,47	2,43	3,14
VI	1,65	1,96	2,40	1,60	2,63	2,60
Rata-rata	1,34 c	2,16 b	2,67 a	1,06 c	2,45 ab	2,71 a

- P15K0 & P30K0 : Tanah tidak dikapur, berturut-turut tanah diolah sampai kedalaman 15 dan 30 cm.
- P15K1-R & P30K1-R : Tanah dikapur berturut-turut untuk lapisan 15 dan 30 cm teratas pada tahun 2009 (kedelai pertama), pada tahun 2010 (kedelai kedua) tanah tidak dikapur.
- P15K1-T25% dan P30 K1-T25% : Tanah dikapur berturut-turut untuk lapisan 15 dan 30 cm teratas pada tahun 2009 (kedelai pertama), pada tahun 2010 (kedelai kedua) tanah ditambah kapur dengan takaran 25% dari takaran kapur kedelai pertama, sebagai perawatan.

http://serverlibrary.org/

Pada massa tanah lapisan 15 cm teratas, pengapuran perawatan nyata meningkatkan hasil, namun pada massa tanah lapisan 30 cm teratas tidak mampu meningkatkan hasil biji kedelai.

(4) Pengolahan tanah tanpa pengapuran dengan kedalaman 30 cm berpengaruh buruk terhadap hasil kedelai. Hal ini diduga akibat pengenceran kesuburan tanah lapisan 15 cm teratas. Kesuburan massa tanah lapisan 15 cm teratas menurun karena tercampur dengan massa tanah lapisan 15-30 cm yang kurang subur. Hal ini disebabkan oleh kandungan Al-dd lebih tinggi, sedangkan kandungan bahan organik dan unsur hara di tanah lebih rendah (Sudarman 1987, Subandi *et al.* 2009).

Pupuk Hayati Rhizobium Sesuai Lahan Masam

Dalam upaya menurunkan biaya produksi pada lahan kering masam perlu dicari pupuk anternatif yang lebih murah, antara lain rhizobium. Rhizobium yang bersimbiosis dengan tanaman kedelai dapat membentuk bintil akar yang mampu menambat N_2-udara sehingga dapat dimanfaatkan untuk pertumbuhan kedelai. Pada kondisi yang optimal, simbiosis antara rhizobium

dengan tanaman kacang-kacangan mampu memasok hingga 60% kebutuhan nitrogen tanaman (Nambiar dan Dart 1980).

Kedelai yang ditanam pada lahan kering masam yang belum pernah ditanami kedelai, secara alamiah tidak atau hanya sangat sedikit membentuk bintil akar yang efektif menambat N_2-udara. Hal ini karena populasi rhizobium sangat rendah, yakni $5{,}8x10^4$ cfu/g tanah Ultisol di Lampung Tengah (Soedarjo *et al.* 2007) dan $6{,}5x10^1$ di Lampung Timur (Harsono *et al.* 2009).

Balai Penelitian Tanaman Kacang-kacangan dan Umbi-umbian (Balitkabi) telah berhasil mengoleksi dan memilih isolat rhizobium yang efektif membentuk bintil akar kedelai pada lahan kering masam. Dari sejumlah isolat yang terkoleksi, dibuat empat formula pupuk hayati multi-isolat rhizobium, yang diberi nama Iletrisoy-1, Iletrisoy-2, Iletrisoy-3, dan Iletrisoy-4. Inokulasi benih kedelai dengan keempat formulasi pupuk hayati rhizobium tersebut dapat menambah jumlah bintil akar (Tabel 6) sehingga menaikkan kandungan atau indeks klorofil daun (Harsono *et al.* 2008), yang pada gilirannya meningkatkan polong dan hasil biji kedelai (Tabel 7). Hasil biji per tanaman antarperlakuan inokulasi Iletrisoy (Iletrisoy-1, Iletrisoy-2, Iletrisoy-3, dan Iletrisoy-4) tidak berbeda nyata. Ini berarti efektivitasnya sama dalam membentuk bintil akar, dan menghasilkan biji sebanding dengan penambahan 50 kg urea/ha. Pada tingkat kejenuhan Al-dd 20%, inokulasi benih dengan Iletrisoy-2 dan Iletrisoy-4 efektif membentuk bintil akar, baik pada pemberian 0 dan 100, maupun 200 kg urea/ha sehingga nyata meningkatkan hasil kedelai (Tabel 8).

http://sewa.litbang.deptan.go.id

Tabel 6. Jumlah bintil akar efektif kedelai pada berbagai pemberian amelioran/pupuk dan inokulasi rhizobium.

Inokulasi benih	Jumlah bintil efektif (bintil/tanaman)[1)]			
	Tanpa amelioran	1,5 t/ha dolomit	1,5 t/ha dolomit+ 2,0 t/ha Bokasi	1,5 t/ha dolomit + 2,0 t/ha Bokasi+ 2,0 kg amonium hepta molibdat
Tanpa inokulasi dan urea	2 a	2 a	1 a	2 a
Tanpa inokulasi+ 50 kg urea/ha	2 a	1 a	1 a	2 a
Iletrisoy-1	38 efgh	38 efgh	32 cdefg	50 i
Iletrisoy-2	33 defgh	36 efgh	39 fgh	42 ghi
Iletrisoy-3	35 efgh	40 fghi	66 j	43 hi
Iletrisoy-4	28 bcde	32 cdefg	34 efgh	43 hi
Legin	24 bcd	21 b	30 bcdef	23 bc

[1)]Pengamatan jumlah bintil dilakukan pada umur 45 HST.
Sumber: Harsono *et al.* (2008).

Tabel 7. Hasil biji kedelai pada berbagai pemberian amelioran/pupuk dan inokulasi rhizobium.

Inokulasi benih	Hasil biji (g/tanaman)				
	Tanpa amelioran	1,5 t/ha dolomit	1,5 t/ha dolomit+ 2,0 t/ha Bokasi	1,5 t/ha dolomit + 2,0 t/ha Bokasi+ 2,0 kg amonium hepta molibdat	Rata-rata
Tanpa inokulasi dan urea	2,61	3,80	5,58	4,41	3,85 a
Tanpa inokulasi+ 50 kg urea/ha	3,86	3,99	4,88	4,68	4,35 b
Iletrisoy-1	3,54	4,55	5,08	5,33	4,38 b
Iletrisoy-2	3,25	5,14	5,07	5,10	4,43 bc
Iletrisoy-3	3,13	4,72	5,19	4,48	4,63 bc
Iletrisoy-4	3,52	4,97	5,65	5,63	4,64 bc
Legin	2,27	4,99	5,36	5,10	4,94 c
Rata-rata	3,17 a	4,59 b	4,96 bc	5,11 c	

Sumber: Harsono *et al.* (2008).

http://serealkp/psekp/

Tabel 8. Pengaruh inokulasi benih dengan Iletrisoy-2 dan Iletrisoy-4 terhadap hasil kedelai (Anjasmoro) pada tiga takaran pemberian urea di lahan kering masam dengan tingkat kejenuhan Al-dd 20%.

Pemupukan urea (kg/ha)	Inokulasi rhizobium	Jumlah bintil akar (bintil/tanaman)	Hasil biji (t/ha)
0	Tanpa inokulasi	3,3	1,43
0	Iletrisoy-2	21,7	1,73
0	Iletrisoy-4	32,3	1,71
100	Tanpa inokulasi	1,7	1,28
100	Iletrisoy-2	23,3	2,10
100	Iletrisoy-4	25,2	1,81
200	Tanpa inokulasi	2,7	1,35
200	Iletrisoy-2	29,7	1,62
200	Iletrisoy-4	21,0	1,64

Sumber: Harsono *et al.* (2010).

Pupuk Organik Kaya Hara "Santap"

Untuk memperoleh hasil kedelai yang memadai, jumlah pupuk organik (misalnya pupuk kandang) yang diberikan harus dalam jumlah memadai (3-5 t/ha). Dalam penerapannya, petani menghadapi permasalahan dalam penyediaan, pengangkutan, dan aplikasinya di lapangan karena banyak membutuhkan tenaga. Guna mengatasi masalah tersebut, Balitkabi berupaya memformulasi pupuk organik yang diperkaya hara dengan nama "Santap". Bahan bakunya adalah kotoran sapi (45%), kotoran ayam (20%), batuan fosfat (20%), dan abu ketel pabrik gula (15%). Aplikasi pupuk "Santap" pada takaran yang relatif rendah mampu meningkatkan hasil kedelai pada lahan kering masam di Lampung Timur (Tabel 9). Pemberian 1,5 t/ha Santap menghasilkan kedelai lebih tinggi daripada pemberian 2,5 t/ha kotoran ayam maupun 3,5 t/ha kotoran sapi. Karena proses pembuatannya sederhana, yakni bahan baku hanya dicampur dan diinkubasi tanpa inokulasi mikroba, petani pada daerah-daerah yang tersedia bahan bakunya, misalnya di Jawa dan di Lampung, dapat membuat sendiri, tidak bergantung pada pupuk anorganik yang harganya cenderung naik.

http://perpustakaan.litbang.deptan.go.id/

Tabel 9. Pengaruh jenis dan takaran pupuk organik terhadap hasil kedelai pada lahan kering masam di Sukadana, Lampung Timur, 2010.

Jenis pupuk organik	Hasil biji (t/ha)		
	Pupuk organik 1,5 t/ha	Pupuk organik 2,5 t/ha	Pupuk organik 3,5 t/ha
Pukan sapi	1,00	1,12	1,14
Pukan ayam	1,15	1,33	1,77
Santap	1,42	1,66	2,05
Tanpa pupuk organik	0,85		

- Tanah dikapur untuk menurunkan tingkat kejenuhan Al-dd dari 31% menjadi 20%.
- Pupuk dasar 150 kg Phonska/ha.
- Pupuk organik dan Phonska diberikan pada saat tanam.

Sumber: Wijanarko dan Subandi (2010).

KESIMPULAN

(1) Lahan kering masam di Indonesia dapat dimanfaatkan untuk pengembangan area tanam kedelai. Diperlukan perbaikan kesuburan tanah dengan ameliorasi dan pemupukan, terutama untuk menaikkan pH tanah, menurunkan kejenuhan Al-dd, dan meningkatkan kandungan hara N, P, K, Ca, dan Mg.

(2) Bahan ameliorasi dapat berupa batu kapur (kalsit atau dolomit), bahan organik, atau kombinasi keduanya. Penetapan jumlah batu kapur didasarkan pada pendekatan penurunan kejenuhan Al-dd menjadi 20%. Pengapuran diarahkan untuk massa tanah lapisan 15 cm karena hasil kedelai tidak berbeda dengan hasil pada perlakuan pengapuran untuk massa tanah lapisan 30 cm teratas.

(3). Lahan miskin hara N, P, dan K yang diberi kapur untuk menurunkan kejenuhan Al-dd massa tanah lapisan 15 cm teratas menjadi 20% disertai pemupukan 300 kg Phonska/ha pada tahun petama memberikan hasil sangat rendah. Pada tahun kedua, hasil kedelai 2,16 t/ha dengan memanfaatkan residu kapur dan hasil sebesar 2,67 t/ha dengan tambahan kapur untuk perawatan hara sebanyak 25% dari takaran tahun pertama, dapat dicapai dengan pemberian pupuk 300 kg Phonska + 300 kg SP-18 + 50 kg urea + 50 kg KCl + 2,5 t kotoran ayam/ha.

(4) Untuk mengurangi ketergantungan pada penggunaan pupuk anorganik, inokulasi rhizobium "Iletrisoy" dapat meningkatkan pembentukan bintil akar secara efektif. Pupuk organik kaya hara "Santap" dapat mengurangi takaran pupuk kandang untuk kedelai pada lahan kering masam. Inokulasi benih dengan "Iletrisoy" dapat menggantikan 100 kg urea/ha, sedangkan pemberian 1,5 t/ha "Santap" menghasilkan kedelai lebih tinggi daripada pemberian 2,5-3,5 t/ha pupuk kandang. Penggunaan rhizobium "Iletrisoy" dan pupuk organik kaya hara "Santap" menghemat penggunaan pupuk N dan pupuk organik, yang berarti akan mengurangi biaya produksi, yang pada gilirannya akan meningkatkan pendapatan usaha tani kedelai.

DAFTAR PUSTAKA

Arya, L. M. 1990. Properties and process in upland acid soils in Sumatera and their management for crop production. Sukarami Research Institute for Food Crops. 109 pp.

Adisarwanto, T., Marwoto, D.M. Arsyad, A. Taufiq, D. Harnowo, Riwanodjo, H. Kuntyastuti, Suhartina, Heryanto, dan M. Rachman. 2007. Verifikasi efektivitas dan efisiensi paket teknologi PTT kedelai di lahan lahan

sawah dan lahan kering. Laporan Akhir 2005. Balai Penelitian Tanaman Kacang-kacangan dan Umbi-umbian, Malang.

Buurman, P. and J. Dai. 1976. Research on podzolic soils in Central and North Lampung (Sumatra) and its bearing on agicultural development. pp. 117-150. In: Proceedings of ATA 106 Midterm Seminar, Tugu, Bogor, 13-14 October 1976. Bulletin 3, Soil Research Institute, Bogor.

Clark, R.B. 1977. Effect of aluminum on growth and mineral elements of Al-tolerant and Al-intolerant corn. Plant Soil 47: 653-662.

Cooke, G.W. 1985. Potassium in the agricultural systems of the humid tropics. pp. 21-28. In: Potassium in the Agricultural System of the Humid Tropics. Proceedings of the 19th Colloqium of the International Potash Institute held in Bangkok, Thailand.

Corey, R.B. 1973. Factors affecting the availability of nutrients to plant. pp. 23-33. In: L.M. Walsh and J. Beaton (Eds.). Soil Testing and Plant Analysis. Soil Sci. Soc. Am., Inc., Madison, USA.

Grime, H., K. Nemeth, and L.C. von Braunschweig. 1971. Some aspects of potassium availability and uptake. pp. 1-10. In: Potash Review Subject 16. International Potash Institute, Berne, Switzerland.

Harsono, A., D. Cahyono, Suryantini, Prihastuti, dan M. Sudarjo. 2007. Teknologi perakitan pupuk hayati pada tanaman kacang-kacangan di lahan kering masam. Laporan Hasil Penelitian. Balai Penelitian Tanaman Kacang-kacangan dan Umbi-umbian, Malang.

Harsono, A., D. Sucahyono, Suryantini, dan Prihastuti. 2008. Teknologi perakitan pupuk hayati pada tanaman kacang-kacangan di lahan kering masam. Laporan Hasil Penelitian. Balai Penelitian Tanaman Kacang-kacangan dan Umbi-umbian, Malang. 51 hlm.

Harsono, A. 2008. Strategi pencapaian swasembada kedelai. Iptek Tanaman Pangan 3(2): 244-257.

Harsono, A., Suryantini, Prihastuti, dan D. Sucahyonoi. 2009. Teknologi perakitan pupuk hayati pada tanaman kacang-kacangan di lahan kering masam. Laporan Akhir Tahun. Balai Penelitian Tanaman Kacang-kacangan dan Umbi-umbian, Malang.

Harsono, A., Subandi, dan Suryantini. 2010. Formulasi pupuk hayati dan organik untuk meningkatkan produktivitas aneka kacang 20%, ubi 40% dan menghemat pupuk kimia 50%. Laporan Akhir Tahun 2010. Balai Penelitian Tanaman Kacang-kacangan dan Umbi-umbian, Malang.

http://isrijati.litbang.deptan.go.id/

Juo, A.S.R. and E.J. Kamprath. 1979. Retention and leaching of nutrions in a limed Ultisol under cropping. Soil Sci. Soc. Am. Proc. 43: 35-38.

Kamprath, E.J. 1970. Exchangeable aluminum as a criteria for liming leached mineral soils. Soil Sci. Soc. Am. Proc. 34: 252-254.

Mulyani, A. 2006. Potensi lahan kering masam untuk pengembangan pertanian. Warta Penelitian dan Pengembangan Pertanian 28(2): 16-17.

Nambiar, P.T.C. and P.J. Dart 1980. Studies on nitrogen fixation by groundnut in ICRISAT. pp. 110-124. In: Proceedings of the International Workshop on Groundnuts. ICRISAT, India.

Oates, K.M. and E.J. Kamprath. 1983. Soil acidity and liming. I. Effect of the extracting solution cation and pH on the removal of aluminum from acid soils. Soil Sci. Soc. Am. J. 47: 686-689.

Pavan, M.A and F.T. Bingham. 1982. Toxicity of aluminum to coffee seedlings grown in nutrient solution. Soil Sci. Soc. Am. J. 46: 993-997.

Prihastuti, Sudaryono, dan Triwardani. 2006. Kajian mikrobiologis pada lahan kering masam, Lampung. Agritek 14(5):10-25.

Ritchie, G.S. P. 1989. The chemical behaviour of aluminum, hydrogen and manganese in acid soils. pp. 1-49. In: A.D. Robson (Ed.). Soil Acidity and Plant Growth. Acad. Press.Harcourt Brace Jovanovich Publishers.

Soedarjo, M., Prihastuti, Suryantini, D. Sucahyono, dan A. Harsono. 2007. Teknologi perakitan pupuk hayati pada tanaman kacang-kacangan di lahan kering masam. Laporan Akhir 2007. Balai Penelitian Tanaman Kacang-kacangan dan Umbi-umbian, Malang.

Sanchez, P. A. 1976. Properties and Management of Soil in the Tropics. John Wiley and Sons Ltd., New York. 618 pp.

Subandi, M. Rachmat, dan L.J. Santoso. 2006. Hasil evaluasi tumpangsari ubikayu + kedelai (tidak dipublikasi).

Subandi, M. Adie, A. Kasno, Sukarman, dan A. Harsono. 2009. Percepatan pelepasan calon varietas kedelai dan perakitan teknologi dengan konsorsium kedelai. Laporan Akhir 2009. Balai Penelitian Tanaman Kacang-kacangan dan Umbi-umbian, Malang.

Sudarman, S. 1987. Kajian Pengaruh Pemberian Kapur pada Tanah Ultisol atas Kelakuan Kalium dan Agihan Aluminium. Tesis. Program Pascasarjana, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta. 305 hlm.

Taufiq, A., H. Kuntyastuti, Sudaryono, A.G. Mansuri, Suryantini, Triwardani, dan C. Prahoro. 2003. Perbaikan dan peningkatan efisiensi produksi

http://balitkabi.litbang.deptan.go.id

kedelai di lahan kering masam. Laporan Teknis. Balai Penelitian Tanaman Kacang-kacangan dan Umbi-umbian, Malang.

Taufiq, A. dan H. Kuntyastuti. 2004. Upaya peningkatan produksi kedelai di lahan masam Sumatera Selatan. hlm. 23-33. Dalam: Marwoto, Subowo G, dan A. Taufiq (Ed.). Prosiding Lokakarya Pengembangan Kedelai Melalui Pengelolaan Tanaman Terpadu (PTT) di Lahan Kering Masam. Pusat Penelitian dan Pengembangan Sosial Ekonomi Pertanian, Bogor.

Tisdale, S. and W. Nelson. 1975. Soil Fertility and Fertilizer. McMillan Publishing Co., Inc., New York. 694 pp.

Uehara, G. and G. Gillman. 1981. The Mineralogy, Chemistry, and Physics of Tropical Soils with Variable Charge Clays. Westview Press, Inc., Colorado. 170 pp.

Wijanarko, A. dan Subandi. 2010. Pengaruh jenis dan takaran pupuk organik terhadap hasil kedelai di lahan kering masam. hlm. 12-20. Dalam: Subandi *et al*. (Ed.). Pengaruh ameliorasi sampai lapisan tanah *subsoil* dan pemupukan pada lahan kering masam terhadap produktivitas dan pendapatan usahatani kedelai. Laporan Akhir 2010. Balai Penelitian Tanaman Kacang-kacangan dan Umbi-umbian, Malang.

http://serverlib/pse

Kutu Kebul: Hama Penting Kedelai dan Strategi Pengendalian

MARWOTO

Balai Penelitian Tanaman Kacang-kacangan dan Umbi-umbian
Jalan Raya Kendal Payak, Kotak Pos 66, Malang 65101
E-mail: marwoto_kabi@yahoo.co.id

ABSTRAK

Salah satu gangguan dalam meningkatkan produksi kedelai adalah hama kutu kebul. Kehilangan hasil akibat serangan hama ini dapat mencapai 80%, bahkan pada serangan berat dapat menyebabkan puso (gagal panen). Sebagian besar pengendalian kutu kebul pada tanaman kedelai di tingkat petani masih mengandalkan insektisida, namun sering kali gagal. Untuk mengantisipasi ancaman serangan kutu kebul, perlu diketahui biologi, tingkat kerusakan, kehilangan hasil, faktor lingkungan yang berpengaruh terhadap ledakan kutu kebul, dan cara pengendalian hama di tingkat petani sebagai dasar dalam menyusun strategi pengendalian yang tepat. Pengendalian kutu kebul dapat dilakukan dengan berlandaskan pada pengendalian hama terpadu (PHT). Dengan menggunakan komponen pengendalian yang kompatibel, termasuk waktu tanam, varietas tahan, musuh alami, tanaman perangkap/penghalang jagung, serta aplikasi pestisida yang berlandasan pada asas ekologi dan ekonomi, diharapkan pengendalian kutu kebul akan lebih efektif.

Kata kunci: kedelai, kutu kebul, pengendalian hama, strategi

http://server.litbang.deptan.go.id

PENDAHULUAN

Berdasarkan hasil identifikasi dari sembilan jenis serangga hama pemakan daun, kutu kebul *Bemisia tabaci* Gennadius juga sebagai serangga pembawa virus. Kutu kebul mampu menularkan berbagai penyakit virus seperti *cowpea mild mottle virus* (CMMV) pada tanaman kedelai. Kehilangan hasil akibat serangan kutu kebul dapat mencapai 80%, bahkan mengakibatkan gagal panen jika tidak dikendalikan.

Usaha pengendalian kutu kebul pada umumnya bertumpu pada aplikasi insektisida. Penggunaan insektisida secara tunggal dan terus-menerus dapat mengakibatkan terjadinya resistensi hama. Perkembangan populasi kutu kebul dipicu antara lain oleh perubahan suhu udara (semakin kering udara, semakin meningkat populasi kutu kebul), waktu tanam yang tumpang tindih dalam suatu area, penanaman varietas peka, kelembapan udara dan tanah, dan pengendalian dengan insektisida. Untuk mengantisipasi serangan

hama kutu kebul pada tanaman kedelai perlu diidentifikasi morfologi, biologi, tingkat kerusakan, kehilangan hasil, dan cara pengelolaan hama.

Makalah ini membahas ekobiologi, potensi kerusakan tanaman kedelai akibat serangan, faktor pemicu perkembangan populasi, dan strategi pengendalian hama kutu kebul yang efektif dan ramah lingkungan.

EKOBIOLOGI KUTU KEBUL

Dalam sistematika klasifikasi, kutu kebul termasuk dalam ordo Homoptera, famili Aleyrodidae, genus *Bemisia*, dan spesies *tabaci*. Hama ini bersifat polifag (mempunyai banyak jenis tanaman inang) sehingga sulit dikendalikan. Strategi pengendalian hama yang efektif dapat disusun dengan mempelajari ekobiologi hama.

Morfologi dan Bioekologi

Serangga dewasa kutu kebul berwarna putih dengan sayap jernih, ditutupi lapisan lilin yang bertepung. Ukuran tubuhnya berkisar 1,0-1,5 mm. Serangga dewasa meletakkan telur di permukaan bawah daun muda, telur berwarna kuning terang dan bertangkai seperti kerucut. Bentuk telur lonjong (oval), warna putih bening ketika baru diletakkan, kemudian kecoklatan menjelang menetas. Telur berdiameter 0,25 mm, biasanya diletakkan pada permukaan bawah daun. Seekor betina mampu menghasilkan telur 28-300 butir, bergantung pada tanaman inang dan suhu lingkungan (Hirano *et al.* 1993). Stadia telur berlangsung selama 6 hari.

Serangga muda (nimfa) yang baru keluar dari telur berwarna putih pucat, tubuhnya berbentuk bulat telur dan pipih. Hanya instar satu yang kakinya berfungsi, sedangkan instar dua dan tiga melekat pada daun selama masa pertumbuhannya. Panjang tubuh nimfa 0,3-0,7 mm. Nimfa instar pertama paling aktif bergerak untuk mendapatkan bagian daun yang cocok sebagai sumber nutrisi selama menyelesaikan stadia nimfa. Sekali menemukan tempat tersebut, biasanya nimfa tidak berpindah sampai menjadi imago. Periode nimfa berlangsung 2-4 minggu. Stadia pupa terbentuk pada permukaan daun bagian bawah. Spesies lain yang lebih besar disebut *Aleurodicus dispersus* atau kutu putih.

Bemisia adalah serangga *arrhenotokous*, dapat menghasilkan telur infertil yang akan menjadi imago jantan, dan telur fertil yang akan menjadi imago betina. Populasi dewasa didominasi oleh imago betina yang cenderung hidup lebih lama dibanding imago jantan.

Kutu kebul tersebar secara luas di daerah tropis dan subtropis (Mound dan Hasley 1978). Lebih dari 350 spesies tanaman dapat diserang oleh kutu kebul. Kerusakan tanaman dapat secara langsung karena kegiatan makan dari serangga ini, atau karena dampak tidak langsung melalui serangan cendawan jelaga yang timbul akibat banyaknya embun madu. Kutu kebul dapat menularkan virus patogen tanaman yang memperparah serangan (Morin *et al.* 1999; Briddon dan Markham 2000; Hunter dan Woolley 2001; Fukuta *et al.* 2003; Byamukama *et al.* 2004; Valverde *et al.* 2004).

Gejala Serangan

Serangga muda dan dewasa mengisap cairan daun. Daun kedelai yang terserang menjadi keriting dan pada tingkat serangan parah yang disertai oleh infeksi virus, daun keriting berwarna hitam dan pertumbuhan tanaman terhambat. Serangan berat pada tanaman muda menyebabkan pertumbuhan kerdil, daun keriput, dan polong tidak berisi.

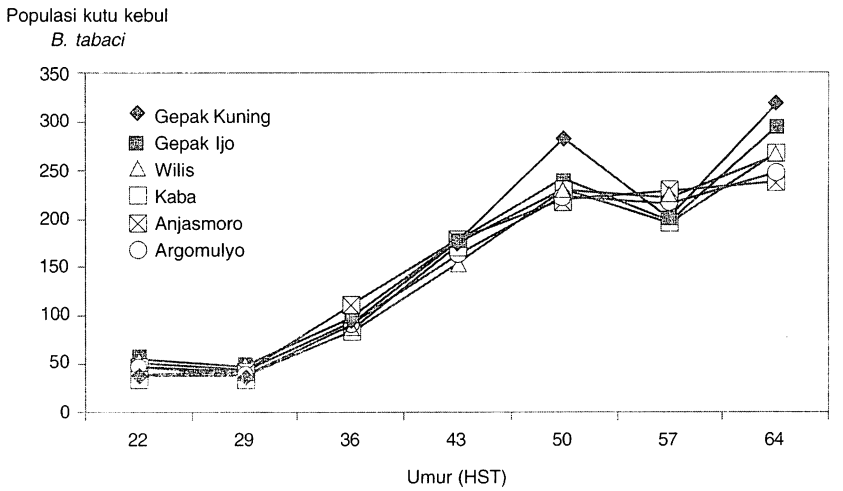
Tanaman Inang

Kutu kebul dapat menyerang tanaman dari famili Compositae (letus, krisan), Cucurbitaceae (mentimun, labu, labu air, peria, semangka, dan zuchini), Cruciferae (brokoli, kembang kol, kubis, lobak), Solanaceae (tembakau, terung, kentang, tomat, cabai), dan Leguminoceae (kedelai, kacang hijau, kacang tanah, buncis, kapri). Selain itu, kutu kebul juga mempunyai inang selain tanaman pangan, yaitu gulma babadotan (*Ageratum conyzoides*). Penelitian lain juga menyebutkan kutu kebul ditemukan pada *Ipomoea* spp.

http://balitsereal.litbang.deptan.go.id/

Pola Sebaran Populasi pada Kedelai

Populasi kutu kebul menunjukkan peningkatan seiring dengan bertambahnya umur tanaman. Pada musim kemarau pertama (MK I), puncak populasi kutu kebul pada tanaman kedelai terjadi pada umur 64 hari. Tidak terdapat perbedaan populasi yang nyata antara varietas Gepak Kuning, Gepak Ijo, Wilis, Kaba, Anjasmoro, dan Argomulyo. Pola perkembangan populasi kutu kebul pada masing-masing varietas kedelai cenderung sama, semakin tua umur tanaman semakin tinggi tingkat populasi hama kutu kebul. Tidak tampak varietas tertentu yang lebih disukai atau tidak disukai kutu kebul (Gambar 1).



Gambar 1. Populasi *Bemisia tabaci* pada berbagai varietas kedelai, KP Muneng, Probolinggo, MK I, 2010.

http://perpustakaan.litbang.deptan.go.id/repository/index.php/repository/perpustakaan.litbang.deptan.go.id/pseko/

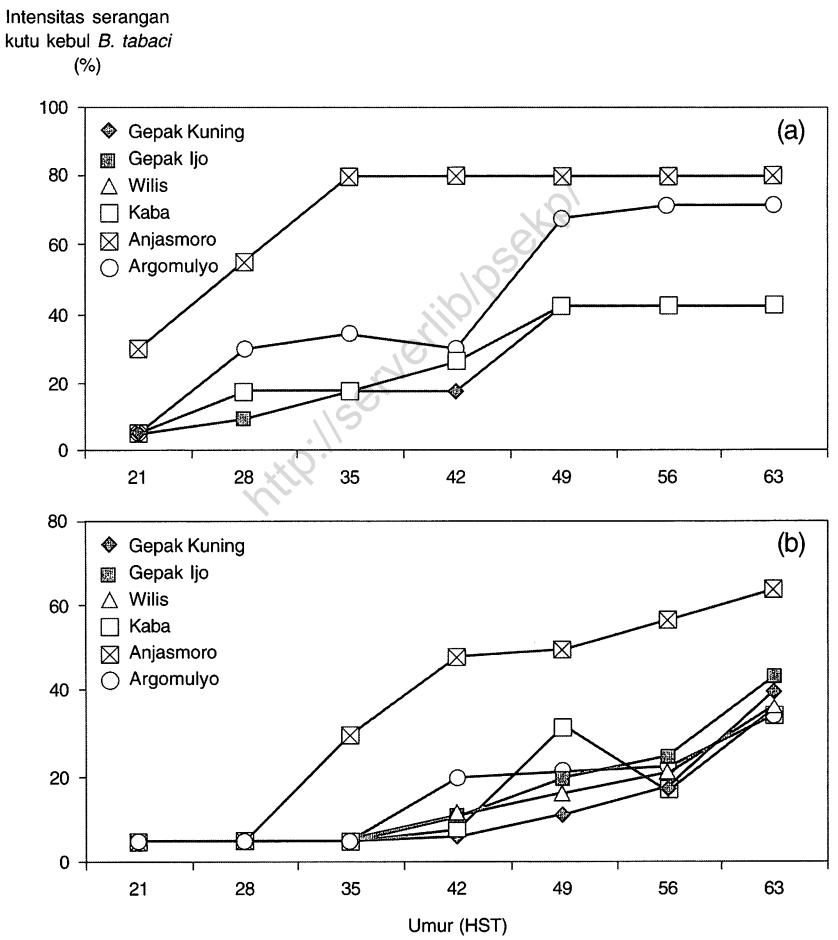
DAYA RUSAK DAN KEHILANGAN HASIL AKIBAT SERANGAN KUTU KEBUL

Ada tiga kerugian yang dapat diakibatkan oleh kutu kebul, yaitu: (1) kerusakan secara langsung, (2) kerusakan secara tidak langsung, dan (3) perannya sebagai vektor penyakit virus. Kerusakan secara langsung disebabkan hama ini langsung menusuk dan mengisap cairan daun tanaman inang sehingga tanaman menjadi layu, pertumbuhan terhambat, dan produktivitas menurun. Kehilangan cairan menyebabkan daun mengalami klorosis, mudah remuk, gugur sebelum waktunya, hingga akhirnya tanaman mati. Kerusakan secara tidak langsung disebabkan akumulasi embun madu yang dihasilkan oleh nimfa. Ekskreta kutu kebul menghasilkan embun madu yang merupakan medium tumbuh cendawan jelaga sehingga tanaman sering tampak berwarna hitam. Embun madu sangat potensial sebagai media pertumbuhan cendawan embun jelaga seperti *Cladosporium* spp. dan *Alternaria* spp. Hal ini dapat menyebabkan proses fotosintesis pada tanaman kedelai tidak normal (Tengkano dan Suhardjan 1985).

Selain merusak tanaman secara langsung, *Bemisia* spp. juga sebagai serangga vektor virus yang dapat menularkan penyakit CMMV pada kedelai dan kacang-kacangan lain. Di Jawa Timur, terdapat enam strain virus yang menyerang tanaman kedelai dan CMMV merupakan salah satu yang ditularkan oleh *Bemisia* spp. Infeksi virus pada tanaman kedelai umumnya

menghasilkan gejala serupa, yakni klorosis, belang, dan mosaik pada daun, daun keriput sehingga sulit dibedakan (Saleh dan Hardaningsih 2007).

Serangan kutu kebul yang parah menyebabkan tanaman kerdil, daun keriput, dan polong hampa. Ketahanan varietas unggul terhadap serangan kutu kebul beragam. Varietas Anjasmoro termasuk sangat peka terhadap serangan kutu kebul (Marwoto 2010). Tingkat serangan kutu kebul pada tanaman kedelai relatif sama pada setiap musim (MK I dan MK II), hanya varietas memberikan tanggapan yang beragam terhadap serangan kutu kebul (Gambar 2). Penggunaan varietas yang berbeda berpengaruh nyata terhadap intensitas serangan kutu kebul. Intensitas serangan pada varietas



Gambar 2. Pengaruh varietas terhadap intensitas serangan *Bemisia tabaci* pada MK I (a) dan MK II (b), 2010 di KP Muneng, Probolinggo.

Anjasmoro paling tinggi pada MK I (80%) maupun MK II (63,8%). Varietas Anjasmoro yang merupakan hasil seleksi massa dari keturunan galur murni Mansuria paling rentan terhadap kutu kebul. Varietas Anjasmoro yang terserang kutu kebul menunjukkan pertumbuhan yang terhambat, tanaman kerdil, daun berwana hijau tua dan penuh ditutupi embun jelaga berwarna hitam, serta jumlah polong sangat sedikit dan abnormal. Hasil pengamatan terhadap populasi kutu kebul pada berbagai varietas tidak menunjukkan perbedaan (Gambar 1), tetapi intensitas serangannya berbeda (Gambar 2). Varietas Anjasmoro peka terhadap virus tanaman kedelai, dengan melihat gajala daun keriting dan tanaman kerdil. Kutu kebul mampu menularkan penyakit CMMV, MYMV, dan SCLV (Kameya 2001). Pada tanaman kedelai di Jawa, hanya penyakit CMMV yang dapat dideteksi (Hirano *et al.* 1993).

Pada kondisi serangan yang cukup berat, varietas Anjasmoro pada perlakuan disemprot dengan insektisida hanya menghasilkan 0,04 t/ha biji kering, sedangkan varietas Gepak Kuning, Gepak Ijo, Wilis, Kaba, dan Argomulyo pada perlakuan disemprot maupun tidak disemprot dengan insektisida mampu menghasilkan biji kering di atas 1 t/ha (Tabel 1).

PERUBAHAN IKLIM PEMICU SERANGAN KUTU KEBUL

Suhu berpengaruh terhadap sistem metabolisme, fisiologi, dan ekosistem tanaman sehingga perubahan iklim akan berdampak terhadap berbagai usaha pertanian (Badan Litbang Pertanian 2007). Salah satu dampak perubahan iklim adalah meningkatnya populasi hama (Marwoto dan Indiati 2009). Pengaruh kenaikan suhu terhadap perkembangan dan pertumbuhan serangga hama dalam kondisi suhu optimum adalah proses metabolisme serangga hama akan meningkat berbanding lurus dengan kenaikan suhu

http://cybrary.ifrib/pustaka/

Tabel 1. Keragaman toleransi varietas kedelai terhadap kutu kebul *B. tabaci*, KP Muneng, 2010.

Varietas	Hasil (t/ha)	
	Disemprot insektisida	Tanpa insektisida
Gepak Kuning	1,56	1,07
Gepak Ijo	1,46	1,05
Wilis	1,77	1,09
Kaba	1,70	0,93
Anjasmoro	0,12	0,04
Argomulyo	1,77	0,86

Sumber: Marwoto (2010).

lingkungan. Apabila suhu naik, proses metabolisme serangga bertambah cepat. Proses metabolisme dalam tubuh serangga hama merupakan fenomena fisio-kimia yang kompleks. Proses ini menentukan kecepatan tumbuh maupun perkembangan suatu organisme. Apabila metabolisme berlangsung cepat, maka perkembangan serangga hama semakin meningkat.

Waktu yang dibutuhkan serangga hama untuk berkembang berbanding terbalik dengan suhu; bila suhu meningkat, maka proses metabolisme makin cepat dan waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan perkembangan serangga semakin cepat. Perkembangan dari telur hingga dewasa memerlukan waktu sekitar 13-60 hari, bergantung pada suhu dan tanaman inang. Pada suhu 25°C, perkembangan *Bemisia* spp. dari telur sampai imago memerlukan waktu rata-rata 23,6 hari, sedangkan pada suhu 27,5°C rata-rata 17,8 hari, tetapi telur tidak menetas pada suhu di atas 36,0°C. Ledakan hama kutu kebul sering terjadi pada musim kemarau II (Juni-Agustus). Hal ini terkait dengan lingkungan sehingga memicu timbulnya ledakan kutu kebul.

Tanaman kedelai di negara tropis termasuk Indonesia mempunyai kompleksitas hama yang beragam. Peningkatan suhu di bumi akan berakibat meningkatnya populasi hama, salah satunya adalah kutu kebul pada tanaman kedelai. Dalam ekosistem, terdapat berbagai mekanisme alami yang bekerja secara efektif untuk menjaga kelestarian dan keseimbangan ekologi yang dapat menekan populasi suatu hama. Mekanisme alami tersebut adalah predatisme, parasitisme, patogenitas, persaingan intra-/inter-spesies, suksesi, produktivitas, dan stabilitas. Jejaring makanan merupakan unsur ekosistem yang cukup penting dalam pengelolaan hama (Marwoto dan Suharsono 2008).

Kedelai sebagian besar (60%) diusahakan di lahan sawah setelah padi. Tanaman kedelai pada pola tanam kedua atau ketiga jatuh pada musim kemarau dengan suhu tinggi yang kering sehingga tanaman akan mendapat serangan hama, khususnya kutu kebul. Pertumbuhan populasi kutu kebul dipicu oleh faktor lingkungan, antara lain:

(1) Suhu tinggi dan kelembapan rendah pada musim tanam ketiga (MK II). Ledakan populasi kutu kebul sering terjadi pada MK II (Juni–Agustus). Cuaca yang panas mendorong peningkatan populasi karena siklus hidup hama lebih pendek.

(2) Waktu tanam tidak serentak dalam satu area yang luas. Tersedianya tanaman inang, baik tanaman utama maupun tanaman liar, sepanjang tahun berpengaruh terhadap peningkatan populasi kutu kebul. Sejumlah tanaman inang alternatif dapat menjadi faktor pendukung terjadinya ledakan populasi, terutama apabila iklim sesuai dengan kebutuhan reproduksi hama ini.

(3) Aplikasi insektisida yang tidak tepat, yang berdampak terhadap musuh alami, resistensi, dan resurgensi. Aplikasi insektisida dengan dosis tinggi memicu timbulnya resistensi hama terhadap insektisida, sedangkan aplikasi insektisida pada dosis *sublethal* akan memicu timbulnya resurgensi. Aplikasi insektisida berbahan aktif *imidacloprid*, *thiamethoxam*, *pyriproxyfen*, *buprofezin*, *pyridaben*, dan *pymetrozin* menyebabkan kutu kebul menjadi resisten.

Dalam rangka pengendalian kutu kebul, kedudukan tanaman kedelai dalam agroekosistem perlu dipertimbangkan agar kondisi lingkungan dan cara tanam dapat diatur sedemikian rupa sehingga tidak sesuai untuk pertumbuhan dan perkembangan kutu kebul. Beberapa faktor yang sering menimbulkan masalah hama adalah adanya keragaman dalam praktik budi daya tanaman, yang meliputi:

(1) Ketidakbersamaan waktu tanam. Waktu tanam yang tidak seragam sering menimbulkan peningkatan serangan hama karena stadia pertumbuhan yang dikehendaki hama selalu ada.

(2) Mutu benih. Berhasil tidaknya usaha tani kedelai salah satunya bergantung pada mutu benih, terutama benih yang mempunyai daya tumbuh tinggi dan sehat (bebas hama dan penyakit). Tanaman yang pertumbuhan awalnya lemah akan mudah terserang hama.

(3) Kerusakan tanaman akibat serangan hama akan semakin parah jika terjadi kekurangan air.

(4) Kesuburan tanah. Tanaman yang tumbuh pada tanah yang kurang subur menjadi kurang vigor dan mudah terserang hama.

(5) Tingkat pengendalian hama dan penyakit. Pengendalian yang bersifat individu dan bukan atas dasar musyawarah kelompok hamparan, menjadikan pengendalian tidak efektif.

Budi daya perlu penanganan optimal agar tanaman sehat sehingga meminimalkan kerusakan akibat hama dan penyakit.

STRATEGI PENGENDALIAN

Pendekatan Pengendalian

Pengendalian hama dan penyakit pada tanaman kedelai diarahkan pada pengendalian hama terpadu (PHT). PHT merupakan pendekatan cara pengendalian hama dan penyakit secara sinergis terpadu dari berbagai komponen yang didasarkan pada pertimbangan ekologi dan efisiensi ekonomi.

Strategi PHT adalah mendukung peran komponen pengendalian yang saling kompatibel, didasarkan pada asas ekologi dan ekonomi. Prinsip operasional yang digunakan dalam PHT adalah sebagai berikut:

1. Budi daya tanaman sehat

Budi daya secara optimal adalah prasyarat untuk memperoleh hasil tinggi. Tanaman yang sehat mempunyai ketahanan ekologi yang tinggi terhadap gangguan hama. Untuk itu, penggunaan paket teknologi produksi dalam praktik agronomis harus diarahkan kepada terwujudnya tanaman yang sehat.

2. Pelestarian musuh alami

Musuh alami (parasit, predator, dan patogen serangga) merupakan faktor pengendali alamiah yang penting sehingga perlu dilestarikan dan dikelola agar mampu berperan secara maksimal dalam pengaturan populasi hama di lapangan. Predator kutu kebul dari famili Anthocoridae, Coccinelidae, Chrysopidae, Hemerobiidae dan kebanyakan Miridae, cendawan dari golongan Hyphomycetes terutama *Paecilomyces*, *Verticillium* dan *Aschersonia* spp, perlu dijaga kelestariannya. Penggunaan pestisida minimal dan atau secara tepat serta rasional menjaga kelangsungan hidup musuh alami terhadap hama dan penyakit. Aplikasi pestisida spesifik, bukan bersifat *broad spectrum* (membunuh segala fauna unsur ekologi) juga merupakan tindakan perlindungan terhadap musuh alami.

3. Pemantauan keberadaan atau populasi hama

Pemantauan hama secara reguler dan intensif oleh petani merupakan langkah pengendalian yang tepat sebelum hama merusak tanaman. Tindakan ini juga sebagai dasar analisis ekosistem untuk pengambilan keputusan pengendalian yang diperlukan.

4. Petani sebagai ahli PHT

Petani sebagai penanggung jawab keamanan tanaman dari gangguan hama harus waspada dan tanggap terhadap gejala serangan, keberadaan hama, dan peran musuh alami. Kesehatan tanaman harus diupayakan secara kultur teknis agar mampu mengatasi serangan OPT. Petani sebagai pengambil keputusan dalam pemeliharaan ekosistem harus mampu menetapkan keputusan pengendalian hama secara tepat sesuai dengan dasar PHT.

5. Analisis ekosistem sebagai dasar pengendalian

Dalam sistem PHT, pengambilan keputusan pengendalian didasarkan atas analisis ekosistem. Analisis ekosistem yang telah ditetapkan dan berfungsi terdiri atas tiga subsistem, yaitu pemantauan, pengambilan keputusan, dan tindakan pengendalian hama. Pemantauan dilakukan untuk mengamati kondisi agroekosistem secara rutin terhadap komponen biotik pertumbuhan tanaman, gejala kerusakan, populasi hama dan penyakit, musuh alami, dan gulma, serta komponen abiotik kecukupan kelembapan tanah, curah hujan, suhu, air, dan angin. Pengamatan pertumbuhan secara rutin (misal satu minggu sekali) dapat dilakukan oleh petugas pengamat OPT khusus atau oleh petani yang terlatih. Metode pengamatan harus dibuat praktis dan ekonomis, tetapi tetap teliti (Marwoto dan Suharsono 2008).

Subsistem pengambilan keputusan berfungsi untuk menentukan keputusan pengelolaan hama yang tepat yang didasarkan pada hasil pemantauan. Pengambilan keputusan didasarkan pada ambang populasi serangga dan atau ambang kerusakan ekonomis yang ditimbulkan oleh hama. Keputusan meliputi berbagai tindakan pengendalian yang harus didasarkan pada pertimbangan perlu tidaknya aplikasi pestisida.

Subsistem tindakan mempunyai fungsi untuk segera melaksanakan keputusan berupa tindakan pengendalian atau pengelolaan hama pada unit lahan atau lingkungan pertanian yang dikelola. Tindakan tersebut dapat dilakukan oleh petani perorangan atau secara kelompok. Dalam praktik, semua subsistem tersebut dilakukan petani secara mandiri atau kelompok. Tidak bijaksana apabila petani menggantungkan dan menyerahkan kegiatan tersebut kepada orang lain.

http://marwoto.litbang.deptan.go.id

Komponen Pengendalian

Komponen pengendalian hama yang dapat diaplikasikan dalam penerapan PHT pada tanaman kedelai, khususnya untuk pengendalian kutu kebul adalah:

(1) Pemanfaatan pengendalian alami dengan mengurangi tindakan yang dapat merugikan atau mematikan perkembangan musuh alami. Penyemprotan insektisida dengan dosis berlebihan maupun frekuensi aplikasi yang tinggi akan mengancam populasi musuh alami (parasitoid dan predator). Tercatat 75 spesies telah dideskripsi sebagai predator pada kutu kebul, tetapi hanya spesies tertentu yang mampu menurunkan populasi kutu kebul.

(2) Pengendalian fisik dan mekanis yang bertujuan untuk mengurangi populasi hama, mengganggu aktivitas fisiologis hama yang normal, dan mengubah lingkungan fisik menjadi kurang sesuai bagi kehidupan dan

perkembangan hama. Penyiangan gulma, pengairan atau perbaikan pola tanam dapat membantu mengurangi populasi dan perkembangan hama.

(3) Pengelolaan ekosistem melalui usaha bercocok tanam, yang bertujuan untuk membuat lingkungan tanaman menjadi kurang sesuai bagi kehidupan dan pembiakan atau pertumbuhan serangga hama dan penyakit serta mendorong berfungsinya agens pengendali hayati. Beberapa teknik bercocok tanam kedelai adalah:

(a) Penanaman varietas yang tahan terhadap kutu kebul seperti Detam 1, Detam 2, Wilis, Gepak Kuning, Gepak Ijo, Kaba, dan Argomulyo. Untuk daerah endemis kutu kebul tidak disarankan menanam varietas Anjasmoro. Pada kondisi populasi kutu kebul tinggi perlu dibantu dengan aplikasi insektisida

(b) Penanaman benih sehat yang berdaya tumbuh tinggi. Benih yang sehat akan tumbuh menjadi tanaman yang sehat pula. Tanaman sehat akan mampu mempertahankan diri dari serangan hama, dengan kemampuan tumbuh kembali (*recovery*) yang lebih cepat.

(c) Pergiliran tanaman untuk memutus siklus hidup hama. Pergiliran tanaman dengan menanam tanaman bukan inang pada pola tanam sebelum atau sesudah kedelai merupakan usaha untuk memutus siklus hama agar populasi kutu kebul tidak dapat meningkat dengan cepat.

(d) Sanitasi atau membersihkan tanaman inang di sekitar kebun, sisa-sisa tanaman atau tanaman lain yang dapat dipakai sebagai inang. Rotasi tanaman dengan tanaman noninang juga dianjurkan.

(e) Waktu tanam yang tepat dalam satu hamparan tanam serempak atau selisih waktu tanam tidak boleh lebih dari 10 hari. Hindari waktu tanam yang tumpang-tindih pada satu area tanam kedelai yang luas. Perbedaan waktu dan stadia tanaman dalam area yang luas akan mendorong pertumbuhan populasi hama. Hal ini menyebabkan makanan bagi hama kutu kebul tersedia sepanjang waktu. Populasi hama meningkat dengan cepat karena ketersediaan makanan hama yang sesuai, akibat kegiatan manusia membudidayakan kedelai pada area yang luas secara terus-menerus.

(f) Penanaman tanaman penghalang atau penolak dengan tujuan menghambat penerbangan/migrasi hama, misalnya penanaman jagung pada area pertanaman kedelai untuk menghalangi atau mengganggu migrasi hama kutu kebul (Marwoto *et al.* 1991). Tanaman penghalang (*barrier*) dengan tanaman jagung yang rapat dapat membantu mengurangi migrasi kutu kebul.

(4) Penggunaan agens hayati (pengendalian biologis). Pengendalian biologis pada dasarnya adalah pemanfaatan dan penggunaan musuh alami untuk mengendalikan hama. Musuh alami yang terdiri atas parasitoid, predator, dan patogen serangga hama merupakan agens hayati yang dapat dipakai sebagai alat pengendalian hama kutu kebul (Marwoto 1999). Predator kutu kebul dari famili Anthocoridae, Coccinelidae, Chrysopidae, Hemerobiidae dan kebanyakan Miridae tidak mampu menjaga populasi kutu kebul di bawah ambang ekonomi di rumah kaca, namun predator dari genus *Macrolopus* atau *Dicyphus* mampu menurunkan populasi kutu kebul (Gerling *et al.* 2001). Menurut van Lenteren *et al.* (1996), cendawan yang menginfeksi kutu kebul dapat dibedakan menjadi dua kelompok, yaitu kelompok yang terspesialisasi pada kutu kebul, yaitu genus *Aschersonia,* dan *Verticillium* yang mempunyai kisaran inang lebih luas. Faria dan Wraight (2001) mencatat cendawan dari golongan Hyphomycetes, terutama *Paecilomyces*, *Verticillium,* dan *Aschersonia* spp. sering menyebabkan terjadinya epizootik pada populasi kutu kebul di lapangan. Beberapa spesies yang telah diidentifikasi adalah *A. aleyrodis, A. andropogonis, A. goldiana, Beauveria bassiana, P. farinosus, P. fumosoroseus*, dan *V. lecanii*. Cendawan dari golongan entomophtorales juga mampu menginfeksi kutu kebul, antara lain *Conidiobolus* spp., *Entomopthora* spp., dan *Zoophthora* spp.

(5) Pestisida nabati atau kimiawi secara selektif untuk mengembalikan populasi hama pada asas keseimbangan. Banyak insektisida yang telah digunakan untuk mengendalikan kutu kebul seperti asetamiprid (Zabel *et al.* 2001), buprofezin dan diafentiuron (Gerling dan Naranjo 1998), dan karbosulfan (Manzano *et al.* 2003). Namun, pengendalian dengan insektisida *imidacloprid*, *thiamethoxam*, *pyriproxyfen*, *buprofezin*, *pyridaben*, dan *pymetrozin* tidak mampu mengendalikan hama kutu kebul. Aplikasi insektisida dilaporkan menimbulkan resistensi pada hama ini (Palumbo *et al.* 2001). Serbuk biji mimba efektif mengendalikan kutu kebul (Indiati dan Marwoto 2008). Keputusan tentang penggunaan pestisida kimiawi diambil setelah analisis ekosistem terhadap hasil pengamatan dan ketetapan tentang ambang kendali. Pestisida yang dipilih harus yang efektif dan telah diizinkan.

Strategi pengendalian kutu kebul perlu didasarkan pada hasil pemantauan ambang kendali dan alternatif komponen pengendalian seperti disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Ambang kendali kutu kebul *B. tabaci* dan alternatif pengendaliannya.

Ambang kendali	Alternatif pengendalian
¸ Gejala daun keriput, daun kehitaman dengan intensitas serangan daun 12,5% pada umur < 20 hari ¸ Gejala daun keriput, daun kehitaman dengan intensitas serangan daun 20% pada umur > 20 hari ¸ Populasi kutu kebul cukup tinggi	¸ Tanam serempak dengan selisih waktu kurang dari 10 hari ¸ Tanaman penghalang jagung yang rapat di pematang ¸ Menggunakan varietas toleran ¸ Semprot insektisida nabati serbuk biji mimba ¸ Semprot insektisida sistemik dan kontak

Sumber: Marwoto *et al.* (2008).

KESIMPULAN DAN SARAN

(1) Kutu kebul perlu mendapatkan perhatian dalam pengendaliannya karena merupakan hama penting pada tanaman kedelai. Perubahan iklim dan peningkatan suhu mendorong berkembangnya populasi kutu kebul. Penanaman kedelai pada musim kemarau setelah padi-padi sangat berpotensi terserang kutu kebul.

(2) Pengaturan waktu tanam, tanam serentak, penanaman tanaman pengahalang jagung yang rapat di pematang, penanaman varietas tahan (Detam 1, Detam 2, Wilis, Kaba, Gepak Kuning, Gepak Ijo, Argomulyo), pemanfaatan bahan nabati (serbuk biji mamba) dan insektisida kimiawi yang bersifat sistemik dan kontak yang diaplikasikan berdasarkan ambang kendali, merupakan komponen pengendali yang dapat dianjurkan. Pengendalian hama kutu kebul pada tanaman kedelai seyogianya berlandaskan konsep PHT.

DAFTAR PUSTAKA

Badan Litbang Pertanian. 2007. Strategi dan Inovasi Teknologi Pertanian Menghadapi Perubahan Iklim Global. Badan Libang Pertanian, Jakarta. 29 hlm.

Briddon, R.W. and P.G. Markham. 2000. Cotton leaf curl virus disease. Virus Res. 71: 151-159.

Byamukama, E., R.W. Gibson, V. Aritua, and E. Adipala. 2004 Within-crop spread of sweet potato virus disease and the population dynamics of its whitefly and aphid vectors. Crop Prot. 23: 109-116.

Faria, M. and S.P. Wright. 2001. Biological control of *Bemisia tabaci* with fungi. Crop Prot. 20: 767-778.

Fukuta, S., S. Kato, K. Yoshida, Y. Mizukami, A. Ishida, J. Ueda, M. Kanbe, and Y. Ishimoto. 2003. Detection of tomato yellow leaf curl virus by loop-mediated isothermal amplification reaction. J. Virol. Methods 112 : 35-40.

Gerling, D. and S.E. Naranjo. 1998. The effect of insecticide treatments in cotton fields on the levels of parasitism of *Bemisia tabaci* (Gennadius). Biological Control 12: 33-41.

Hirano, K., E. Budiyanto, and S. Warni. 1993. Biological characteristics and forecasting outbreaks of whitefly, *Bemisia tabaci*, a vector of virus diseases in soybean fields. http://www.agnet.org/library/tb/135.

Hunter, M.S. and J.B. Woolley. 2001. Evolution and behavioral ecology of heteronomous Aphelinidae parasitoids. Annu. Rev. Entomol. 46: 251-290.

Indiati, S.W dan Marwoto. 2008. Ekstrak biji mimba sebagai insektisida nabati. Buletin Palawija 15: 9-14.

Kameya, M. 2001. Virus disease of soybean in Southeast Asian countries. http://www.agnet.org/library/tn/2001006/.

Manzano, M.R., J.C. van Lenteren, and C. Cardona. 2003. Influence of pesticide treatments on the dynamics of whiteflies and associated parasitoids in snap bean fields. BioControl 48: 685-693.

Marwoto., E. Wahyuni, dan K.E. Neering. 1991. Pengelolaan pestisida dalam pengendalian hama kedelai secara terpadu. Monograf Balittan Malang 7: 39.

Marwoto. 1999. Rakitan Teknologi PHT pada Tanaman Kedelai. hlm. 67-97. Dalam: Prosiding Lokakarya Strategi Pengembangan Produksi Kedelai. Bogor, 16 Maret 1999. Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanaman Pangan, Bogor.

Marwoto. 2007. Dukungan pengendalian hama terpadu dalam Program Bangkit Kedelai. Iptek Tanaman Pangan 2(1): 79-92.

Marwoto., S. Hardaningsih, dan A. Taufik. 2008. Hama, Penyakit dan Masalah Hara pada Tanaman Kedelai. Identifikasi dan Pengendaliannya. Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanaman Pangan, Bogor. 66 hlm.

Marwoto dan Suharsono. 2008. Strategi dan komponen teknologi pengendalian ulat grayak (*Spodoptera litura* Fabricus) pada tanaman kedelai. Jurnal Penelitian dan Pengembangan Pertanian 27(4): 131-136.

http://cybrarib/pustaka/

Marwoto dan S. Indiati. 2009. Pengendalian hama kedelai dalam era perubahan iklim global. Iptek Tanaman Pangan 4(1): 94-103.

Marwoto. 2010. Teknologi pengendalian hama kutu kebul *Bemisia tabaci* pada produksi kedelai di lahan optimal untuk menekan kehilangan hasil sebesar 30%. Laporan Penelitian 2010. Balai Penelitian Tanaman Kacang-kacangan dan Umbi-umbian, Malang. 30 hlm.

Morin, S., M. Ghanim, M. Zeidan, H. Czosnek, M. Verbeek, and J.F.J.M van den Heuvel. 1999. A GroEL homologue from endosymbiotic bacteria of the whitefly *Bemisia tabaci* is implicated in the circulative transmission of tomato yellow leaf curl virus. Virology 256: 75-84.

Mound, L.A. and S.H. Halsey. 1978. Whitefly of the World. A Systematic Catalogue of the Aleyrodidae (Homoptera) with Host Plant and Natural Enemy Data. British Museum (Natural History), London.

Palumbo, J.C., A.R. Horowitzb, and N. Prabhakerc. 2001. Insecticidal control and resistance management for *Bemisia tabaci*. Crop Prot. 20: 739-765.

Saleh, N. dan S. Hardaningsih. 2007. Pengendalian penyakit terpadu pada tanaman kedelai. hlm. 319-344. Dalam: Kedelai. Teknologi dan Pengembangan. Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanaman Pangan, Bogor.

Tengkano, W. dan M. Suharjan. 1985. Jenis hama utama pada berbagai fase pertumbuhan tanaman kedelai. hlm. 295-318. Dalam: S. Somaatmadja *et al.* (Eds.). Kedelai. Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanaman Pangan, Bogor.

Valverde, R.A., J. Sima, and P. Lotrakul. 2004. Whitefly transmission of sweet potato viruses. Virus Res. 10: 123-128.

Van Lenteren, J.C., H.J.W. Roermund, and S. Sutterlin. 1996. Biological control of greenhouse whitefly (*Trialeurodes vaporariorum*) with the parasitoid *Encarsia formosa*: how does it work? Biol. Control 6(1): 1-10.

Zabel, A., B. Manojlovic, S. Stankovic, S. Rajkovic, and M. Kostic. 2001. Control of whitefly *Trialeurodes vaporarium* Westw. (Homoptera, Aleyrodidae) on tomato by the new insecticide acetamiprid. J. Pest Sci. 74: 52-56.

http://sumberib/pertani/

Pengembangan Teknologi Pakan untuk Peningkatan Produksi Ternak Ruminansia

BUDI HARYANTO

Balai Penelitian Ternak
Jalan Banjarwaru, Kotak Pos 221, Bogor 16002
E-mail: budiharyanto_51@yahoo.com

ABSTRAK

Produktivitas ternak ruminansia bergantung pada kualitas nutrisi dan interrelasi mikroba rumen dalam mencerna bahan organik pakan serta efisiensi metabolis jaringan tubuh dalam menyimpan zat gizi. Pakan ternak berserat yang berkualitas rendah perlu ditingkatkan sebelum diberikan kepada ternak, melalui proses fisik, kimia atau biologis yang tepat. Perubahan lingkungan rumen ikut menentukan efektivitas kinerja mikroba dalam menghasilkan enzim yang diperlukan untuk memecah partikel serat dan mencernanya menjadi senyawa-senyawa yang dapat dimanfaatkan ternak untuk berproduksi. Perubahan lingkungan rumen dapat terjadi melalui suplementasi zat gizi, antimikroba, bufer, maupun manipulasi sifat fisik-kimia bahan pakan. Intensitas degradasi bahan organik pakan dan efektivitas fermentasi mikroba rumen bepengaruh terhadap produktivitas ternak. Pengembangan teknologi ke depan perlu diarahkan pada pemanfaatan komponen bahan pakan secara terintegrasi sehingga dapat digunakan secara maksimal untuk meningkatkan produksi ternak dalam suatu sistem terpadu tanpa limbah.

Kata kunci: ruminansia, teknologi pakan, mikroba, rumen, produktivitas

http://isc.litbang.deptan.go.id

PENDAHULUAN

Ternak ruminansia mempunyai keunggulan dalam memanfaatkan bahan organik pakan karena adanya mikroba rumen yang membantu pemecahan komponen pakan di dalam rumen. Kemampuan tersebut memungkinkan ternak ruminansia mengonversi bahan organik yang tidak dapat langsung digunakan oleh manusia menjadi produk ternak yang bernilai nutrisi tinggi seperti daging dan susu. Peran mikroba rumen yang sedemikian penting bagi ternak ruminansia telah menarik para peneliti untuk mempelajari berbagai aspek yang berkaitan dengan degradasi bahan organik dengan tujuan untuk mendapatkan manfaat yang maksimal dalam upaya meningkatkan konversi bahan organik pakan menjadi produk pangan manusia (Haryanto 1989).

Efisiensi pemanfaatan pakan yang tinggi akan diperoleh apabila degradasi komponen-komponen pakan yang terjadi di dalam rumen

semakin intensif dan hasil degradasi tersebut dapat dimetabolisme dalam jaringan tubuh ternak serta selanjutnya diubah menjadi produk ternak yang dapat dikonsumsi manusia. Ekosistem rumen merupakan lingkungan yang sangat dinamis dan dipengaruhi oleh perubahan karakteristik yang terus-menerus terjadi sepanjang waktu. Perubahan ini berpengaruh terhadap fluktuasi karakteristik ekosistem rumen yang saling berinteraksi dengan kinerja enzimatis mikroba hingga proses pencernaan rumen dapat berlangsung secara optimal.

Dalam makalah ini dibahas karakteristik rumen yang perlu dijadikan landasan dalam upaya mendapatkan manfaat yang optimum agar diperoleh produk ternak ruminansia yang lebih tinggi dengan kualitas yang lebih baik.

FUNGSI RUMEN

Ekosistem rumen dapat dilihat dari sisi kondisi lingkungan (habitat) mikroba dan kinerja mikroba yang hidup di dalam rumen. Habitat yang sesuai untuk perkembangan mikroba akan menyebabkan mikroba tersebut dapat berfungsi optimal menghasilkan enzim yang diperlukan untuk memecah komponen utama zat gizi pakan, seperti karbohidrat, protein, dan lemak. Ekosistem rumen yang memengaruhi kinerja mikroba dalam menghasilkan enzim antara lain adalah derajat keasaman (pH), konsentrasi amonia, konsentrasi asam-asam lemak mudah terbang rantai pendek, tekanan osmotik, kandungan mineral-mineral yang esensial, dan komposisi mikroba. Substrat yang menjadi target pencernaan mikroba terutama berasal dari pakan yang dikonsumsi. Berbagai spesies dan genus mikroba ikut berperan dalam proses pencernaan. Proses ini dapat terjadi secara sinergis, antagonis maupun mutualistis antarspesies atau genus mikroba.

Lingkungan mikro di dalam rumen yang akan memengaruhi pertumbuhan dan perkembangan mikroba dapat dikelompokkan menjadi dua fase media, yaitu cair dan padat. Mikroba sebagian besar berada pada media cair dan sebagian kecil menempel pada partikel padat. Partikel padat terutama adalah partikel pakan yang belum didegradasi secara sempurna sehingga ukuran molekulnya masih cukup besar.

Derajat keasaman (pH) lingkungan rumen normal adalah netral pada angka 6,8-7,2, bergantung pada bahan organik pakan yang ada. Pakan yang mengandung polisakarida (karbohidrat) cukup tinggi akan menyebabkan penurunan pH sehingga akan menciptakan kondisi asam yang sesuai untuk pertumbuhan protozoa, namun populasi bakteri menjadi berkurang. Fluktuasi pH terjadi secara terus-menerus dan demikian pula populasi mikroba. *Buffer saliva* dapat digunakan untuk menjaga kestabilan pH rumen.

Kandungan amonia di dalam rumen berasal dari deaminasi protein pakan dan siklus urea tubuh yang masuk ke rumen melalui dinding rumen. Ketersediaan amonia di dalam rumen sangat diperlukan untuk sintesis protein mikroba. Konsentrasi amonia rumen yang dibutuhkan untuk perkembangan mikroba secara optimum adalah sekitar 3,57 mMol (Satter dan Slyter 1974).

Kandungan asam lemak rantai pendek yang merupakan hasil aktivitas mikroba terdiri atas asam asetat, propionat, butirat, iso-butirat, dan iso-valerat. Konsentrasi total asam lemak rantai pendek ini 90-100 mMol, bergantung pada substrat yang tersedia dan efektivitas mikroba dalam mendegradasi dan memfermentasi substrat bahan organik tersebut. Asam lemak rantai pendek merupakan sumber energi utama bagi ternak ruminansia.

Tekanan osmotik cairan rumen memengaruhi kestabilan integritas membran sel mikroba. Tegangan permukaan yang terlalu tinggi dapat memecah membran sel sehingga mikroba mengalami lisis. Metode defaunasi dapat dilakukan dengan cara mengubah tegangan permukaan cairan rumen menggunakan prinsip saponifikasi. Protozoa adalah mikroba yang paling besar dipengaruhi oleh saponifikasi sehingga menurunkan populasi protozoa di dalam rumen dan populasi bakteri meningkat. Hal ini berpengaruh positif terhadap produktivitas ternak.

Kandungan nutrisi yang diperlukan untuk pertumbuhan mikroba rumen selain amonia dan energi adalah mineral esensial seperti seng, kobalt, dan sulfur (Mc. Dowell *et al.* 1993), terutama mineral-mineral yang diperlukan untuk aktivasi enzim yang dihasilkan mikroba tersebut. Selain mineral tertentu, senyawa fenil-propionat juga dapat memengaruhi aktivitas mikroba rumen (Thalib *et al.* 2000) yang berfungsi sebagai penghambat perkembangan populasi protozoa.

Zat antinutrisi dapat memengaruhi pertumbuhan mikroba sehingga menghambat perkembangannya, yang juga akan mengurangi tingkat pendegradasian bahan organik pakan oleh mikroba. Antibiotik, baik yang sintetis maupun murni, dapat menghambat pertumbuhan mikroba. Apabila antibiotik tersebut berpengaruh terhadap berbagai jenis mikroba, termasuk yang nonpatogen, maka akan mengubah pola fermentasi oleh mikroba yang terjadi di dalam rumen dengan mengubah pola terbentuknya asam-asam lemak rantai pendek. Berlawanan dengan antibiotik, probiotik dapat pula digunakan untuk memengaruhi pola fermentasi mikroba di dalam rumen. Penggunaan probiotik pada pakan bertujuan untuk membuat keseimbangan mikroorganisme yang bermanfaat dalam proses degradasi komponen zat gizi di dalam rumen (Williams dan Newbold 1990). Aktivitas enzimatis degradasi komponen serat dapat meningkat apabila produksi enzim pemecah serat dapat ditingkatkan (Gong dan Tsao 1979).

Peran Mikroba

Mikroba rumen terdiri atas bakteri, protozoa, dan fungi yang secara sinergis mendegradasikan bahan organik pakan, namun salah satu di antaranya menjadi predator yang lain (Hungate 1988). Mikroba tersebut menghasilkan enzim yang diperlukan untuk mendegradasi bahan organik sesuai dengan substrat masing-masing. Berdasarkan enzim yang dihasilkan maka dikenal mikroba rumen penghasil enzim pemecah protein (proteolitik), penghasil enzim pemecah serat (fibrolitik), dan penghasil enzim pemecah lemak (lipolitik) sebagai kelompok utama.

Ternak ruminansia menggunakan pakan berserat sebagai menu pokok. Pakan berserat merupakan pakan yang berasal dari hijauan rumput atau tanaman kacang-kacangan dengan kandungan utama terdiri atas selulosa, hemiselulosa, dan lignin. Pencernaan selulosa memerlukan enzim selulase kompleks. Enzim ini merupakan gabungan dari enzim endo-1,4-β-glukanase (endoglucanase), 1,4-β-D-glukan selobiohidrolase (exoglucanase), dan β-glukosidase (cellobiase). Sebagian besar bakteri rumen mampu menghasilkan enzim pemecah serat ini, antara lain *Ruminococcus albus, R. flavefaciens*, dan *Bacteroides succinogenes*. Selulosa juga dicerna oleh enzim yang dihasilkan fungi di dalam rumen, seperti *Callimastix frontalis* dan *Neocallimastix* (Hobson dan Jouany 1988).

Komponen hemiselulosa pada pakan berserat berkisar antara 40-50% dari total serat detergen netral. Pencernaan hemiselulosa memerlukan enzim pemecah xilan karena sebagian besar hemiselulosa tersusun atas xilan. Enzim xilanase dihasilkan antara lain oleh bakteri *B. succinogenes*.

Protozoa di dalam rumen berperan mendegradasikan polisakarida, di samping menjadi predator bakteri. Oleh karena itu, populasi bakteri akan meningkat apabila populasi protozoa ditekan. Upaya menurunkan populasi protozoa dikenal sebagai upaya defaunasi parsial. Defaunasi dapat meningkatkan derajat kecernaan komponen serat pakan.

Degradasi Bahan Organik Pakan oleh Mikroba

Bahan organik pakan dapat dibedakan menjadi kelompok karbohidrat, lemak, protein, dan sebagian vitamin. Kelompok karbohidrat berdasarkan strukturnya dapat dibedakan menjadi pati (amilum) dan serat (selulosa dan hemiselulosa) yang merupakan karbohidrat struktural. Masing-masing kelompok bahan organik tersebut mengalami degradasi (pencernaan) oleh mikroba tertentu di dalam rumen sesuai dengan substrat tersebut. Mikroba yang mampu menghasilkan enzim pemecah amilum (amilolitik) akan mendegradasikan pati menjadi gula sederhana yang selanjutnya menjadi substrat untuk proses fermentasi oleh mikroba. Mikroba yang mampu

menghasilkan enzim pemecah serat (fibrolitik) akan mendegradasikan selulosa dengan bantuan enzim selulolitik dan hemiselulosa dengan bantuan enzim xilanase menjadi gula sederhana, yang juga akan mengalami fermentasi selanjutnya oleh mikroba rumen. Mikroba yang mampu menghasilkan enzim pemecah protein (proteolitik) akan mendegradasikan protein menjadi gugus amino dan rantai karbon, yang masing-masing akan mengalami proses berikutnya sesuai dengan pemanfaatannya oleh mikroba rumen. Mikroba yang mampu menghasilkan enzim pemecah lemak (lipolitik) akan mendegradasikan lemak menjadi rantai karbon sesuai dengan tingkat degradasi yang terjadi dan selanjutnya akan digunakan oleh mikroba untuk proses metabolisme, atau digunakan oleh ternak setelah melalui proses absorbsi. Hobson dan Jouany (1988) secara lengkap membahas peran dan aktivitas mikroba rumen dalam mencerna bahan organik pakan. Penggunaan enzim secara langsung pada pakan ternak untuk meningkatkan nilai manfaat pakan juga dapat dilakukan (Yu *et al.* 2005).

Sinergisme antarmikroba di dalam rumen dalam memanfaatkan substrat hasil degradasi satu jenis mikroba dan yang lainnya sangat membantu dalam meningkatkan efektivitas pencernaan bahan organik menjadi produk antara yang dapat dimanfaatkan oleh ternak maupun mikroba. Perubahan kondisi lingkungan rumen ini dapat dilakukan untuk meningkatkan nilai manfaat pakan untuk ternak. Perubahan-perubahan lingkungan mikro rumen dapat melalui perubahan pH, konsentrasi amonia, populasi mikroba tertentu, tekanan osmosis, ketersediaan mineral dan unsur-unsur hara yang diperlukan mikroba, dan lain sebagainya.

http://sebelibrary.kp

KETERKAITAN ANTARA KARAKTERISTIK RUMEN DENGAN PRODUKTIVITAS TERNAK

Manipulasi kondisi rumen yang dapat memengaruhi intensitas degradasi bahan organik pakan telah menjadi fokus penelitian dalam tiga dekade terakhir. Pengaruh perubahan beberapa faktor secara simultan telah mendorong penerapan teknologi manipulasi ekosistem rumen sebagai salah satu metode peningkatan produktivitas ternak ruminansia.

Pakan berserat merupakan sumber energi pakan yang memerlukan proses enzimatis sebelum dapat dimanfaatkan ternak. Ternak ruminansia secara umum dapat memanfaatkan energi pakan hingga 82% yang ditunjukkan oleh nilai *Digestible Energy* (DE). Meskipun demikian, tidak semua *digestible energy* dapat dimetabolis oleh jaringan tubuh ternak karena ada energi dalam bentuk gas yang harus dikeluarkan seperti gas metana, energi dalam bentuk urine, dan energi yang harus digunakan untuk proses pencernaan. Jumlah gas metana bervariasi antara 2-15% dari jumlah energi

yang dikonsumsi ternak, dan merupakan gas rumah kaca yang dapat mengakibatkan pemanasan suhu global. Oleh karena itu, salah satu upaya manipulasi rumen juga dapat dimaksudkan untuk menurunkan pembentukan gas metana di dalam rumen, sehingga energi yang dikonsumsi dapat lebih banyak yang dimanifestasikan dalam bentuk produk ternak.

Di samping serat pakan, zat gizi pakan yang diperlukan ternak adalah protein. Namun, apabila protein pakan mengalami degradasi di dalam rumen maka akan dipecah menjadi komponen gugus amino dan komponen rantai karbon sehingga kehilangan fungsinya sebagai sumber asam amino bagi ternak. Walaupun demikian, tidak tertutup kemungkinan gugus amino hasil pemecahan tersebut akan digunakan kembali oleh mikroba rumen untuk membentuk asam amino di dalam sel tubuh mikroba, yang selanjutnya akan dapat dimanfaatkan oleh ternak setelah protein mikroba tersebut dicerna dalam saluran cerna pascarumen.

Hasil pencernaan dan fermentasi zat gizi pakan oleh mikroba rumen yang utama adalah asam-asam lemak rantai pendek yang berfungsi sebagai sumber energi bagi ternak. Keseimbangan antara ketersediaan energi dan protein tersebut akan mengarahkan metabolisme jaringan tubuh ternak menjadi produk ternak (daging atau susu) dengan kualitas tertentu. Kelebihan energi dalam metabolisme jaringan tubuh akan menyebabkan pembentukan lemak, sedangkan kelebihan protein akan menjadi pemborosan karena apabila terjadi kekurangan ketersediaan energi maka protein tersebut akan dirombak kembali menjadi energi.

Sintesis protein mikroba rumen merupakan keunggulan ternak ruminansia dalam memanfaatkan pakan dengan protein berkualitas rendah. Kemampuan mikroba untuk menggunakan unsur-unsur hara yang tersedia di dalam rumen menjadi massa mikroba, termasuk komponen protein dan karbohidrat di dalam sel mikroba, semestinya menjadi perhatian para peneliti pakan ruminansia dalam upaya meningkatkan efisiensi pemanfaatan pakan oleh ternak. Berkaitan dengan sintesis protein mikroba ini, strategi pemberian pakan dapat direkayasa sedemikian rupa sehingga pakan dengan kandungan protein rendah dapat digunakan ternak dengan tingkat produktivitas yang tinggi. Unsur utama untuk sintesis protein mikroba seperti amonia dapat diberikan dalam bentuk urea pakan, namun harus diperhatikan tingkat pemberiannya agar tidak terlalu tinggi sehingga kandungan amonia di dalam rumen tidak melebihi kebutuhan optimal untuk pertumbuhan mikroba. Pemberian daun tanaman kacang-kacangan (leguminosa) yang mempunyai kandungan protein lebih tinggi daripada rumput dapat pula digunakan.

Perubahan karakteristik rumen juga berkaitan dengan dinamika partikel pakan di dalam rumen, yang meliputi fraksi cair dan padat. Kecepatan laju alir

partikel digesta meninggalkan rumen bergantung pada ukuran partikel hingga batasan ukuran di bawah 1 mm. Semakin kecil ukuran partikel, semakin cepat laju alir partikel karena lebih mudah mengikuti aliran digesta ke saluran pascarumen. Pada saat partikel pakan tersebut tinggal (*residence time*) di dalam rumen akan berpengaruh terhadap efektivitas kerja mikroba dalam mencerna bahan organik yang ada pada partikel pakan tersebut, karena awal proses degradasi bahan organik memerlukan waktu bagi mikroba untuk melakukan pelekatan terlebih dahulu (*attachment*) sebelum terjadi proses pengeluaran enzim dan pencernaan (Akin dan Barton 1983; Cheng *et al.* 1990; Kudo *et al.* 1992).

Hasil degradasi bahan organik pakan di dalam rumen adalah asam-asam lemak rantai pendek yang menurunkan pH lingkungan rumen. Pakan dengan kandungan karbohidrat mudah larut yang tinggi akan lebih cepat menurunkan pH. Tingkat pH yang optimal untuk berbagai mikroba berbeda sehingga perubahan pH akan memengaruhi dinamika populasi mikroba rumen. Kondisi pH lebih rendah dari 4,5 sangat sesuai bagi perkembangan protozoa dan akan mengakibatkan penurunan populasi bakteri pemecah serat (fibrolitik). Populasi protozoa yang meningkat dapat menyebabkan produksi gas metana meningkat pula sehingga efisiensi pemanfaatan energi menjadi lebih rendah. Peningkatan pembentukan gas metana akan menurunkan produktivitas ternak. Untuk mengurangi populasi protozoa dapat dilakukan dengan menggunakan bahan kimia atau bahan alami yang mampu meningkatkan tekanan osmosis sehingga membran sel protozoa terganggu dan terjadi lisis (pemecahan sel). Penelitian yang dilakukan dengan penekanan pengamatan pada fungsi rumen telah banyak dilaporkan (Satter dan Slyter 1974; Mehrez *et al.* 1977; Hobson dan Jouany 1988; Hungate 1988; Demeyer 1991; Haryanto 1993; Martin *et al.* 2001; Haryanto *et al.* 2004). Hasil-hasil penelitian tersebut mengarah pada kesimpulan bahwa pengoptimalan fungsi rumen yang berkaitan dengan degradasi komponen serat pakan dapat dicapai apabila pH rumen mendekati 6,8, kandungan NH_3 minimal 3,57 mM, populasi protozoa di dalam cairan rumen sekitar 5×10^5 sel/ml, dan populasi bakteri sekitar 10^{10} sel/ml dengan proporsi molar asam-asam lemak mudah terbang sebesar 60:20:10 untuk asetat, propionat, dan butirat.

Manipulasi ekosistem rumen menggunakan berbagai jenis bahan atau senyawa kimia dapat dilakukan agar proses pencernaan bahan organik pakan optimal. Pemberian antibiotik merupakan salah satu cara untuk mengubah ekosistem rumen melalui penghambatan pertumbuhan mikroba tertentu sehingga hasil fermentasi mikrobial dapat mengarah pada pembentukan produk antara yang diharapkan. Namun, penggunaan antibiotik pada pakan sudah mulai dihindari sejak beberapa dekade terakhir karena adanya dampak negatif yang ditimbulkan, baik dalam bentuk residu yang terbawa produk ternak (susu dan daging) maupun timbulnya resistensi mikroba terhadap antibiotik. Sejak 1960-an mulai digunakan kembali

probiotik sebagai pengganti antibiotik. Sebenarnya probiotik sudah dikenal sejak 1920-an, namun karena adanya penemuan antibiotik pada awal 1920-an maka penggunaan probiotik mulai ditinggalkan (Fuller 1989). Sebagai salah satu sumber probiotik dapat digunakan mikroba rumen. Pemanfaatan mikroorganisme rumen secara aerob tidak lazim dilakukan karena kondisi lingkungan di dalam rumen sebenarnya bersifat anaerob. Namun, hasil penelitian menunjukkan bahwa pada kondisi aerob, mikroorganisme rumen masih mampu mendegradasi komponen serat, yang berarti enzim pemecah serat (*fibrolytic enzymes*) masih dihasilkan oleh mikroorganisme rumen dalam kondisi aerob (Haryanto *et al*. 1998, 2000, 2005).

APLIKASI TEKNOLOGI RUMEN

Efisiensi pemanfaatan pakan perlu ditingkatkan agar dapat diperoleh produk ternak yang lebih banyak dari pakan yang sama. Teknologi yang diperoleh dari berbagai penelitian sudah selayaknya diikuti dengan penerapannya di lapangan sehingga manfaat penelitian dapat dirasakan oleh peternak atau *stakeholder* peternakan yang lain. Penerapan teknologi dan hasil yang diperoleh ditunjukkan dalam Tabel 1.

Teknologi rumen yang masih perlu dikembangkan ke depan di antaranya berkaitan dengan upaya mitigasi gas metana, peningkatan sintesis protein mikroba rumen, penggunaan asam lemak rantai panjang tidak jenuh, suplementasi mineral dalam ukuran nano, penggunaan enzim, dan pemanfaatan bioaktif tanaman. Sementara itu, bahan pakan yang sebelumnya diberikan kepada ternak perlu ditingkatkan nilai kecernaan bahan organiknya agar dapat memberikan sumber energi yang tinggi, dengan catatan komponen protein diupayakan tidak mudah mengalami degradasi di dalam rumen, tetapi dapat dicerna di saluran pascarumen. Apabila protein pakan mengalami degradasi (deaminasi) di dalam rumen maka akan terpecah menjadi gugus rantai karbon dan gugus NH_3 yang berarti akan kehilangan fungsinya sebagai sumber asam amino yang diperlukan ternak. Oleh karena itu, produktivitas ternak ruminansia dapat ditingkatkan melalui suplai pakan yang mengandung protein yang tidak mudah dipecah di dalam rumen dan berperan sebagai sumber *rumen by-pass protein*. Dengan cara demikian, suplai asam amino pakan dapat dijamin akan mencapai usus, yaitu kompartemen saluran cerna yang berfungsi menyerap nutrisi.

Pemanfaatan limbah pertanian, perkebunan, dan agroindustri perlu ditingkatkan melalui perbaikan nilai nutrisi, terutama secara fisik, mikrobiologis atau enzimatis. Penerapan teknologi integrasi antara ternak dengan tanaman harus terus didampingi oleh pengembangan teknologi yang sesuai dengan kebutuhan dan kondisi setempat. Kemampuan sistem

Tabel 1. Beberapa teknologi yang diterapkan untuk meningkatkan produktivitas ternak ruminansia.

Teknologi	Faktor penentu utama	Jenis ternak	Dampak
Suplementasi	Protein by-pass Rumen Mineral Probiotik Katalitik Vitamin A	Domba, sapi, kerbau	Peningkatan produksi, peningkatan kecernaan serat, peningkatan kualitas karkas
Proteksi	Protein Lemak	Domba, sapi	Peningkatan kualitas karkas
Manipulasi	Polietilen Antibiotik Probiotik Urea-mineral block	Domba, sapi, kerbau	Peningkatan produksi, efisiensi pencernaan pakan
Fisik	Pencacahan Perebusan Pemanasan	Sapi, domba	Perubahan karakteristik rumen
Fermentasi	Kapang Silase	Domba, sapi	Peningkatan produksi, efisiensi pencernaan pakan
Defaunasi	Saponin	Domba, sapi, kambing	Peningkatan produksi, penurunan gas metana

http://sentrabib/pse.kp/

integrasi dalam mengembangkan pola usaha pertanian dengan *zero waste* berpeluang meningkatkan efisiensi ekonomi dan menciptakan kelestarian sumber daya alam.

Salah satu produk fermentasi bahan organik oleh mikroba rumen adalah gas metana yang dianggap menjadi salah satu penyebab meningkatnya suhu global. Pembentukan gas metana di dalam pencernaan ruminansia dipengaruhi oleh bakteri metanogenik yang dapat membentuk gas metana dari senyawa (substrat) hasil kerja mikroba rumen yang lain.

Peran bakteri metanogenik pada kondisi tertentu perlu ditekan sehingga pembentukan gas metana dapat dikurangi. Gas metana yang terbentuk dapat mencapai 2-15% dari energi yang dikonsumsi ternak dan merupakan komponen energi yang tidak dapat dimanfaatkan ternak (Haryanto dan Thalib 2009). Meskipun demikian, peran bakteri metanogenik dapat pula ditingkatkan sehingga dapat dihasilkan gas metana yang lebih banyak, namun harus dimanfaatkan sebagai sumber energi alternatif dalam bentuk

gas bio. Pemanfaatan gas yang dihasilkan oleh fermentasi mikroba selayaknya dilakukan secara maksimal, antara lain gas metana sebagai sumber energi, dan gas N_2O sebagai sumber nitrogen dalam peningkatan kualitas limbah pertanian sebagai pengganti urea dalam proses amoniasi (Takahashi 2010).

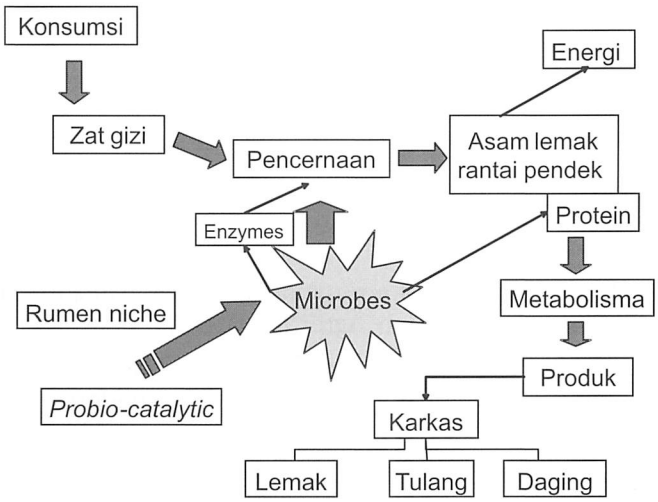
Pemanfaatan bahan organik pakan secara maksimal hingga relatif tidak ada bagian yang tertinggal karena seluruhnya dicerna dan digunakan oleh ternak untuk memenuhi kebutuhan proses fisiologisnya, semestinya akan memberikan efisiensi yang lebih tinggi. Hal ini dapat berarti potensi bahan pakan yang ada dapat digunakan untuk menghasilkan produk ternak yang lebih banyak dibandingkan dengan kemampuan sebelumnya. Pemanfaatan bahan pakan lokal yang berasal dari limbah pertanian, perkebunan, maupun industri pertanian dapat digunakan dalam jumlah yang lebih banyak, tanpa mengabaikan kelestarian lingkungan, seperti kesuburan lahan dan kebersihan kawasan pertanian dengan produksi yang lebih tinggi.

Keterkaitan ternak dengan bidang-bidang lain seperti energi dan telekomunikasi dapat dikembangkan lebih jauh, terutama apabila energi yang berasal dari ternak dapat dikonversi menjadi energi listrik secara efektif dan efisien. Untuk itu diperlukan sarana dan prasarana penunjang untuk menjamin terlaksananya keterkaitan tersebut.

Jumlah pakan yang selama ini tersedia dapat ditingkatkan nilai nutrisinya sekitar 30% dengan meningkatkan efisiensi pemanfaatan pakan sebesar 20%. Hal ini berarti produktivitas ternak dapat ditingkatkan hingga 10% dengan menggunakan jumlah pakan yang sama. Potensi pakan sumber serat yang ada belum dimanfaatkan secara optimal, terutama limbah pertanian dan perkebunan serta vegetasi yang tumbuh di antara tanaman perkebunan maupun kehutanan. Potensi tersebut diperkirakan baru digunakan sekitar 10% dari yang ada. Oleh karena itu, dengan menggunakan pendekatan teknologi rumen seharusnya masih dapat diperoleh produksi ternak yang lebih tinggi, baik melalui peningkatan populasi maupun produktivitas ternak. Dalam praktik di lapangan, sudah seharusnya teknologi yang diperoleh dapat diterapkan oleh peternak, namun peternak tidak harus membuat sendiri komponen teknologi yang diperlukan. Akan lebih baik apabila ada pihak swasta atau pengusaha yang berperan dalam mengembangkan dan menghasilkan komponen teknologi tersebut sehingga peternak dengan mudah menggunakannya, dan komponen teknologi tersebut dapat tersedia kapan diperlukan.

Ilustrasi mengenai proses pencernaan dan fermentasi bahan organik yang ada di dalam rumen ditunjukkan dalam ilustrasi sebagai berikut:

http://litbang.deptan.go.id



Gambar 1. Proses pencernaan dan fermentasi bahan organik dalam rumen.

http://isjd.pse.litbang.deptan.go.id/ind/index.php/publikasi/prosiding/pse/pse-kp/

KESIMPULAN

Perubahan ekosistem rumen mampu meningkatkan aktivitas enzimatis mikroba dan sinergisme antarspesies mikroba yang berperan dalam meningkatkan efisiensi pemanfaatan pakan. Aplikasi teknologi rumen untuk menunjang upaya peningkatan produktivitas ternak ruminansia dapat diandalkan sebagai salah satu simpul yang perlu diperhatikan. Oleh karena itu, sebagai implikasi terhadap penelitian dan pengembangan teknologi dan ilmu pengetahuan perlu diketahui lebih jauh manfaat lingkungan rumen dan aktivitas mikroba yang ada di dalamnya agar dapat digunakan semaksimal mungkin untuk meningkatkan produksi ternak ruminansia. Prinsip kerja rumen dapat pula diaplikasikan pada bahan pakan sebelum diberikan kepada ternak sehingga dapat diperoleh produk tambahan yang mempunyai nilai manfaat tinggi, seperti biofuel dan senyawa-senyawa lain.

DAFTAR PUSTAKA

Akin, D.E. and F.E. Barton. 1983. Rumen microbial attachment and degradation of plant cell walls. Fed. Proc. 42: 114-121.

Cheng, K.J., T.A. Mc Allister, H. Kudo, and J.W. Costerton. 1990. The importance of adhesion in microbial digestion of plant materials. pp. 129-135. In: S. Hoshino, R. Onodera, H. Minato and H. Itabashi (Eds.). The Rumen Ecosystem. JSSP, Tokyo.

Demeyer, D. 1991. Quantitative aspects of microbial metabolism in the rumen and hindgut. pp. 217-237. In: J.P. Jouany (Ed.). The Rumen Microbial Metabolism and Ruminant Digestion. INRA, Paris.

Fuller, R. 1989. A review: Probiotics in man and animals. J. Appl. Bacteriol. 66: 365-378.

Gong, C.S. and G.T. Tsao. 1979. Cellulase and biosynthesis regulation. Ann. Rep. Ferment. Processes 3: 111-140.

Haryanto, B. 1989. Forage fiber for ruminants: A bioconversion to humanly high nutritional food. Indon. Agric. Res. Dev. J. 11(4): 57-61.

Haryanto, B. 1993. Perubahan parameter rumen pada domba dengan pemberian pakan mengandung bungkil kedelai berformaldehid. Ilmu dan Peternakan 6(2): 10-12.

Haryanto, B., A. Thalib, dan Isbandi. 1998. Pemanfaatan probiotik dalam upaya peningkatan efisiensi fermentasi pakan didalam rumen. hlm. 496-502. Dalam: Prosiding Seminar Nasional Peternakan dan Veteriner. Pusat Penelitian dan Pengembangan Peternakan, Bogor.

Haryanto, B., A. Thalib, dan Isbandi. 2000. Penggunaan probiotik dalam pakan untuk meningkatkan kualitas karkas dan daging domba. Jurnal Ilmu Ternak dan Veteriner 5(4): 224-228.

Haryanto, B., Supriyati, dan S. N. Jarmani. 2004. Pemanfaatan probiotik dalam bio-proses peningkatan nilai nutrisi jerami padi untuk pakan domba. hlm. 298-304. Dalam: Prosiding Seminar Nasional Teknologi Peternakan dan Veteriner. Pusat Penelitian dan Pengembangan Peternakan, Bogor.

Haryanto, B., Supriyati, A. Thalib, dan S. N. Jarmani. 2005. Peningkatan nilai hayati jerami padi melalui bioproses fermentatif dan penambahan zinc organik. hlm. 473-478. Dalam: Prosiding Seminar Nasional Teknologi Peternakan dan Veteriner. Pusat Penelitian dan Pengembangan Peternakan, Bogor.

Haryanto, B. dan A. Thalib. 2009. Emisi metana dari fermentasi enterik: Kontribusinya secara nasional dan faktor-faktor yang mempengaruhinya pada ternak. Wartazoa 19(4): 157-165.

Hobson, P. N. and J. P. Jouany. 1988. Models, mathematical and biological, of the rumen function. pp. 461-511. In: P.N. Hobson (Ed.). The rumen microbial ecosystem. Elsevier Science Publishers, London.

Hungate, R. E. 1988. Introduction: The ruminant and the rumen. pp. 1-19. In: P.N. Hobson (Ed.). The Rumen Microbial Ecosystem. Elsevier Applied Science, NY.

Kudo, H., Y.W. Ho, N. Abdullah, S. Jalaludin, and K.J. Cheng. 1992. Rumen microflora and its significance to ruminant feeding in the tropics. pp.

http://sinta.litbang.pertanian.go.id/

144-154. In: Proceedings of 25th International Symposium on Tropical Agricultural Research. "Utilization of Feed Resources in Relation to Nutrition and Physiology of Ruminants in the Tropics. TARC Series. Japan.

Martin, C., N.B. Kristensen, and P. Huhtanen. 2001. Determination of VFA production rate in the rumen of sheep fed different levels of intake. EAAP Publ. 103: 63-66.

Mc Dowell, L.R., J.H. Conrad, and F.G. Hembry. 1993. Minerals for Grazing Ruminants in Tropical Regions. 2nd Ed. Animal Science Department, University of Florida, Gainesville, FL.

Mehrez, A.Z., E.R. Orskov, and I. McDonald. 1977. Rates of rumen fermentation in relation to ammonia cencentration. Br. J. Nutr. 38: 437-448.

Satter, L.D. and L.L. Slyter. 1974. Effect of ammonia concentration on rumen microbial protein production *in vitro*. Br. J. Nutr. 32: 199-208.

Takahashi, J. 2010. Green house gas control and agricultural biomass for sustainable animal agriculture in developing countries. Wartazoa 20(2): 68-74.

Thalib, A., B. Haryanto, S. Kompiang, I W. Mathius, dan A. Aini. 2000. Pengaruh mikromineral dan fenilpropionat terhadap performans bakteri selulolitik cocci dan batang dalam mencerna serat hijauan pakan. Jurnal Ilmu Ternak dan Veteriner 5(2): 92-99.

Williams, P.E.V. and C.J. Newbold. 1990. Rumen probiosis: The effects of novel microorganisms on rumen fermentation and ruminant productivity. p. 211. In: W. Haresign and D.J.A. Cole (Eds.). Recent Advances in Animal Nutrition. Butterworths, London.

Yu, P., J.J. McKinnon, and D.A. Christensen. 2005. Improving the nutritional value of oat hulls for ruminant animals with pretreatment of a multi enzyme cocktail: *In vitro* studies. J. Anim. Sci. 83: 1133-1141.

http://perpustakaan.litbang.deptan.go.id

Strategi dan Manajemen Produksi Pertanian Tepat Waktu dan Tepat Guna

BENNY GUNAWAN

Balai Penelitian Ternak
Jalan Banjarwaru, Kotak Pos 221, Bogor 16002
E-mail: bgunawan@cbn.net.id

ABSTRAK

Pada saat terjadi krisis moneter pada tahun 1997-1998, sektor pertanian masih dapat bertahan dan mampu menghasilkan devisa, namun sampai saat ini masih cukup banyak hambatan yang menghalangi laju pembangunan pertanian. Hambatan-hambatan tersebut antara lain sulitnya memperoleh benih/bibit, pupuk dan sarana saprodi lainnya, modal, dalam penjualan produk pertanian. Makalah ini membahas beberapa faktor dalam strategi produksi yang sangat berpengaruh terhadap keberhasilan efisiensi produksi pertanian. Faktor-faktor tersebut antara lain pemilihan lokasi produksi, perencanaan proses produksi, peramalan (*forecasting*), manajemen persediaan, dan kapasitas produksi. Pemilihan lokasi yang tepat untuk produksi pertanian akan meningkatkan produktivitas karena akan terjadi interaksi positif antara genotipe (G) dan lingkungan (E). Upaya untuk mengoptimalkan proses produksi untuk menghasilkan *output* pertanian sangat bergantung pada luas lahan yang dimiliki petani. Apabila luas lahan produksi per petani sangat terbatas (< 0,5 ha) maka strategi produksi diarahkan ke produk campuran (*mix product*) dengan bahan baku yang ada di daerahnya sehingga *input cost* minimal. Apabila lahan produksi sangat luas (> 10 ha) maka strategi produksinya lebih ditekankan pada teknologi memaksimalkan produk tunggal (*single product*). Peramalan, perencanaan produksi, dan manajemen persediaan merupakan faktor penting dan krusial dalam mengantisipasi kebutuhan konsumen dan kemampuan produksi dalam negeri. Dengan cara ini dapat diantisipasi kapan harus mengimpor atau kapan harus mengekspor produk apabila kelebihan pasokan sehingga tidak terjadi gejolak harga yang dapat merugikan petani/peternak atau konsumen pada umumnya.

Kata kunci: produksi, peramalan, persediaan, kapasitas produksi

PENDAHULUAN

Pada tahun 1997-1998 Indonesia mengalami krisis moneter yang mengakibatkan dampak sosial, politik, ekonomi, dan budaya yang sangat parah. Dalam keterpurukan tersebut, sektor pertanian masih dapat bertahan dan mampu menghasilkan devisa, terutama yang jeli dalam mengoptimalkan pengelolaan dan penggunaan sumber-sumber bahan baku lokal dalam proses produksi untuk menghasilkan produk pertanian

seperti ikan, kakao, kelapa sawit, kayu manis, dan kopi. Namun, cukup banyak hambatan internal yang dialami sehingga memperlambat laju pembangunan pertanian. Hambatan-hambatan tersebut dimulai dari sulitnya memperoleh benih/bibit, pupuk dan sarana saprodi lainnya, modal kerja yang akan digunakan dalam proses produksi, dan pemasaran produk pertanian. Dalam penjualan produk pertanian, hambatan yang dirasakan adalah penentuan harga pokok produksi, harga jual, kebijakan impor, dan penentuan bea masuk (BM) komoditas impor untuk menutupi kekurangan pasokan dalam negeri, dan penentuan pajak ekspor bagi komoditas pertanian yang produksinya melebihi permintaan dalam negeri.

Komoditas pertanian mempunyai strategi produksi yang berbeda dengan barang-barang manufaktur atau jasa. Keberhasilan dalam produksi pertanian bukan saja ditentukan oleh keberhasilan dalam pengelolaan penggunaan sumber daya *input* produksi dan pengoptimalan proses konversi yang mengubah bahan mentah (pupuk, pakan, dan sebagainya) menjadi beras, jagung, telur, ikan, daging, dan lain-lain. Proses produksi pertanian mempunyai risiko kegagalan yang lebih besar daripada produksi barang-barang manufaktur, antara lain karena proses produksi terjadi di lapangan (*out door)* sehingga mengalami *exposure* dari faktor eksternal yang di luar kemampuan (kontrol) manusia, seperti iklim, temperatur, kelembapan, dan hama penyakit. Di samping itu, produk pertanian umumnya memiliki daya simpan terbatas sehingga mudah rusak, busuk, dan terkontaminasi. Di samping itu, produksinya bersifat musiman (2 bulan sampai 1 tahun) sehingga selalu terjadi siklus produksi yang panennya terjadi secara bersamaan yang mengakibatkan melimpahnya produksi pada musim-musim tertentu. Oleh karena itu, diperlukan pengelolaan yang baik yang meliputi kemampuan dalam meramal kapasitas produksi dan pengelolaan persediaan sehingga dapat diantisipasi kapan terjadi kelebihan atau kekurangan suplai sehingga kebijakan ekspor-impor dapat direncanakan dengan lebih baik tanpa merugikan petani (pekebun, nelayan, peternak, dan peladang).

Makalah ini membahas strategi produksi yang memengaruhi keberhasilan usaha pertanian, antara lain lokasi, perencanaan proses produksi, peramalan, manajemen persediaan, dan kapasitas produksi.

PEMILIHAN LOKASI PRODUKSI DAN EFEK INTERAKSI GENETIK DENGAN LINGKUNGAN

Dalam tahapan kegiatan produksi, baik barang-barang manufaktur maupun jasa, pemilihan lokasi merupakan urutan pertama sebelum pabrik atau fasilitas jasa dibangun. Secara umum, pemilihan lokasi biasanya didasarkan

pada biaya produksi termurah, di samping faktor-faktor lain seperti harga tanah dan persetujuan penduduk setempat. Untuk memperlancar proses produksi dan pemasaran, lokasi biasanya dipilih yang letaknya dekat dengan sumber bahan baku dan dekat pasar. Di samping faktor-faktor tersebut, ada penentu lain yang sangat penting di luar kemampuan manusia, yaitu temperatur, kelembapan, curah hujan, ketinggian tempat, dan sebagainya. Sebagai contoh, padi varietas IR64 yang mampu berproduksi 5 t/ha di Karawang, mungkin hasilnya dapat lebih tinggi atau lebih rendah di tempat lain. Demikian pula sapi perah FH yang diimpor dari Australia hanya mampu berproduksi 10 l/ekor/hari di Jakarta, tetapi di Lembang mencapai 20 l/ekor/hari. Jadi produktivitas tanaman, hewan, dan hutan sangat bergantung pada kualitas benih/bibit (*breed/genotype*) dan lingkungan. Produktivitas akan naik apabila ada interaksi positif antara *breed/genotype* (G) dan lingkungan (E) atau G x E positif. Sebaliknya, apabila G x E negatif maka produktivitas turun karena $P = G + E \pm GE$ (Falconer 1981), di mana P = produktivitas, G = pengaruh genotipe, E = pengaruh lingkungan, dan GE = interaksi antara genotipe dan lingkungan.

Jadi lokasi untuk produksi pertanian harus disesuaikan dengan persyaratan kebutuhan *breed/genotype* agar dapat berproduksi optimal. Dengan demikian, pemilihan lokasi bersifat lebih spesifik, berbeda dengan pabrik manufaktur atau jasa di mana hal ini tidak diperhitungkan. Untuk dapat lebih menunjang pembangunan pertanian di masa yang akan datang, perlu dibuat peta-peta wilayah produksi sesuai dengan iklim dan kelembapan, ketinggian tempat, curah hujan, dan klasifikasi tanah. Sebagai contoh telah dihasilkan peta wilayah produksi untuk Jawa (Oldeman 1975; Perkins *et al.* 1986) dan masih diperlukan peta-peta wilayah produksi semacam ini untuk Sumatera, Kalimantan, Sulawesi, Papua, dan lain-lain.

Contoh yang paling aktual adalah gagalnya proyek raksasa pembukaan lahan gambut 1 juta ha di Kalimantan untuk area persawahan pada tahun 1999. Kegagalan proyek ini antara lain disebabkan pemilihan lokasi yang tidak tepat karena lahan gambut mempunyai pH yang sangat rendah (asam) sehingga untuk menetralkannya diperlukan pengapuran yang cukup banyak. Di samping itu, proyek ini telah mengubah keseimbangan ekosistem lingkungan yang apabila diteruskan akan berakibat fatal. Hal ini terlihat dari penanaman padi seluas 10.000 ha hanya 3.500 ha yang berhasil, itupun membutuhkan biaya Rp30 miliar rupiah untuk membasmi hama tikus karena terganggunya ekosistem setempat (Media Indonesia 1999). Jangan sampai pengalaman pahit ini terulang kembali demi tercapainya swasembada beras pada tahun 2014. Pada saat ini, Kementerian Pertanian sedang merencanakan pemberdayaan lahan rawa di Kalimantan Selatan untuk produksi padi.

Demikian pula perusahaan-perusahaan raksasa peternakan sapi potong dan sapi perah yang menggunakan *breed/genotype* impor mengalami kebangkrutan karena biaya produksi yang tinggi akibat pemilihan lokasi yang tidak tepat. Usaha memperbaiki pendapatan petani di Jawa dengan mendatangkan itik alabio dari Kalimantan Selatan melalui Bantuan Presiden (Banpres) beberapa tahun yang lalu juga tidak berhasil karena itik alabio hanya dapat berproduksi dengan baik pada lingkungan rawa di Kalimatan Selatan dan kurang dapat beradaptasi dengan lingkungan persawahan di Jawa. Di tempat asalnya, itik alabio merupakan salah satu sumber penghasilan petani sejak beberapa ratus tahun yang lalu (Gunawan *et al.* 1993).

Konsep strategi produksi dalam pembangunan pertanian dan kehutanan dapat dilihat dalam konteks yang lebih luas. Selama ini diskusi produksi pertanian dalam bentuk produk yang dapat dijual. Produk yang dihasilkan bukan hanya untuk dijual, tetapi juga dalam bentuk jasa, sebagai bahan tontonan atau penelitian, misalnya banyak wisatawan mancanegara datang ke Indonesia khusus melihat atau meneliti orang utan, gajah Sumatera, komodo raksasa, dan lain-lain. Hewan-hewan tersebut merupakan satwa asli Indonesia dan hanya dapat hidup dan menghasilkan keturunan di lokasi-lokasi spesifik. Orang utan hanya berproduksi dengan baik di Gunung Leuser, gajah di Lampung, komodo di Pulau Komodo, dan lain-lain.

Dalam jangka panjang, sektor *ecotourism* akan memberikan sumbangan devisa yang lebih baik daripada penjualan kayu karena satwa liar tersebut mempunyai keunggulan yang khas, lokasi spesifik, dan tidak ada pesaingnya. Jauh lebih mudah mengelola produksi satwa liar daripada hutan tanaman industri (HTI) asal lingkungan dan habitatnya terjaga. Namun, untuk meningkatkan nilai jualnya ke wisatawan mancanegara, diperlukan promosi yang lebih baik, misalnya melalui seminar, jejaring internasional, perbaikan sarana transportasi dan akomodasi sehingga mudah dijangkau, dan anggaran yang lebih memadai untuk pengelolaan taman nasional dan cagar alam yang ada. Sebagai gambaran, kunjungan wisatawan mancanegara ke BTN Way Kambas di Lampung meningkat rata-rata 34% setiap tahun (Sutono 1998), dan ke Bukit Bangkiray di Kalimantan Timur meningkat rata-rata 10% per tahun (Soma 1999). Jangan lupa satwa-satwa liar ini memberikan sumbangan devisa yang cukup besar untuk negara. Oleh karena itu, kelestarian lingkungan harus dikelola dengan baik, jangan seperti apa yang telah terjadi selama ini, akibat kebakaran dan penebangan hutan, ribuan satwa liar yang dilindungi mengalami kematian. Jangan menyesal di kemudian hari apabila hewan-hewan langka spesifik Indonesia ini mengalami kepunahan (Gunawan 1993, 1994a).

PROSES PRODUKSI

Dalam desain proses produksi untuk barang-barang manufaktur perlu ditentukan terlebih dahulu volume produksi, teknologi yang akan digunakan, dan perencanaan secara mikro untuk menentukan harga pokok produksi. Dalam produksi pertanian, konsep tersebut pada prinsipnya tidak jauh berbeda. Beberapa faktor yang perlu dikaji sehubungan dengan perencanaan proses produksi adalah sumber daya masukan (*input*), lahan produksi di mana proses produksi terjadi, pemilihan benih/bibit yang optimal, dan rasio *output-input* yang diharapkan.

Pada prinsipnya, strategi produksi tepat guna bertujuan untuk mengoptimalkan penggunaan sumber daya produksi (*input*) dan pengelolaan proses konversi untuk mengubah bahan baku menjadi barang atau jasa dengan kuantitas, kualitas, dan harga yang kompetitif. Untuk mencapai tujuan tersebut, dalam produksi pertanian sudah selayaknya dipilih bahan baku lokal yang murah harganya dan benih/bibit tanaman atau ternak lokal untuk memperoleh *output* yang optimal. Namun, produktivitas bibit lokal umumnya rendah dan kualitas produknya beragam. Selain itu, kendala lainnya adalah tingkat kepemilikan lahan oleh petani umumnya sempit (< 0,5 ha) dengan strategi produksi *high input - high output technology*. Karena strategi yang dianut *high input - high output technology* maka basis produksi menjadi *vulnerable* dan mempunyai risiko tinggi karena bahan baku dan mesin produksi (dalam hal ini bibit) umumnya diimpor sehingga menjadi *dependent technology* yang tidak mengakar pada keunggulan lokal.

Setelah mengetahui beberapa kelemahan dan kendala tersebut, lalu bagaimana mengoptimalkan proses produksi untuk menghasilkan *output* pertanian yang bukan saja berkelanjutan, tetapi juga dapat bersaing. Beberapa alternatif tersebut akan dibahas sebagai berikut.

Apabila luas lahan produksi per petani sangat terbatas, rata-rata <0,5 ha, dan modal usaha terbatas seperti pada umumnya petani di Jawa, maka akan sulit meningkatkan produktivitas untuk mencapai skala komersial. Petani harus bersatu membentuk kelompok yang terdiri atas ± 25 orang per kelompok sehingga luas lahan produksi rata-rata ± 10 ha yang merupakan satu unit usaha dan bekerja sama dalam koperasi unit desa (KUD). Tiap unit usaha dikepalai oleh seorang manajer operasi yang mengerti mengenai bisnis. Bersama-sama dengan anggotanya, ketua kelompok membuat perencanaan produksi mulai dari pengadaan benih/bibit, pupuk, pakan, modal usaha, proses produksi sampai proyeksi *output* yang diharapkan, dan pemasaran. Mereka harus memerhatikan kondisi spesifik lokasi sehingga dapat memilih campuran produk (*mix product)* yang optimal dengan keunggulan bahan baku yang ada di daerahnya sehingga *input cost*

minimal. *Mix product* dapat berupa diversifikasi tanaman padi dengan ikan (mina padi), padi, bebek dan ikan (parlabek) atau yang lainnya (Gunawan 1988a). Jadi pendekatannya tidak lagi *high input - high output technology*, tetapi *low input - optimal output* sehingga dapat meningkatkan keuntungan.

Sistem produksi ini berhasil dikembangkan di Kecamatan Alabio, Kalimantan Selatan, dengan sistem campuran antara itik, ikan, dan jeruk serta memanfaatkan keunggulan lokasi/rawa yang dapat menyediakan bahan baku lokal secara berkesinambungan dan sangat murah dan bekerja sama dengan KUD (Gunawan *et al*. 1995). Jadi alangkah naifnya rencana pembangunan lahan sawah sejuta hektare di Kalimantan dengan cara mengubah lahan rawa yang pH-nya rendah untuk intensifikasi pertanian. Konsep tersebut jelas bertentangan dengan konsep strategi produksi karena *high input - low output* sehingga hasilnya tidak akan efisien. Mega proyek yang bernilai Rp1,9 triliun tersebut (Kompas 1999) bukan saja *high input cost* karena harus menambahkan kapur untuk menaikkan pH tanah, tetapi juga merusak keseimbangan ekosistem setempat. Hal ini terbukti dari 10.000 ha lahan yang sudah ditanami padi hanya 35% yang berhasil dan sisanya habis diserang hama tikus. Belum lagi dampak negatif yang ditimbulkannya, seperti naiknya suhu udara, timbulnya senyawa beracun, dan *water logging*. Mega proyek tersebut tidak diteruskan dan dibatalkan, namun meninggalkan dampak negatif seperti deposit pirit (FeS_2), emisi gas metana, dan kekeringan.

Apabila luas kepemilikan lahan produksi lebih besar dari 10 ha, seperti umumnya petani (peternak, nelayan, pekebun) di luar Jawa maka tingkat komersialisasinya lebih tinggi daripada petani dengan lahan sempit. Apabila strategi proses produksi pada lahan sempit lebih ditekankan pada pengoptimalan produksi dengan produk campuran maka untuk lahan produksi di atas 10 ha alternatif pendekatannya adalah dengan teknologi memaksimalkan produksi untuk produk tunggal. Pemilihan produk apakah kopi, kakao, cengkih, kelapa sawit atau tebu harus disesuaikan dengan kondisi spesifik lokasi karena rancangan proses produksinya lebih ditekankan pada *lay out product* sehingga proses produksi lebih spesifik dan produktivitas optimal agar biaya per unit produksi menjadi minimal. Karena itulah proses produksi harus efisien dan kualitas produk harus seragam. Sistem ini memerlukan modal yang lebih besar, termasuk benih/bibit unggul, pupuk/pakan komersial, insektisida, herbisida, dan sumber daya *input* lainnya sehingga tidak ada pilihan lain, teknologinya harus *high input - high output*. Karena proses produksinya spesifik serta benih/bibit tanaman/ternak spesifik sifatnya menjadi tidak fleksibel karena memerlukan sumber daya *input* yang spesifik pula. Apabila bahan bakunya diimpor, termasuk bibit seperti yang terjadi pada ternak (ayam ras petelur, broiler, sapi potong dan sapi perah), dan nilai tukar dolar terhadap rupiah naik lima kali lipat (dari Rp2.000 pada tahun 1992 menjadi Rp10.000 pada tahun 2011 per dolar), maka harga *output* akan naik sekitar lima kali lipat pula. Apabila

orientasinya lebih ditekankan pada pasar domestik maka usaha akan sulit bertahan karena menurunnya daya beli masyarakat.

Sasaran dari proses produksi adalah memaksimalkan *output*, yang memerlukan sistem produksi yang intensif, bukan saja bahan baku tetapi juga biaya pemeliharaan yang tinggi. Penggunaan benih/bibit unggul yang berfungsi sebagai mesin produksi dan digunakan secara monokultur pada lahan ribuan hektare memerlukan biaya pemeliharaan berupa pemberian insektisida, pestisida, herbisida, dan lain-lain yang berfungsi preventif terhadap hama penyakit supaya produksi tetap berjalan. Dalam pabrik manufaktur atau jasa, *preventive cost* digunakan agar mesin tetap berproduksi (*to maintain production)* sehingga tidak terjadi kehilangan penjualan. Apabila bibit unggul sebagai mesin produksi digunakan secara intensif pada sistem produksi monokultur dalam luasan ribuan hektare, walaupun menggunakan *preventive cost* tetapi tidak pernah dirotasi dengan tanaman lain, maka bibit unggul yang tadinya tahan terhadap hama penyakit akan menjadi rentan. Sebagai contoh, padi varietas IR64 yang beberapa tahun lalu sangat tahan terhadap hama wereng batang coklat, setelah digunakan secara terus-menerus secara monokultur menjadi tidak tahan karena hama wereng batang coklat telah membentuk biotipe baru, apalagi siklus hidup serangga jauh lebih pendek (± 3 minggu) daripada siklus tanaman padi (± 4 bulan).

Dalam sistem intensifikasi, bibit unggul tanaman/ternak harus diganti/dirotasi dengan bibit unggul lain setiap 1-2 tahun sehingga dapat memutus mata rantai terbentuknya biotipe baru dari hama penyakit. Prinsip ini hampir mirip dengan kurva siklus *Product Life Cycle* pada produk manufaktur di mana tidak ada produk yang *best seller* terus-menerus. Suatu saat produk tersebut perlu diganti dengan produk lain karena kurva penjualannya telah mengalami penurunan. Bedanya, pada tanaman/ternak tidak dapat digunakan dalam waktu yang lama secara terus-menerus karena daya tahannya yang menurun terhadap hama penyakit sehingga perlu diganti dengan benih/bibit unggul baru. Apabila benih/bibit tanaman/ternak tersebut terus digunakan dan tidak diganti dengan benih/bibit unggul baru maka *preventive cost* akan sangat mahal karena banyak fakta membuktikan bahwa hama penyakit dengan biotipe baru juga menjadi resisten terhadap berbagai macam insektisida/pestisida (Nicholas 1986, Gunawan 1998).

Kalau terus-menerus bergantung pada bibit unggul luar negeri dan bahan baku impor, walaupun produktivitasnya tinggi, *technology high input-high output* tidak akan berkelanjutan dalam jangka panjang. Oleh karena itu, bibit unggul tersebut harus diciptakan di dalam negeri dengan sumber daya genetik yang ada sehingga tidak perlu bergantung pada luar negeri. Biaya produksi juga menjadi lebih murah karena bibit unggul lokal otomatis akan menggunakan bahan baku lokal dalam proses produksinya. Hal ini

menjadi tantangan para ahli genetika untuk menciptakan benih/bibit unggul tanaman/ternak yang akan digunakan sebagai pengganti benih/bibit unggul impor. Namun, strategi penelitian harus lebih diarahkan kepada hasil yang bisa lebih cepat diterapkan, bukan saja mengevaluasi kelayakan teknologi tetapi juga harus diukur dalam bentuk investasi yang dapat dikembalikan dalam waktu tertentu. Hal itu antara lain dapat dihitung dari:

$$ROI = \frac{P_T \times P_C \times p \times \text{volume penjualan/tahun} \times \text{umur kehidupan produk}}{TDC}$$

ROI = *return on investment*
p = kontribusi laba (yaitu harga minus biaya)
P_T = probabilitas teknologi
TDC = *total development cost* (biaya penelitian)
P_C = probabilitas komersial

Dengan demikian, biaya penelitian menjadi tidak mubazir, dapat dikembalikan setelah beberapa tahun. Secara sederhana, ROI dapat dihitung dengan margin laba dari hasil pembentukan bibit unggul tersebut dibagi investasi penelitian.

Setelah benih/bibit unggul tanaman/ternak terbentuk perlu dilakukan perbanyakan di pusat-pusat pembibitan benih sehingga dapat dijual kepada petani, peternak, dan pekebun. Karena memerlukan modal yang besar, perlu dilakukan pengkajian/studi kelayakan (*feasibility study)* untuk mengetahui kapan modal investasi dapat kembali (Gunawan *et al.* 1992a, 1992b). Modal dapat berasal dari pemerintah dalam bentuk BUMN atau modal bersama dari koperasi.

Pusat-pusat pembibitan perlu diperbanyak di berbagai wilayah untuk menghasilkan bibit-bibit tanaman/ternak spesifik lokasi. Tanpa pusat-pusat pembibitan benih, tekad pemerintah untuk swasembada beras, kedelai, dan jagung akan sangat sulit terwujud. Ironisnya, Indonesia belum mempunyai pusat pembibitan ternak unggul lokal sehingga sistem intensifikasi masih bergantung pada impor, dalam bentuk *grand parent stock* (bibit penghasil *parent stock*) dan *parent stock* (bibit penghasil *commercial stock*). Hal ini menyebabkan pembangunan peternakan belum berhasil, sebagaimana terbukti sampai saat ini harga daging, telur, dan susu makin mahal dan untuk memenuhi kebutuhan masih harus mengimpornya dari luar negeri (Australia, Amerika, Selandia Baru, dan lain-lain), padahal Indonesia mempunyai bibit-bibit unggul lokal ternak yang dapat dikembangkan sendiri (Gunawan 1988b, 1989, 1992a, 1992b; Gunawan dan Vercoe 1989).

Untuk menghasilkan bibit unggul ternak sampai layak komersial memerlukan waktu yang relatif lama, 5-10 tahun. Di samping langkanya ahli genetika terapan dan genetika produksi, orientasi pembangunan dengan sistem DIPA seperti saat ini lebih bersifat jangka pendek, tidak memecahkan masalah, dan tidak efisien, padahal setelah terbentuknya *grand parent stock* (GPS), proses perbanyakan bibit unggul memerlukan waktu singkat. Sebagai contoh pada unggas dengan ukuran pusat pembibitan 10.000 GPS, dapat dihasilkan 120.000 PS dan dari 120.000 PS dapat diproduksi 6 juta ekor bibit unggul dalam waktu satu tahun. Hal ini merupakan multiplikasi sebesar 5.000% dari PS untuk menghasilkan bibit unggul unggas (Gunawan 1994b; Gunawan *et al.* 1996). Kalau hal ini telah dilakukan sejak 44 tahun yang lalu, mungkin saat ini Indonesia tidak perlu mengimpor daging, telur, dan susu, bahkan mungkin telah mengekspornya. Beberapa hasil penelitian di Balai Penelitian Ternak telah membuktikan kebenaran hipotesis ini. Dengan membangun pusat-pusat pembibitan itik petelur unggul dan ayam buras petelur unggul di 27 provinsi, dalam kurun waktu 5 tahun ke depan, Indonesia akan berswasembada telur tanpa harus mengimpor ayam ras petelur (Gunawan 2009).

Kedua sistem produksi yang telah diuraikan di atas bersifat komplementer. Strategi produksi pada lahan sempit (< 0,5 ha) dengan diversifikasi produk (*mix product*) lebih diutamakan untuk konsumsi dalam negeri, bertujuan antara lain untuk menjaga ketahanan pangan di perdesaan sehingga dapat mencegah kasus kematian "balita" karena kekurangan energi dan protein (KEP) atau busung lapar (*kwashiorkor*) yang akhir-akhir ini jumlahnya meningkat. Walaupun rata-rata luas kepemilikan lahan produksi per petani hanya 0,5 ha, tetapi karena bergabung dalam unit-unit usaha dengan luas masing-masing menjadi 10 ha, maka secara bersama-sama mereka akan memiliki daya saing yang lebih kuat karena pembelian bahan baku dan proses produksi akan lebih murah. Sebaliknya, strategi produksi pada lahan lebih luas lebih diutamakan untuk usaha intensifikasi dan peningkatan produktivitas produk tunggal (monokultur) karena memerlukan modal usaha yang lebih besar. Produksinya lebih diutamakan untuk ekspor yang bertujuan untuk membantu meningkatkan pertumbuhan ekonomi, di samping untuk memenuhi pasokan dalam negeri apabila sistem pertama (lahan sempit) tidak mencapai target produksi atau mengalami kegagalan panen karena pengaruh musim, kekeringan, atau bencana alam. Supaya tidak bergantung pada bibit unggul impor secara terus-menerus, secara bertahap petani juga harus bersatu dalam wadah koperasi untuk membangun pusat-pusat pembibitan benih tanaman/ternak, tanpa terlalu bergantung pada BUMN. Hanya dengan cara demikian petani dapat dan siap bersaing dalam pasar global karena tidak lagi bergantung pada produksi luar negeri.

Dengan menggunakan bibit unggul lokal sebagai mesin produksi dan bahan baku lokal dalam proses produksi maka sistem agribisnis di tingkat petani akan lebih kompetitif dan berkelanjutan. Petani perlu bersatu untuk meningkatkan efisiensi proses produksi, juga dalam pemasaran internasional untuk menembus pasar global. Untuk keperluan tersebut, asosiasi buah-buahan, sayuran, hasil perkebunan, hasil peternakan, dan asosiasi lainnya perlu bersatu membentuk suatu wadah (asosiasi) internasional. Tujuannya antara lain untuk mencari pasar internasional baru, meningkatkan *market share* ke negara tujuan ekspor yang selama ini dilakukan (Amerika Serikat, Eropa, dan Jepang), dan berhubungan dengan Kadin Internasional (*International Chamber of Commerce)* sehingga volume ekspor produk-produk pertanian meningkat sehingga meningkatkan devisa.

Strategi produksi dengan sistem intensifikasi merupakan *forwarder* dan penghela sistem produksi lahan sempit. Apabila tingkat kesejahteraan dan modal petani makin meningkat, kedua sistem secara bertahap akan bersatu untuk membentuk pertanian modern, baik dalam aspek produksi maupun pemasaran, untuk memenuhi kebutuhan dalam negeri dan sekaligus ekspor sehingga dapat meningkatkan pertumbuhan ekonomi makro.

http://pse.litbang.deptan.go.id/ejurnal/pse/kpi

PERAMALAN, PERSEDIAAN, DAN KAPASITAS PRODUKSI

Untuk barang manufaktur yang diproduksi untuk persediaan (*production to stock*), perusahaan biasanya melakukan peramalan untuk memprediksi jumlah barang yang harus diproduksi untuk melayani permintaan konsumen. Peramalan menggunakan model-model statistik berdasarkan data historis yang ada pada perusahaan, jadi bisa didasarkan pada ramalan bulanan, kuartalan, semesteran atau tahunan. Model-model statistik yang biasa digunakan untuk meramal penjualan yang dihubungkan dengan waktu adalah model *time series* yang pada dasarnya adalah model analisis regresi sederhana atau berganda (Stevenson 1990). Berdasarkan ramalan tersebut, kemudian dilakukan perhitungan jumlah produksi yang harus direalisasikan untuk satuan waktu tertentu dengan memperhitungkan sisa stok (persediaan) yang ada di pabrik. Karena itu, hubungan antara analisis peramalan, perencanaan kapasitas produksi, dan manajemen persediaan sangat krusial untuk meminimalkan total biaya produksi dan biaya persediaan.

Produk-produk pertanian sebelum diolah merupakan produksi untuk persediaan, seperti barang-barang manufaktur. Bedanya, produk pertanian primer umumnya tidak dapat disimpan lama atau mudah rusak. Karena itu, fungsi peramalan, perencanaan produksi, dan manajemen persediaan produk pertanian menjadi sangat penting dan lebih krusial dibandingkan

dengan barang-barang manufaktur. Analisis ini dilakukan di tingkat BPS, Bulog atau Kementerian Pertanian yang bertujuan untuk mengantisipasi kebutuhan konsumen dan kemampuan produksi dalam negeri, minimal untuk sembilan bahan pokok. Dengan demikian dapat diantisipasi kapan harus menyimpan produk apabila kekurangan atau kapan harus mengekspornya apabila kelebihan pasokan sehingga tidak terjadi gejolak harga yang dapat merugikan petani atau konsumen pada umumnya.

Sudah menjadi rahasia umum, setiap musim tanam petani kesulitan mencari benih padi, kesulitan mencari dana dengan bunga kecil dari koperasi, kesulitan memperoleh pupuk atau sarana produksi lainnya. Apabila proses produksi telah dilaksanakan, petani selalu kesulitan menjual hasil panennya dan sering mengalami kerugian karena harga jual lebih rendah dari biaya produksi. Hal ini terjadi dan terulang setiap tahun selama beberapa puluh tahun. Petani selalu menjadi tumpuan kesalahan dengan alasan-alasan klise karena tidak efisien dan sebagainya sehingga pekerjaan sebagai petani menjadi tidak menarik yang mengakibatkan ribuan hektare lahan subur hilang karena dijual untuk kawasan perumahan, lapangan golf, pertokoan, dan lain-lain.

Masalah utamanya adalah ketidakberdayaan petani karena sejak mengawali proses produksi sudah mendapat kesulitan untuk membeli benih, pupuk, dan insektisida sehingga sumber daya *input* proses produksi tidak optimal. Walaupun proses produksi sejak tanam sampai panen dapat dilaksanakan secara optimal, pada waktu panen petani tidak berdaya untuk menjual hasil panennya dengan harga yang layak karena panen umumnya terjadi pada waktu bersamaan sehingga suplai (pasokan) melampaui kebutuhan. Produk pertanian (padi, palawija, dan sayuran) bersifat musiman sehingga pada musim-musim tertentu terjadi kelebihan suplai dan siklus ini terjadi setiap tahun. Kalau data ini diolah dan dianalisis secara seksama dengan menggunakan model-model peramalan seperti diuraikan di muka, dengan menggunakan pengaruh musim dalam model, maka kelebihan dan kekurangan suplai dapat diprediksi terlebih dahulu sehingga kerugian dapat dicegah (Gunawan 1996). Apabila kelebihan produksi dapat diprediksi untuk diekspor dan apabila kekurangan produksi, harga jual tetap dijaga karena di-*buffer* oleh stok (persediaan) yang cukup dari Bulog.

Masalah ini merupakan kegagalan dalam mencermati dan membantu petani mengatasi kendala produksi pertanian, termasuk padi, jagung, perikanan, peternakan, tebu/gula, kelapa sawit, cengkih, tembakau, dan sebagainya. Masalah utama terletak pada strategi produksi, mulai dari bahan baku produksi yang tinggi, kurang/belum seriusnya menangani masalah peramalan kapasitas produksi dan manajemen persediaan, hingga menentukan harga pokok produksi, kebijakan impor, kebijakan bea masuk, pajak ekspor, dan lain-lain.

Contoh yang paling aktual adalah kebijakan Bulog mengimpor beras pada Oktober 2011 dari Vietnam sebanyak 500 ribu ton dan dari Thailand 300 ribu ton, padahal target produksi 70,6 juta ton gabah kering giling diprediksi akan tercapai pada akhir tahun 2011. Data BPS berdasarkan angka ramalan II menunjukkan bahwa produksi gabah kering giling pada tahun 2011 mencapai 68,06 ton atau setara dengan 43 juta ton beras. Dengan asumsi total kebutuhan beras nasional tahun ini sebesar 38 juta ton, berarti ada surplus sekitar 4,9 juta ton beras. Menurut Ditjen Prasarana dan Sarana Pertanian, ramalan total produksi gabah kering giling sampai akhir tahun 2011 sebanyak 68 juta ton. Dengan asumsi harga pembelian gabah kering giling di tingkat petani Rp4.000/kg maka proyeksi nilai ekonomi sebesar Rp262,369 triliun. Hal ini membuktikan sektor pertanian sampai saat ini tetap merupakan penggerak utama perekonomian nasional (Irianto 2011).

Menteri Pertanian menyatakan Bulog perlu ditingkatkan peran komersialnya. Selain dapat meningkatkan daya saing, Bulog dapat menyerap lebih banyak beras dari petani karena tidak terikat lagi dengan harga patokan petani (HPP). Apabila terjadi perbedaan HPP yang dimiliki oleh Bulog dan Kementerian Pertanian, akan sangat ideal jika HPP Bulog terintegrasi dengan HPP Kementerian Pertanian sehingga tidak ada perbedaan HPP antara Bulog dan Kementerian Pertanian yang terkadang Bulog tidak dapat menyerap beras dari petani yang ujung-ujungnya berimbas pada penurunan stok pangan (Suswono 2010; Yopi 2011).

Di sini terlihat kekurangpengertian betapa pentingnya Bulog mempunyai perencanaan yang lebih matang mengenai peramalan, produksi, dan permintaan dalam negeri, manajemen persediaan, penetapan HPP, dan penetapan bea masuk. Bukan suatu kebijakan temporer yang ditetapkan secara tiba-tiba yang bersifat *top down* tanpa meminta saran dari bawah seperti HKTI, Perhimpunan Petani Nelayan Sejahtera Indonesia (PPNSI), BPS, dan Serikat Petani Indonesia, dan gagal melakukan koordinasi yang baik dengan instansi terkait seperti Kementerian Pertanian, BPS, Kementerian Perdagangan, dan lain-lain. Pemerintah memegang peranan penting dalam peningkatan kesejahteraan petani sesuai dengan fungsinya sebagai fasilitator dan regulator. Untuk meningkatkan kinerja dan efisiensi Kementerian Pertanian maka fungsi-fungsi manajemen mulai dari perencanaan sampai pemasaran sebaiknya berada di bawah satu atap. Pengadaan pupuk dan saprodi lainnya di bawah kendali Direktorat Jenderal lingkup Kementerian Pertanian. Fungsi pemasaran termasuk penetapan HPP dan kebijakan impor beras sebaiknya ditetapkan oleh Kementerian Pertanian, termasuk penggabungan kembali Bulog dalam Kementerian Pertanian karena fungsinya yang melekat. Dewasa ini, sumber daya *input* produksi ditentukan oleh Kementerian Perdagangan, penyediaan dana (KUT) melalui BRI (Kementerian Keuangan), dan *output*-nya berupa penetapan harga, kebijakan impor beras, pemasaran dan distribusi kembali

http://perpustakaan.litbang.deptan.go.id/

ditentukan oleh Kementerian Perdagangan dan Bulog sehingga Kementerian Pertanian hanya mengurus usaha tani (proses produksi saja). Ini salah satu faktor penting yang menyebabkan pertanian tidak pernah berkembang, apalagi dalam era globalisasi, karena masalah-masalah internal seperti buruknya koordinasi antarkementerian, fungsi manajemen produksi tidak optimal, keputusan bersifat *top down* dan sebagainya. Masalah impor kentang dari China dan Bangladesh baru-baru ini, misalnya, bukan semata-mata produksi kentang dan stok dalam negeri tidak mencukupi, melainkan karena koordinasi antarkementerian terkait sangat buruk.

KESIMPULAN

Pemilihan lokasi produksi yang tepat akan mengoptimalkan produktivitas pertanian. Produksi pertanian dan peternakan bersifat spesifik lokasi sehingga disarankan tiap daerah memanfaatkan keunggulan keragaman sumber daya genetik di wilayahnya, yang selanjutnya akan mampu menciptakan kemandirian daerah dan sekaligus menciptakan kesejahteraan masyarakat sesuai dengan tujuan otonomi daerah.

Perencanaan proses produksi disesuaikan dengan klasifikasi kepemilikan lahan. Untuk lahan sempit (< 0,5 ha), perencanaan proses produksi lebih ditekankan pada pengoptimalan produk campuran (diversifikasi) yang diharapkan lebih berkelanjutan dan dapat menghasilkan keuntungan yang lebih tinggi. Untuk lahan yang luas (> 10 ha), proses produksi diarahkan pada peningkatan produktivitas produk tunggal (monokultur) dengan sistem intensifikasi. Kedua sistem tersebut bersifat komplementer untuk membentuk pertanian modern sehingga mampu memberdayakan ekonomi kerakyatan dan sekaligus meningkatkan pertumbuhan ekonomi makro melalui peningkatan volume ekspor. Peramalan, pengelolaan persedian, dan perencanaan kapasitas produksi pertanian yang akurat sangat diperlukan karena sifatnya yang musiman agar dapat diantisipasi kapan harus dilakukan ekspor atau impor sehingga harga jual produk pertanian dapat dijaga dan tidak merugikan petani dan konsumen.

Untuk menunjang program *sustainable agricultural management* diperlukan pakar-pakar genetika produksi untuk mengembangkan benih/bibit unggul lokal tanaman dan ternak sehingga dapat mengoptimalkan penggunaan bahan baku lokal yang murah dan proses konversi untuk menghasilkan *output* dengan kuantitas, kualitas, dan harga yang kompetitif. Pada akhirnya, apabila pemilihan strategi produksi dilakukan secara tepat akan mempercepat laju pembangunan pertanian dan peternakan secara

berkelanjutan yang diharapkan akan meningkatkan daya saing produk pertanian nasional dalam era globalisasi.

DAFTAR PUSTAKA

Falconer, D.S. 1981. Introduction to Quantitative Genetics. 2nd Edition. Longman, Malaysia. 350 pp.

Gunawan, B. 1988a. Importance of animal agriculture in Asian production system. Animal Agriculture Symposium: Development Priorities Toward the Year 2000. Washington Dulles Airport Marriot, Chantilly, Virginia, 1-3 June 1988.

Gunawan, B. 1988b. Breeding technology for the improvement of Indonesian local sheep. Kumpulan makalah Seminar Ekspor Ternak Potong. Disajikan pada Seminar Ternak Potong, Jakarta, 2-3 September 1988.

Gunawan, B. 1989. Breeding program for Indonesian layer ducks. Presented at the 6th International Congress of SABRAO, Tsukuba, Japan, 21-25 August 1989.

Gunawan, B. and J.E. Vercoe. 1989. Genetic improvement of draught animal. Presented at Second ACIAR International Workshop on Draught Animal Power, Puncak, Bogor, 3-7 July 1989. ACIAR CSIRO, IAARD.

Gunawan, B. 1992a. Pembentukan *breed* baru domba unggul pada peternakan rakyat. Prosiding Seminar Optimalisasi Sumber Daya dalam Pembangunan Peternakan Menuju Swasembada Protein Hewani, Bogor, 26-27 Januari 1992.

Gunawan, B. 1992b. Pembentukan bibit unggul sapi perah pada peternakan rakyat dengan penggunaan teknologi embrio transfer. Buletin Peternakan Fakultas Peternakan Universitas Gadjah Mada, Desember 1992.

Gunawan, B., H.A.R. Prawiranata, dan Komarudin. 1992a. Analisa fisibilitas usaha industri pembibitan domba. Sarasehan Usaha Ternak Domba Menyongsong Era PJPT II, Bogor, 13-14 Desember 1992. ISPI-HPDKI Cabang Bogor dan Pemda Kabupaten Dati II Bogor.

Gunawan, B., H.A.R. Prawiranata, dan Komarudin. 1992b. Analisa usaha industri pembibitan itik petelur. hlm. 338-344. Dalam: Prosiding Agro Industri Peternakan di Indonesia. Balai Penelitian Ternak, Bogor.

Gunawan, B., M. Sabrani, dan S.A. Dakhlan. 1993. Produktivitas itik alabio pada peternakan rakyat di Kalimantan Selatan. Seminar Nasional Biologi XI, Ujung Pandang, 20-21 Juli 1993.

Gunawan, B. 1993. Studi genetik untuk pelestarian dan konservasi primata di Indonesia. Simposium dan Seminar Nasional Primata, Bogor, 13-14 Oktober 1993.

Gunawan, B. 1994a. Strategi genetika untuk pelestarian dan konservasi primata di Indonesia. Kongres I APAPI dan Seminar Nasional Primata III. Pusat Studi Biodiversitas Universitas Indonesia, 13-14 Mei 1994.

Gunawan, B. 1994b. Pemanfaatan keragaman genetik untuk bio-industri pembibitan ternak unggul. Lokakarya Nasional Keanekaragaman Hayati Tropik Indonesia. Dewan Riset Nasional, Serpong, 3-5 November 1994.

Gunawan, B., K. Diwyanto, M. Sabrani, dan S.A. Dakhlan. 1995. Teknologi *village breeding* untuk meningkatkan produktivitas itik Alabio di Amuntai, Kalimantan Selatan. Seminar Nasional Sains dan Teknologi Peternakan, Bogor, 25-26 Januari 1995.

Gunawan, B. 1996. Aplikasi manajemen produksi. Seminar Penataran Agribisnis, Bogor, 29 Juli-1 Agustus 1996. Badan Agribisnis, Departemen Pertanian, Jakarta.

Gunawan, B., Y. Sukardi, dan Ruhiyat. 1996. Tantangan dan peluang pemasaran bibit itik. Seminar Teknik Penetasan Telur Itik dan Peluang Pasarnya. Majalah Pertanian Trubus, BLPP Ciawi, 19 Mei 1996.

Gunawan, B. 1998. Resistensi genetik terhadap penyakit pada ternak. Kuliah Kapita Selekta Manajemen Pemuliaan, Fakultas Kedokteran Hewan Institut Pertanian Bogor, 9 Oktober 1998.

Gunawan, B. 2009. Teknologi Pemuliaan Ternak Unggas Mendukung Pembangunan Peternakan Menghadapi Era Globalisasi. Orasi Pengukuhan Profesor Riset Bidang Genetika dan Pemuliabiakan Ternak. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian, Jakarta.

Irianto, S.G. 2011. Nilai produksi beras capai Rp262 triliun. Media Indonesia, 11 Oktober 2011.

Kompas. 1999. Rp30 Miliar untuk berantas tikus. Kompas, 5 Juni 1999.

Media Indonesia. 1999. Pelajaran mahal dari lahan gambut. Media Indonesia, 18 April 1999.

Nicholas, F.W. 1986. Veterinary Genetics. Oxford Science Publications.

Oldeman, L.R. 1975. An Agro-Climatic Map of Java. Contr. Res. Inst. Agric. No. 17.

Perkins, J.M., A. Semali, P.W. Orchard, and R. Rachman. 1986. An Atlas of Environmental and Ruminant Population Characteristic of Java.

http://cybermed.kp/

Department of Agronomy and Soil Science, University of New England, Armidale, NSW 2351, Australia.

Stevenson, W.J. 1990. Production and Operations Management. 3rd Edition. Richard D. Irwin. Inc., Singapore.

Suswono. 2010. Strategi Peningkatan Daya Saing Organisasi Logistik Pangan Nasional yang Berkelanjutan: Studi kasus Bulog. Disertasi. Program Pascasarjana, Institut Pertanian Bogor, Bogor.

Sutono. 1998. Analisa Profil dan Perilaku Pasar, Segmen dan Peluang Pasar Objek Wisata Alam pada Taman Nasional Way Kambas. Tesis. Program Pascasarjana, Universitas Satyagama.

Soma, M.M. 1999. Bauran Pemasaran Jasa Wisata Alam (Ecotourism) Bukit Bingkiray PT Inhutani I Unit Balikpapan dan Pengaruhnya Terhadap Keputusan Pengunjung. Tesis. Program Pascasarjana, Universitas Satyagama.

Yopi. 2011. Mentan Suswono raih gelar doktor. Poskota, 7 Oktober 2011.

http://serverlib/psekp/

Permasalahan Pakan dan Tantangan di Masa Mendatang

BUDI TANGENDJAJA

Balai Penelitian Ternak
Jalan Banjarwaru, Kotak Pos 221, Bogor 16002
E-mail: budi_tangendjaja@yahoo.com

ABSTRAK

Ketersediaan pakan yang cukup dengan kualitas yang memadai merupakan faktor penting dalam pengembangan industri peternakan. Di Indonesia, industri peternakan, terutama ayam, menghadapi berbagai isu,antara lain harga pakan mahal, ketergantungan pada bahan pakan impor, serta adanya residu antibiotik dan hormon pada produk ternak sehingga memengaruhi konsumsi daging. Isu ini tidak benar sehingga diperlukan penjelasan yang komprehensif. Di lain pihak, Indonesia mengalami berbagai permasalahan dengan pakan, baik ketersedian (kekurangan sumber energi dan terlebih protein) maupun kualitas akibat penanganan yang kurang baik atau pencampuran yang disengaja pada bahan pakan. Infrastruktur yang kurang memadai juga mengakibatkan biaya pakan menjadi lebih tinggi, yang akhirnya berpengaruh terhadap efisiensi produksi dan daya saing. Permasalahan pakan ternak monogastrik seperti unggas, babi, dan ikan berbeda dengan pakan ternak ruminansia seperti sapi potong dan sapi perah. Kekurangan sumber energi dalam pakan ayam hanya bisa dipenuhi dari hasil pertanian terutama jagung, sedangkan kekurangan protein sulit dipenuhi dari dalam negeri. Indonesia bisa belajar dari Thailand agar produk unggasnya bisa berdaya saing. Permasalahan pakan ternak ruminansia terutama berkaitan dengan kekurangan hijauan pada musim kemarau dan keterbatasan lahan untuk pengembangan rumput atau jagung untuk memenuhi kebutuhan peternakan sapi perah dan sapi potong. Namun, Indonesia mempunyai keunggulan limbah pertanian/industri seperti bungkil inti sawit, dedak padi, bungkil kelapa, dan pollard yang bisa digunakan untuk pakan sapi. Dari semua permasalahan yang ada, efisiensi penggunaan pakan memegang peranan penting dalam menentukan keberhasilan industri peternakan. Efisiensi harus menjadi perhatian, mulai dari produksi bahan pakan sampai pemberian ransum pada ternak, serta sistem pengangkutan dan distribusi. Apabila permasalahan yang ada tidak segera dipecahkan maka Indonesia akan sulit bersaing dengan negara lain dan harus mengimpor daging, susu, dan telur.

Kata kunci: pakan, ternak monograstrik, ruminansia, kebutuhan

PENDAHULUAN

Keberhasilan industri peternakan di Indonesia (bukan subsisten) dipengaruhi oleh empat faktor, yaitu biaya pakan dan upah buruh yang rendah, iklim usaha yang kondusif, skala ekonomi, serta kemampuan menerapkan teknologi baru. Di antara keempat faktor tersebut, biaya pakan sangat menentukan keberhasilan di masa mendatang karena biaya pakan mencapai 70% dari biaya produksi ternak. Pemberian pakan bertujuan untuk menyediakan zat gizi yang diperlukan oleh ternak, baik untuk mempertahankan tubuh, reproduksi maupun menghasilkan daging, susu, dan telur, termasuk kulit atau bulu. Untuk memenuhi kebutuhan gizi, ternak tidak mungkin hanya diberi satu jenis bahan baku pakan, tetapi harus diberi ransum yang terdiri atas campuran berbagai bahan baku pakan.

Bahan baku pakan dapat diklasifikasikan ke dalam beberapa kelompok berdasarkan kandungan gizinya. Menurut Ensminger dan Olentine (1990), pakan ruminansia dikelompokkan ke dalam kategori: (1) hijauan; (2) konsentrat; (3) ransum komplit; (4) premiks; (5) pakan limbah; (6) pakan spesial; dan (7) pakan tambahan. Bahan pakan nonruminansia terbagi ke dalam (1) sumber energi; (2) sumber protein; (3) gizi tambahan (suplemen); (4) mineral; (5) vitamin; dan (6) imbuhan.

http://pustaka.litbang.deptan.go.id/publikasi/lokakarya2010.pdf

Berkembangnya industri ternak, terutama unggas, dalam kurun waktu 30 tahun terakhir mendorong tumbuhnya industri pakan di Indonesia. Pada tahun 2010, produksi pakan mencapai 10 juta ton, yang didominasi oleh pakan ayam, baik pedaging maupun petelur, dan sebagian kecil pakan babi, ikan, dan sapi. Berkembangnya industri pakan menimbulkan permasalahan, baik dari segi ketersediaan bahan baku maupun teknologi. Peningkatan konsumsi produk ternak juga menimbulkan isu-isu negatif berkaitan dengan pakan.

Tulisan ini menguraikan perkembangan industri pakan, isu yang menyangkut pakan dan permasalahannya di Indonesia. Pemikiran untuk memecahkan permasalahan juga dikemukakan dengan harapan dapat diperbaiki di masa mendatang.

PAKAN DAN PERMASALAHANNYA

Perkembangan produksi pakan dari tahun 2004 hingga 2010 disajikan pada Tabel 1. Produksi pakan meningkat terus setiap tahun dan pada tahun 2010 mencapai hampir 10 juta ton. Produksi naik sekitar 6% setiap tahun dan diperkirakan terus meningkat di masa mendatang mengikuti pertumbuhan pendapatan penduduk. Berdasarkan jenisnya, sekitar 80% pakan didominasi oleh pakan ayam, sedangkan sisanya adalah pakan ikan, babi, dan

Tabel 1. Produksi pakan ternak di Indonesia berdasarkan jenisnya pada tahun 2004-2010.

Jenis pakan	Produksi pakan (000 ton)						
	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Unggas: pedaging (broiler)	2.786	2.854	3.126	3.241	2.850	3.200	3.425
Unggas: petelur (*layer*)	2.595	2.854	3.025	3.134	3.620	3.700	3.750
Babi	528	590	610	650	660	700	770
Ikan	550	550	580	657	1.000	1.100	1.150
Ruminansia (sapi perah dan sapi potong)	500	500	500	500	500	550	605
Total produksi	6.959	7.348	7.841	8.182	8.630	9.250	9.700

Sumber: USGC, ASA (tidak dipublikasi).

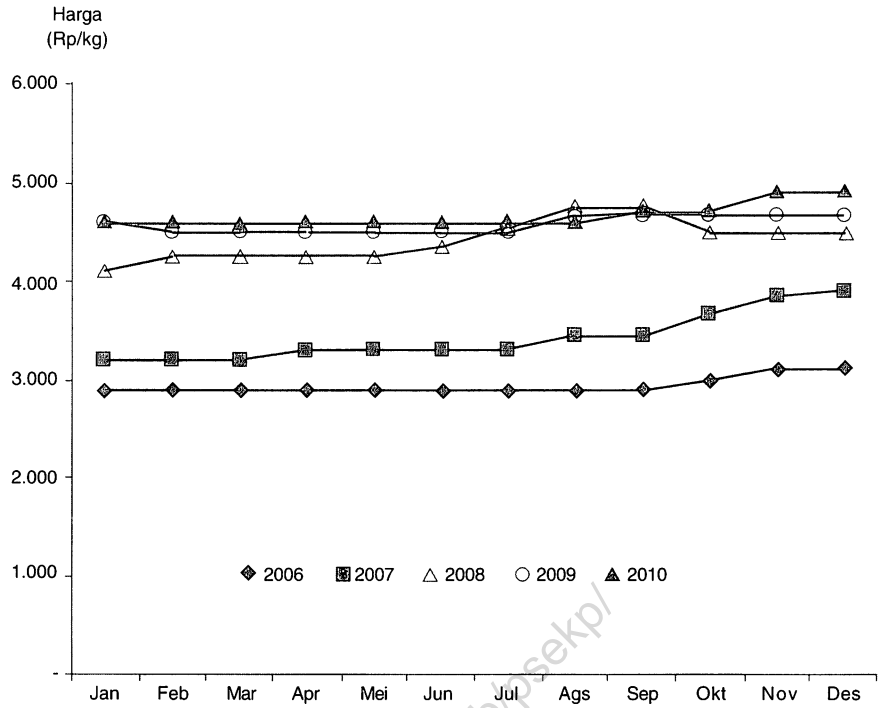
http://cserver.litbang.kp/

ruminansia. Lebih dari separuh pakan ayam yang diproduksi merupakan pakan ayam petelur, sedangkan sisanya adalah pakan broiler. Produksi pakan ayam kampung maupun puyuh dan itik relatif kecil dibanding pakan ayam ras.

Perkembangan industri pakan, terutama pakan unggas, dari tahun 1970-an sampai saat ini memegang peranan penting dalam menghasilkan daging dan telur untuk memenuhi kebutuhan konsumen akan protein hewani. Persaingan yang makin ketat di antara pelaku bisnis dan berkembangnya era global (di mana Indonesia termasuk di dalamnya) mengakibatkan berbagai isu pakan berkembang di masyarakat. Isu-isu ini dapat memberikan dampak negatif terhadap industri peternakan sehingga perlu mendapat perhatian yang proporsional.

Harga Pakan

Adanya keluhan bahwa pakan yang diproduksi pabrik mahal harganya sebenarnya merupakan isu yang tidak ditunjang oleh analisis yang mendalam. Perubahan harga pakan sepanjang 5 tahun terakhir ditunjukkan pada Gambar 1. Harga pakan cenderung naik dalam 5 tahun terakhir, terutama pada akhir semester tahun 2007 dan akhir tahun 2010 berkenaan dengan gejolak harga komoditas bahan pakan di dunia sehingga berpengaruh terhadap harga pakan di Indonesia.



Gambar 1. Perubahan harga pakan broiler dalam 5 tahun terakhir (2006-2010). Sumber: ASAIM (tidak dipublikasi).

http://sel...libp3sekp/

Pabrik pakan di Indonesia berjumlah lebih dari 50 perusahaan, dengan total kapasitas terpasang >14 juta ton. Pada tahun 2010, produksi pakan hanya 9,7 juta ton sehingga masih ada kelebihan produksi yang belum terpakai. Pabrik pakan tidak mungkin menaikkan harga pakan secara sepihak karena adanya persaingan antarpabrik pakan. Lebih dari 85% biaya produksi pakan berasal dari bahan baku dan sisanya biaya produksi (energi, buruh, pengemasan, susut, dan sebagainya), pemasaran, dan *overhead*. Diperkirakan keuntungan pabrik pakan hanya 2-4%, bergantung pada efisiensi dan kemampuan pengelolaan usaha.

Meningkatnya harga pakan umumnya merupakan akibat meningkatnya harga bahan baku, yang dipengaruhi oleh situasi global. Bila harga jagung dunia meningkat maka harga jagung produksi dalam negeri juga meningkat. Jika tidak terjadi kenaikan harga jagung di pasar dunia maka jagung produksi dalam negeri akan diekspor untuk memperoleh keuntungan yang lebih tinggi dibanding dijual di dalam negeri. Peningkatan ongkos angkut bahan baku dari negara lain juga memengaruhi harga franko bahan baku yang

diterima oleh pabrik pakan, seperti yang terjadi baru-baru ini, ketika China menggunakan kapal pengangkut dalam jumlah banyak sehingga meningkatkan ongkos angkut bahan pakan dari Amerika Serikat maupun Amerika Latin ke Indonesia. Jadi isu harga pakan mahal tidak perlu dipermasalahkan. Dalam usaha ternak, terutama unggas, biaya pakan lebih dari 60-70% dari biaya produksi sehingga kenaikan harga pakan akan meningkatkan biaya produksi.

Kebergantungan pada Impor

Produksi pakan ternak monogastrik (unggas, babi, ikan) sebesar 9,7 juta ton/tahun memerlukan sumber protein pakan sekitar 3 juta ton/tahun. Sumber protein pakan umumnya diperoleh dari bungkil, seperti bungkil kedelai, *canola* (*rapeseed*), *corn gluten meal*, dan protein asal hewan seperti tepung daging dan tulang serta tepung ikan. Indonesia tidak mempunyai sumber protein yang cukup untuk produksi pakan sehingga harus mengimpornya. Pada tahun 2010, Indonesia mengimpor bungkil kedelai lebih dari 2 juta ton dan tepung daging lebih dari 200.000 MT. Impor tidak hanya sumber protein, tetapi juga sumber energi seperti jagung karena produksi jagung nasional belum mencukupi. Pada tahun 2010, impor jagung mencapai hampir 1,5 juta ton untuk memenuhi kebutuhan pabrik pakan.

Kebergantungan pada impor sebenarnya tidak perlu dipermasalahkan kalau Indonesia ikut dalam perdagangan bebas internasional. Hal yang perlu diupayakan adalah keunggulan kompetitif dari industri peternakan di Indonesia. Thailand juga mengimpor sumber protein pakan, tetapi memanfaatkan keunggulan kompetitif dari pengolahan daging ayam untuk bisa diekspor ke berbagai negara. Malaysia memanfaatkan keunggulan kompetitif untuk menghasilkan minyak sawit sehingga mampu mengekspor 15 juta ton minyak sawit. Di lain pihak, Malaysia mengimpor lebih dari 90% kebutuhan bahan baku industri pakan ternak, tetapi biaya produksi ayam atau telur masih dapat berkompetisi dengan Indonesia. Sebaiknya Indonesia tidak terperangkap oleh isu kebergantungan pada pakan impor, tetapi perlu memperbaiki manajemen pertanian agar mampu menghasilkan sumber energi dan protein pakan yang bersaing dengan negara lain. Lahan pertanian Indonesia dapat dimanfaatkan untuk pengembangan jagung dan tanaman lainnya guna memenuhi kebutuhan dalam negeri atau bahkan untuk ekspor.

Residu Bahan Kimia

Kekhawatiran akan adanya residu bahan kimia atau bahan beracun dalam produk peternakan mengakibatkan konsumen di beberapa negara mendesak pemerintahnya untuk melarang pemakaian antibiotik dalam

pakan ternak. Penggunaan antibiotik pada pakan dimaksudkan untuk memacu pertumbuhan (*antibiotic growth promotor*/AGP) atau mencegah timbulnya penyakit seperti koksidiosis pada ayam. Penggunaan AGP sudah diatur oleh pemerintah sehingga tidak menimbulkan dampak negatif bagi konsumen. Antibiotik yang digunakan bukan untuk pengobatan (*theraputic*), melainkan jenis antibiotik yang bekerja di saluran pencernaan. Penggunaan antibiotika di dalam pakan dapat menimbulkan masalah residu dalam produk peternakan apabila penggunaannya tidak mengikuti peraturan yang berlaku. Setiap negara mempunyai peraturan penggunaan antibiotik yang boleh dimasukkan ke dalam pakan, baik jenis, kombinasi, jumlah maupun lamanya pemakaian untuk mencegah efek samping antibiotik.

Penggunaan AGP sebenarnya memberikan keuntungan dari segi ekonomis maupun teknis produksi. Pelarangan penggunaan AGP dapat menimbulkan kerugian seperti produksi yang lambat, efisiensi penggunaan pakan yang rendah maupun kematian ternak yang lebih banyak. Pemeliharaan ternak di kandang tidak mungkin steril, dapat terkontaminasi oleh berbagai mikroba penyakit sehingga menurunkan produktivitas. Bagi Indonesia, pelarangan penggunaan AGP belum saatnya diberlakukan karena kerugian yang diakibatkan akan lebih banyak dibanding manfaatnya. Hal yang diperlukan adalah pengontrolan yang ketat dalam penggunaan AGP pada pakan (umumnya sudah diterapkan oleh pabrik pakan modern). Pengontrolan penggunaan antibiotik oleh peternak dalam rangka pengobatan sulit dilakukan. Banyak kejadian ayam yang sedang dalam pemberian antibiotik (dalam pengobatan) dijual dan dikonsumsi manusia. Residu antibiotik dalam daging ayam bisa memberikan dampak negatif pada konsumen.

http://peternakan.litbang.deptan.go.id

Residu Hormon

Masih banyak anggapan salah masyarakat bahwa ayam broiler dapat tumbuh cepat karena diberi hormon. Pertumbuhan ayam broiler yang mencapai bobot 1,5-1,7 kg dalam waktu 30 hari dianggap sebagai dampak suntikan hormon sehingga konsumen yang mengonsumsi daging broiler akan menderita perubahan hormonal. Anggapan tersebut salah mengingat peningkatan potensi genetik ayam sudah sedemikian maju sehingga melalui seleksi secara terus-menerus dapat dihasilkan ayam yang mampu tumbuh pesat. Pengetahuan tentang kebutuhan gizi ayam juga sudah maju, lebih dari 35 jenis zat gizi dipertimbangkan dalam menyusun ransum ayam. Dasar penyusunan ransum hanya peningkatan protein, pertimbangan kandungan asam amino total tidak begitu penting. Sekarang ahli nutrisi sudah menyusun ransum dengan dasar kecernaan asam amino dan rasio ideal antara asam amino tertentu dengan lainnya sehingga mencapai kebutuhan ideal ayam.

Jadi pertumbuhan ayam yang pesat bukan akibat penggunaan hormon, tetapi karena perbaikan potensi genetik dan pengetahuan nutrisi yang makin maju. Penyuntikan hormon ke tubuh ayam satu per satu tidak mungkin dilakukan karena setiap minggu lebih dari 20 juta ayam diproduksi di Indonesia.

Harapan ke depan adalah agar isu-isu negatif mengenai ayam tidak terjadi lagi sehingga konsumsi produk unggas berupa daging maupun telur terus meningkat. Dibandingkan dengan negara tetangga di Asia Tenggara, Indonesia masih ketinggalan dalam jumlah konsumsi protein hewani sehingga memengaruhi tingkat kecerdasan di masa mendatang. Oleh karena itu, isu-isu negatif harus dihilangkan dalam upaya meningkatkan konsumsi dan memperbaiki daya saing produk unggas Indonesia.

PERMASALAHAN PAKAN UNGGAS DAN HEWAN MONOGASTRIK

Permasalahan pakan unggas di Indonesia dikelompokkan menjadi tiga, yaitu kekurangan bahan baku pakan, kualitas bahan baku pakan, dan efisiensi pemakaian pakan, baik dari segi pengumpulan dan distribusi maupun pemanfaatannya oleh ternak.

http://sewerlib/pustaka.id

Bahan Baku Pakan

Berdasarkan nilai gizinya, bahan baku pakan dikelompokkan ke dalam sumber gizi yaitu energi, protein, dan asam amino, asam lemak, mineral, vitamin, dan sumber imbuhan yang bukan merupakan sumber zat gizi. Dari total produksi pakan yang berasal dari pabrik sebesar 9,7 juta ton pada tahun 2010, lebih dari 50% bahan bakunya harus diimpor, antara lain dari Amerika Serikat, Brasil, Argentina, India, Thailand, China, dan Eropa. Tabel 2 menunjukkan perkembangan impor bahan baku pakan dalam kurun waktu tujuh tahun terakhir. Impor bahan baku pakan akan terus meningkat sesuai dengan perkembangan industri pakan karena produksi dalam negeri tidak dapat memenuhi kebutuhan lokal.

1. Sumber energi

Sumber energi pakan umumnya berasal dari biji-bijian seperti jagung, beras pecah (menir), dan sorgum maupun dari umbi-umbian seperti ubi kayu atau dari minyak terutama minyak sawit kasar (*crude palm oil*/CPO). Jagung masih merupakan sumber energi utama untuk pakan unggas dan babi. Kandungan jagung dalam ransum unggas berkisar antara 45-60%.

Tabel 2. Impor bahan baku pakan dalam periode 2004-2010.

Bahan baku pakan	Volume impor (ton)						
	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010[1)]
Jagung	1.088.928	181.069	1.769.254	650.000	200.000	400.000	1.400.000
Bungkil kedelai	1.633.000	1.852.702	2.116.058	2.233.000	2.070.974	2.298.780	2.600.000
Tepung ikan	58.250	82.790	88.852	11.701	129.000	90.000	90.000
Tepung daging dan tulang	405.429	39.529	128.243	250.000	150.000	300.000	350.000
Corn gluten meal	115.474	199.349	187.068	187.068	217.000	109.000	150.000
DDGS (*dried distillers grain with solubles*)	11.500	46.500	43.700	69.000	100.000	180.000	200.000

[1)]Angka sementara.
Sumber: ASAIM, berdasarkan kedatangan kapal dan lainnya sampai Maret 2010.

Kebutuhan jagung untuk pabrik pakan unggas dan babi diperkirakan 51% dari total produksi pakan (Tangendjaja *et al.* 2003). Apabila produksi pakan pada tahun 2010 diperkirakan 9,7 juta ton maka kebutuhan jagung untuk pabrik pakan sekitar 5 juta ton, terutama untuk pakan ayam pedaging, ayam petelur, dan babi. Pakan ikan air tawar hanya sedikit menggunakan jagung.

Banyak pengamat meragukan data produksi jagung yang menurut Badan Pusat Statistik (2010) mencapai 18 juta ton. Angka ini semestinya telah melebihi kebutuhan jagung untuk pakan karena hasil studi Kasryno (2003) menunjukkan bahwa pemakaian jagung sebagian besar untuk pakan dan hanya sedikit sekali yang digunakan untuk pangan maupun industri. Namun, kenyataan di lapangan menunjukkan industri pakan kesulitan memperoleh jagung di dalam negeri sehingga harus diimpor.

Substitusi jagung dengan sumber energi lainnya bisa dilakukan jika tersedia di dalam negeri. Sorgum dapat digunakan untuk menggantikan jagung dalam pakan dan tanin bukan menjadi kendala utama dalam pemanfaatan sorgum untuk pakan (Tangendjaja dan Wina 1995). Namun, produksi sorgum dalam negeri sangat sedikit. Sebelum tahun 2000, pabrik pakan di Jawa Timur masih membeli sorgum dari petani di Demak atau Purwodadi, meskipun jumlahnya sedikit. Saat ini, sorgum hampir tidak dijual di pasaran dan bahkan pabrik pakan pun mulai mengimpor sorgum pada saat harganya bersaing dengan jagung.

Upaya mengurangi pemakaian jagung dengan ubi kayu atau gaplek, baik dalam bentuk *chip*, pelet maupun gelondongan, dapat dilakukan jika ubi kayu tersedia. Menurut data BPS (2010), produksi ubi kayu di Indonesia mencapai lebih dari 22 juta ton, tetapi kenyataannya pabrik pakan tidak bisa memperolehnya untuk produksi pakan.

Minyak sawit dapat dimanfaatkan sebagai sumber energi pakan. Namun, penggunaannya sangat terbatas (maksimum 3%) dalam ransum ayam yang dibuat pelet karena memengaruhi karakteristik ransum yang dihasilkan. Di samping itu, harga minyak sawit kasar (CPO) dipengaruhi oleh harga dunia sehingga harus berkompetisi dengan jagung. Sumber energi lainnya sangat terbatas sehingga tidak memungkinkan untuk mengganti jagung dalam pakan dan tetap merupakan bahan baku utama dalam ransum unggas maupun babi.

2. Sumber protein

Sumber protein utama pakan ayam, babi, dan ikan masih mengandalkan bungkil kedelai karena kandungan protein dan asam aminonya tinggi dan harganya bersaing dengan sumber protein lainnya. Produksi bungkil kedelai di dunia masih tertinggi di antara bungkil lainnya (Tangendjaja 2002) sehingga ketersediaannya mencukupi kebutuhan bahan baku pakan. Produksi bungkil lainnya yang cukup tinggi setelah bungkil kedelai adalah bungkil *rapeseed*, bungkil biji kapas, dan bungkil biji matahari, tetapi ketiganya mempunyai keterbatasan karena kandungan serat dan gizi lainnya sehingga pemakaiannya dalam ransum ayam masih terbatas.

Indonesia masih kekurangan sumber protein pakan, terutama bungkil kedelai sehingga masih mengimpornya dalam jumlah besar, antara lain dari Argentina, Amerika Serikat, Brasil, dan India. Bungkil kedelai merupakan hasil samping pabrik minyak kedelai. Indonesia belum layak secara ekonomi untuk menghasilkan minyak goreng dari kedelai karena sulit bersaing dengan minyak sawit yang melimpah dan lebih murah. Di samping itu, Indonesia masih kekurangan pasokan kedelai untuk tempe, tahu, dan kecap sehingga juga mengimpor kedelai dari Amerika Serikat. Oleh karena itu, Indonesia tetap mengimpor bungkil kedelai untuk pakan jika produksi dalam negeri tidak mencukupi. Indonesia menghasilkan bungkil inti sawit dalam jumlah besar (lebih dari 3 juta ton) dan sedikit bungkil kelapa (sekitar 455 ribu ton) (Anonymous 2008)

Substitusi bungkil kedelai dengan bahan lain di dalam negeri sulit dilakukan karena protein bungkil kedelai mencapai lebih dari 45% sehingga tidak dapat digantikan oleh bungkil inti sawit yang proteinnya 14-15% atau bungkil kelapa yang proteinnya 20%. Kendala lain dalam pemakaian bungkil inti sawit dan bungkil kelapa adalah seratnya yang tinggi dan energinya yang rendah untuk unggas.

3. Sumber asam amino

Dalam menyusun ransum ayam dan babi, memenuhi kebutuhan protein saja tidak cukup, tetapi harus memperhitungkan pula kandungan asam

aminonya. Untuk membuat ransum yang efisien dan sesuai dengan kebutuhan ternak, diperlukan penambahan asam amino sintetis atau murni. Ada tiga jenis asam amino yang umumnya digunakan untuk melengkapi ransum ayam dan babi, yaitu metionin, lisin, dan treonin, dan kadang-kadang triptofan. Indonesia baru dapat memproduksi lisin dalam jumlah cukup melalui perusahaan asing yang beroperasi di Indonesia, sedangkan asam amino metionin dan treonin masih harus diimpor dari Amerika Serikat, Eropa, Jepang maupun China. Bahan baku untuk membuat metionin adalah hasil turunan minyak bumi yang bisa diperoleh di Indonesia, tetapi teknologi untuk menghasilkan metionin di dunia hanya dikuasi oleh 3-4 perusahaan.

4. Sumber mineral

Kebutuhan sumber mineral makro seperti kalsium dan natrium bisa dipenuhi dari batu kapur dan garam, dan untuk fosfor dari dikalsium fosfat, monokalsium fosfat atau tepung tulang. Indonesia masih mengimpor dikalsium dan monokalsium fosfat dalam jumlah besar karena tidak diproduksi di dalam negeri. Sumber bahan ini berasal dari batuan fosfat yang ditemukan di beberapa negara. Indonesia mengimpor batuan fosfat untuk memproduksi pupuk kimia. Apabila batuan fosfat bisa diolah lebih lanjut maka Indonesia bisa memenuhi kebutuhan dikalsium dan monokalsium fosfat yang masih diimpor. Batu kapur tersedia melimpah di Indonesia, tetapi garam dapur sebagian masih diimpor dari India maupun Australia. Batu kapur dan garam dapur harganya lebih murah dibandingkan sumber fosfor. Oleh karena itu, pemerintah dapat mendorong perusahaan pupuk kimia untuk juga memproduksi dikalsium dan monokalsium fosfat yang dibutuhkan oleh pabrik pakan di Indonesia.

Mineral lainnya yang digunakan dalam ransum unggas dan babi adalah mineral mikro seperti Zn, Fe, Mn, Cu, I, dan Se. Hampir semua mineral mikro ini diimpor. Kontribusi biaya mineral mikro terhadap biaya pakan relatif kecil sehingga tidak ada perusahaan di dalam negeri yang mencoba untuk memproduksi mineral mikro ini, melainkan hanya mencampur masing-masing mineral yang dibutuhkan.

5. Sumber vitamin

Semua jenis vitamin yang larut dalam lemak (vitamin A, D, E, K) dan yang larut dalam air (vitamin B1, B2, B6, B12, niasin, pantotenat) masih diimpor. Pada mulanya, pemasok vitamin adalah perusahaan besar dari Eropa seperti BASF, Roche, dan Rhone Poulenc, tetapi sekarang pemasok vitamin terutama berasal dari China. Perusahaan di Indonesia hanya membuat premik vitamin, yaitu mencampur bahan baku vitamin dari luar negeri. Meskipun demikian, beberapa perusahaan premik dapat mengekspor produknya keluar negeri. Industri pakan juga menggantungkan seluruh kebutuhan *choline* dari luar

negeri dan *choline* produksi China sudah banyak yang menembus pasar dalam negeri.

6. Imbuhan pakan

Untuk meningkatkan daya guna ransum, suatu bahan bisa dimasukkan ke dalamnya dan disebut sebagai imbuhan pakan. Menurut Cheeke (1999), imbuhan pakan didefinisikan sebagai bahan tambahan yang dimasukkan ke dalam pakan, bukan sebagai zat gizi tetapi berguna untuk meningkatkan pemanfaatan dan penerimaan pakan oleh ternak atau untuk kesehatan atau metabolisme ternak.

Contoh imbuhan pakan yang digunakan di Indonesia adalah *antibiotic growth promoter* (AGP), obat koksidiosis, pengawet seperti antioksidan, antijamur, pembantu proses produksi seperti *pellet binder*, berbagai jenis enzim, probiotik, prebiotik, pengikat toksin, dan herbal yang jumlah dan mereknya sangat banyak. Indonesia dan juga negara-negara di Asia Tenggara merupakan pasar imbuhan pakan yang potensial bagi negara produsen karena banyak produk imbuhan pakan yang tidak mendapatkan tempat di negaranya sendiri. Hampir semua imbuhan pakan diimpor dari negara-negara maju dan China. Indonesia sebaiknya mengembangkan imbuhan pakan sendiri yang sesuai dengan kondisi yang ada.

http://penerbit.litbang.pertanian.go.id

Kualitas Pakan

Berkembangnya industri ayam modern membutuhkan ransum dalam jumlah cukup dengan kualitas tinggi. Perubahan kualitas pakan berpengaruh terhadap produksi dan efisiensi yang akhirnya memengaruhi keuntungan usaha peternakan. Ayam broiler saat ini sudah dapat dipanen pada umur 30 hari untuk mencapai bobot badan 1,5 kg dengan nilai konversi pakan 1,6. Untuk ayam petelur saat ini sudah dapat menghasilkan telur 330 butir selama setahun sehingga hampir setiap hari menghasilkan telur. Ransum harus disusun secara teliti dengan mempertimbangkan lebih dari 30 jenis zat gizi di dalamnya dan disusun dari bahan baku dengan kualitas terpilih.

1. Keberagaman intrinsik (*intrinsic variability*)

Bahan baku pakan umumnya dihasilkan dari pertanian atau industri pertanian sehingga kualitasnya sangat bervariasi. Kandungan gizinya dipengaruhi oleh varietas, umur, dan latar belakang agronomis seperti pemupukan, kondisi tanah, dan musim. Keragaman kualitas pakan juga dipengaruhi oleh proses pascapanen, misalnya kandungan air dalam jagung berpengaruh terhadap nilai energi dan daya tahan jagung selama

penyimpanan. Pengeringan yang terlambat setelah panen akan mengakibatkan jagung ditumbuhi jamur atau kapang yang dapat meningkatkan kandungan aflatoksin. Hasil penelitian Tangendjaja *et al.* (2008) menunjukkan bahwa jagung di Indonesia tercemar oleh mikotoksin yang lebih tinggi dibanding jagung impor.

Pengolahan hasil pertanian juga memengaruhi kualitas produk yang akan digunakan untuk pakan. Proses ekstraksi minyak dari biji-bijian berminyak seperti kedelai, inti sawit, dan kelapa berpengaruh terhadap kualitas bungkilnya. Pemanasan yang berlebihan saat ekstraksi dapat merusak asam amino esensial sehingga menurunkan nilai gizi bungkil yang dihasilkan. Tingginya kandungan batok dalam bungkil inti sawit juga meningkatkan kandungan serat dan membahayakan ternak yang mengonsumsinya.

Penyimpanan hasil pertanian atau produk samping industri pertanian yang tidak cermat dapat mengakibatkan penurunan kualitas pakan. Dedak padi yang disimpan terlalu lama akan menjadi tengik dan menurun kandungan energi metabolisnya.

Keragaman kualitas juga ditemukan pada tepung ikan. Bahan baku ikan yang sudah mengalami pembusukan akan menurunkan kualitas tepung ikan yang dihasilkan. Tepung ikan yang berasal dari ikan utuh berbeda dengan tepung ikan yang diperoleh dari sisa pengolahan ikan. Para nutrisionis pabrik pakan juga menyadari bahwa tepung daging dan tulang yang diimpor juga sangat bervariasi kualitasnya sehingga menyulitkan dalam memformulasikan ransum yang mengunakan bahan tersebut. Pengujian laboratorium sebelum bahan pakan digunakan sangat penting untuk mempertahankan kualitas pakan yang diproduksi.

http://pustaka.litbang.deptan.go.id/

2. Standar kualitas

Berbagai bahan baku pakan dijumpai di Indonesia, baik yang diproduksi di dalam negeri maupun yang diimpor. Di antara bahan baku pakan yang ada, banyak yang tidak mempunyai standar kualitas. Beberapa bahan pakan seperti jagung dan bungkil kedelai mempunyai Standar Nasional Indonesia (SNI), tetapi patokan yang dibuat untuk menentukan standar sudah tidak relevan dengan perkembangan pengetahuan mengenai pakan. Di negara maju seperti Amerika Serikat, standar jagung dan biji-bijian lain sudah ditetapkan oleh pemerintah federal dan bahkan cara pengujiannya pun sudah dibakukan sehingga setiap pengguna pakan akan dengan mudah menilainya. Standar jagung dibagi menjadi lima kelas (*grade*) dan masing-masing kelas telah jelas kriterianya.

Tersedianya standar bahan pakan akan mempermudah nutrisionis dalam memformulasikan ransum dan sangat membantu dalam perdagangan sehingga tidak menimbulkan kekisruhan antara pemasok dan penerima. Indonesia harus memulai mengembangkan standar bahan pakan beserta kriterianya untuk memudahkan perdagangan dan pemakaian bahan pakan oleh peternak.

3. Pencampuran

Pencampuran suatu bahan pakan dengan bahan lain, baik dari bahan pakan lain maupun bukan bahan pakan, sering kali dijumpai di lapangan. Pabrik pakan sering menemukan tepung ikan yang dicampur dengan urea untuk meningkatkan kandungan protein atau dicampur dengan tepung bulu dengan tujuan serupa. Sumber protein pakan sering diperdagangkan berdasarkan kandungan proteinnya. Bahan pakan dengan kandungan protein yang rendah bisa dihargai lebih rendah sehingga beberapa pemasok bahan pakan mencoba untuk meningkatkan kandungan proteinnya dengan mencampur bahan lain yang kalau dianalisis dengan metode Kjeldahl (teknik untuk menganalisa protein kasar) menjadi lebih tinggi. Bahan pencampur biasanya mempunyai harga yang lebih murah dengan nilai gizi yang rendah sehingga menurunkan nilai gizi bahan asalnya. Beberapa waktu yang lalu, dunia dihebohkan oleh pencampuran melamin ke dalam bahan pakan untuk hewan kesayangan di Amerika Serikat. Bahan pakan tersebut diperoleh dari pemasok di China yang sengaja mencampurkan melamin untuk meningkatkan kandungan protein.

Beberapa pabrik pakan juga melaporkan bahan pakan *corn gluten meal* dari China yang dicampur dengan pewarna sintetis. Pencampuran dedak padi dengan sekam padi yang tidak ada nilai gizinya juga sering dilakukan, biasanya terjadi saat harga dedak mahal. Pencampuran dedak padi juga dilakukan dengan bahan lain seperti pasir, serbuk gergaji, zeolit atau batu kapur. Dedak padi yang dicampur sekam giling dapat menurunkan produksi telur pada ayam yang mengonsumsinya. Pencampuran bahan pakan dengan bahan lain tidak hanya menyulitkan pabrik pakan yang memproduksi ransum, tetapi juga merugikan peternak yang tidak mampu mendeteksi pencampuran tersebut.

4. Pencemaran

Bahan baku pakan, baik hasil pertanian maupun hasil samping industri pertanian, sering kali tercemar oleh bahan kimia yang tidak dikehendaki. Pencemaran yang sering dilaporkan adalah yang berasal dari mikotoksin karena bahan pakan ditumbuhi oleh kapang yang menghasilkan mikotoksin. Pencemaran mikotoksin diakibatkan oleh penanganan yang kurang baik dan ditunjang oleh iklim tropis yang memudahkan bahan pakan ditumbuhi

jamur. Pencemaran juga bisa terjadi akibat penggunaan pestisida yang tidak terkontrol pada saat pertumbuhan tanaman di lapangan maupun pada saat penyimpanan produknya sehingga residu pestisida ditemui dalam bahan pakan.

Gudang pabrik pakan sering kali terserang oleh serangga dan penggunaan pestisida kadang-kadang dilakukan di samping fumigasi. Penggunaan pestisida yang tidak terkontrol dapat menimbulkan residu dalam pakan yang dihasilkan. Pencemaran juga dapat terjadi akibat pemakaian obat-obatan yang sengaja dimasukkan ke dalam pakan untuk mencegah penyakit maupun memperbaiki pertumbuhan ternak. Penggunaan bahan kimia dan obat-obatan bisa mengakibatkan residu pada produk hasil ternak.

Efisiensi Produksi

Seperti dikemukakan sebelumnya bahwa peternakan ayam dan babi sudah bersifat industri sehingga efisiensi produksi memegang peranan penting dalam menentukan keberhasilan usaha. Salah satu efisiensi yang menentukan adalah dalam hal penggunaan pakan. Efisiensi tidak hanya dari segi biologis pada saat pakan diberikan kepada ternak, tetapi juga dari segi waktu bahan pakan diproduksi dan penanganan pascapanennya.

1. Kehilangan pascapanen (sewaktu panen, penyimpanan, dan transportasi)

Kehilangan hasil pertanian akibat serangan hama dan penyakit bisa sangat besar nilainya sehingga memengaruhi produksi. Proses pemanenan yang kurang baik tidak hanya menurunkan produksi, tetapi juga mutu hasil. Penanganan hasil tangkapan ikan yang kurang baik (misalnya tanpa menggunakan pendingin) akan meningkatkan tingkat kebusukan ikan dan menurunkan mutu tepung ikan yang dihasilkan. Penggunaan bioteknologi pada bibit jagung di Amerika Serikat (jagung Bt) dilaporkan dapat mengurangi pencemaran mikotoksin karena biji jagung menjadi tahan terhadap serangga yang merusak biji dan mencegah tumbuhnya kapang akibat pelukaan biji (Munkvold 2003).

Kehilangan bahan pakan juga terjadi sewaktu penyimpanan di pabrik. Biji jagung yang masih bernafas dan tumbuhnya serangga dan kapang pada biji mengakibatkan kehilangan bobot jagung 0,5-1,0% setiap bulan. Kehilangan juga terjadi akibat penurunan mutu produk. Penelitian penyimpanan bungkil kedelai di daerah tropis menunjukkan bahwa kecernaan asam amino, terutama lisin, dalam bungkil kedelai menurun sehingga menurunkan efisiensi penggunaan pakan. Untuk bungkil kedelai

tertentu, konversi pakan (rasio pakan terhadap pertambahan bobot badan) broiler meningkat 0,02 setiap bulan sehingga dianjurkan menggunakan bahan baku pakan yang lebih "segar".

Kehilangan pakan juga terjadi sewaktu tranportasi, akibat kemasan yang kurang baik sehingga pakan tercecer maupun kerusakan sewaktu bongkar muat. Kehilangan pakan juga terjadi ketika ransum yang disimpan di gudang maupun di kandang dimakan oleh tikus. Kehilangan pakan akibat dimakan tikus dapat mencapai lebih dari 10% kalau tidak dikendalikan dengan baik.

2. Biaya transportasi dan penanganan bahan pakan

Biaya transportasi bahan pakan di Indonesia relatif tinggi. Sebagai contoh, biaya pengangkutan jagung dari Surabaya ke Jakarta yang jaraknya hanya sekitar 1.000 km mencapai Rp250/kg, padahal biaya pengangkutan jagung dari New Orleans, Louisiana, Amerika Serikat ke Jakarta hanya $53/ton atau sekitar Rp450/kg. Keadaan serupa juga dilaporkan, bahwa biaya pengangkutan jagung dari Gorontalo ke Jakarta jauh lebih mahal dibandingkan dengan biaya angkut ke Filipina. Keluhan juga ditemui pada petani jagung di pedalaman yang kesulitan mengangkut jagung hasil panen untuk dijual karena jalan yang tidak memadai sehingga harus dipikul.

Importir bahan baku pakan juga mengeluarkan biaya penanganan yang tinggi di pelabuhan. Biaya penanganan kontainer di Indonesia merupakan yang tertinggi di Asia Tenggara. Biaya yang tinggi juga ditemukan ketika mengurus dokumen impor. Keterlambatan birokrasi dan kadang-kadang juga meningkatkan biaya *demourrage*.

http://perpustakaan.litbang.deptan.go.id/

3. Peraturan pakan

Peraturan mengenai pakan sering kali mengakibatkan biaya tinggi. Direktorat Jenderal Peternakan dan Kesehatan Hewan masih menerapkan standar ransum yang sudah "ketinggalan" ditinjau dari segi perkembangan ilmu. Penerapan kandungan gizi dalam ransum ayam sudah tidak cocok lagi sehingga sering kali menghambat produksi pakan. Sebagai contoh, kandungan fosfor dalam ransum ayam diberi batasan minimum, padahal yang diperlukan adalah fosfor tersedia, bukan fosfor total. Juga kandungan protein dalam jumlah tertentu, padahal kebutuhan gizi bagi ayam bukan berdasarkan protein, melainkan kandungan asam amino yang dicerna.

Pengusaha imbuhan pakan menyatakan bahwa untuk mendapatkan registrasi suatu imbuhan pakan memakan waktu bertahun-tahun. Menurut peraturan, suatu imbuhan pakan yang akan diedarkan di Indonesia harus terdaftar pada Ditjen untuk melindungi konsumen dari penyalahgunaan bahan-bahan berbahaya. Namun, yang menjadi masalah adalah waktu yang

dibutuhkan untuk memperoleh izin terlalu lama sehingga memakan biaya tinggi.

PERMASALAHAN PAKAN RUMINANSIA

Pakan untuk ruminansia berbeda dengan pakan ternak monogastrik karena kandungan gizi yang dibutuhkan antara keduanya sangat berbeda. Kandungan serat perlu diperhatikan dalam pakan sapi. Sapi dan kambing/domba mampu memanfaatkan bahan pakan yang berserat tinggi sehingga tidak berkompetisi dengan manusia. Di samping itu, ternak ruminansia mampu memanfaatkan limbah atau hasil samping pertanian secara efisien untuk menghasilkan produk ternak seperti daging dan susu.

Musim dan Teknik Penyimpanan Pakan

Indonesia sebagai negara tropis mempunyai sumber pakan sapi berupa rumput yang melimpah, di samping limbah hasil pertanian seperti jerami padi dan hasil industri seperti bungkil inti sawit. Namun, peternak masih mengandalkan rumput lapangan sebagai sumber utama pakan karena tidak perlu mengeluarkan biaya dan tinggal mengambilnya, *cut and carry* (Lowry *et al*. 1992). Pada musim kemarau, rumput yang tumbuh sangat terbatas sehingga peternak sulit mendapatkan hijauan. Hal ini tidak hanya dialami oleh peternak kecil yang mengandalkan rumput lapangan, tetapi juga peternak skala besar yang menanam rumput sendiri. Keterbatasan curah hujan membatasi pertumbuhan tanaman, padahal rumput unggul seperti rumput gajah, raja, setaria, *brachiaria* atau tanaman jagung membutuhkan irigasi yang memadai. Kesulitan mendapatkan hijauan pada musim kemarau menyebabkan banyak peternak sapi perah menggantikannya dengan pakan yang lebih rendah kualitasnya seperti jerami padi.

Perbedaan produksi hijauan akibat perbedaan musim mengharuskan peternak mengawetkan produksi hijauan yang melimpah pada musim hujan untuk dimanfaatkan pada musim kemarau. Pengawetan dapat dilakukan dengan pengeringan untuk dibuat *hay* atau silase melalui proses fermentasi. Pembuatan *hay* jarang dilakukan untuk rumput atau tanaman jagung segar, tetapi banyak diterapkan pada jerami padi. Pengawetan rumput raja atau rumput gajah dan tanaman jagung pada peternakan sapi perah skala besar dilakukan dengan membuat silase. Teknologi silase belum banyak diterapkan oleh peternak kecil karena proses pembuatan silase membutuhkan biaya dan tempat pengolahan (Tangendjaja 1991).

Pencampuran, Penyimpanan, dan Pengujian Cepat

Pencampuran bahan pakan dengan bahan lain yang berkualitas rendah banyak ditemukan pada pakan tambahan sapi, seperti dedak padi dan bungkil. Teknik pengujian cepat dan sederhana perlu dikembangkan dan diajarkan kepada peternak atau koperasi sehingga mereka dapat mendeteksi bahan pakan berkualitas rendah. Penyimpanan bahan pakan sebelum dibuat ransum juga sering diabaikan oleh peternak atau koperasi yang membuat pakan sapi perah. Penyimpanan yang tidak semestinya mengakibatkan kualitas pakan menurun, di samping kemungkinan terjadinya kontaminasi mikotoksin. Residu aflatoksin dilaporkan terdeteksi pada susu sapi, padahal residu harus tidak ditemukan dalam susu.

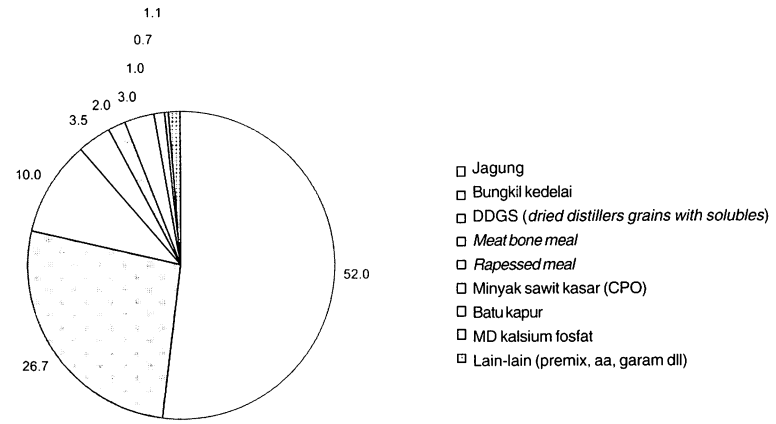
Standar Pakan dan Manajemen Koperasi

Koperasi unit desa (KUD) sapi perah biasanya membuat konsentrat untuk dijual ke peternak. Konsentrat diberikan kepada sapi perah sebagai pakan tambahan di samping hijauan dan jumlah pemberiannya bergantung pada besarnya produksi susu. Data analisis laboratorium menunjukkan bahwa kualitas konsentrat yang dibuat KUD banyak yang tidak memenuhi standar, misalnya kandungan protein kasar sebesar 16%, tetapi kandungan serat kasarnya lebih dari 22%. Pengecekan di lapangan menunjukkan bahwa banyak dedak padi untuk sapi sengaja dicampur sekam sehingga kadar serat kasarnya menjadi sangat tinggi, dan untuk meningkatkan kandungan protein kasarnya dicampur dengan pupuk urea. Konsentrat yang diproduksi oleh KUD tidak diformulasikan secara benar dan teliti sehingga tidak memenuhi standar. Peternak tidak mampu menolak konsentrat berkualitas rendah tersebut karena terikat dengan pembelian susu sapi oleh KUD. Perbedaan harga beli susu sapi dan biaya tambahan yang dibebankan ke peternak juga menghambat peningkatan produktivitas dan efisiensi. Oleh karena itu, industri sapi perah di Indonesia perlu belajar dari negara lain yang koperasinya berkembang dengan baik atau dari kemitraan yang dilakukan oleh perusahaan swasta atau kelompok tani tertentu.

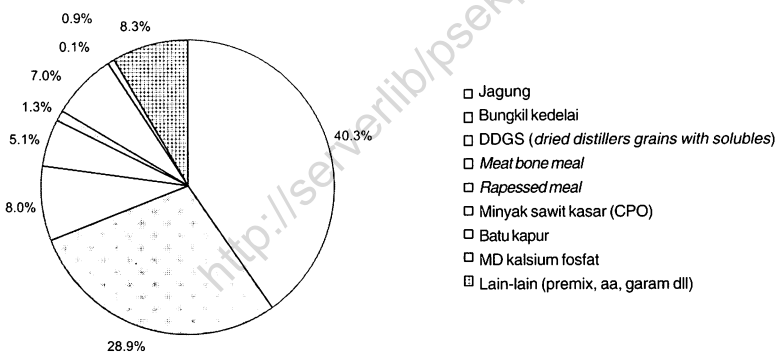
KEBUTUHAN BAHAN PAKAN DI MASA MENDATANG

Ransum unggas umumnya disusun dari bahan baku utama jagung dan bungkil kedelai, ditambah bahan lain dari hasil samping industri pertanian dan bahan lain seperti suplemen dan imbuhan. Ransum broiler bisa menggunakan jagung lebih dari 50% dari total ransum dan diikuti dengan bungkil kedelai (Gambar 2).

A. Komposisi ransum broiler



B. Kontribusi biaya bahan baku terhadap ransum (%)



http://serverlib/psekp/

Gambar 2. Kontribusi jumlah bahan baku (A) dan kontribusi biaya bahan baku (B) dalam penyusunan ransum broiler.

Harga jagung lebih murah dari bungkil kedelai, tetapi jika dihitung dari kontribusi biaya bahan maka biaya jagung memberikan kontribusi lebih 40% dari total biaya ransum. Selanjutnya, bungkil kedelai memegang peranan utama dalam biaya pakan unggas. Kebutuhan bahan baku pakan berdasarkan tingkat produksi disajikan pada Tabel 3.

Kebutuhan pakan akan terus meningkat di masa mendatang seiring dengan kenaikan produksi peternakan, terutama unggas. Hasil analisis

menunjukkan bahwa peningkatan produksi pakan bisa mencapai 6%/tahun. Meningkatnya produksi pakan akan meningkatkan kebutuhan bahan baku, terutama jagung dalam jumlah yang besar.

Kasryno (2003) melaporkan bahwa konsumsi jagung di Indonesia akan terus meningkat di masa mendatang dan pada tahun 2020 sebagian besar (76,2%) jagung yang diproduksi Indonesia akan digunakan untuk pakan. Diperkirakan pada saat itu, kebutuhan jagung untuk industri pakan sekitar 10 juta ton (Tabel 4).

Tabel 3. Total kebutuhan bahan baku pakan (000 ton) Indonesia.

Sumber pakan	Rata-rata (%) formula ayam	Produksi (000 ton)					
		10	12	14	16	18	20
Jagung	55	5.500	6.600	7.700	8.800	9.900	11.000
Dedak/*pollard*	9	900	1.080	1.260	1.440	1.620	1.800
Sumber protein							
Nabati	25	2.500	3.000	3.500	4.000	4.500	5.000
Hewani	4	400	480	560	640	720	800
Minyak	2	200	240	280	320	360	400
Fosfat	1	100	120	140	160	180	200
Lain-lain	4	400	480	560	640	720	800
Total	100	10.000	12.000	14.000	16.000	18.000	20.000

http://serverlitbangpse.go/

Tabel 4. Konsumsi produk peternakan dan jagung tahun 2000 dan perkiraan tahun 2020.

Keterangan	2000	2020
Konsumsi produk peternakan		
Daging (kg/kapita)	8,5	13,04
Daging ayam (kg/kapita)	4,8	8,35
Telur (kg/kapita)	3,4	5,22
Konsumsi jagung (1.000 ton)		
Bahan makanan & industri pangan	4.175	3.275
	-50,0%	-23,8%
Industri pakan ternak	4.180	9.675
	-50,0%	-76,2%
Total konsumsi jagung	8.355	12.950
Stok dan persediaan bibit	950	1.400

Sumber: Kasryno (2003).

KESIMPULAN DAN SARAN

Indonesia kekurangan bahan baku pakan sumber energi maupun protein untuk memenuhi kebutuhan industri pakan yang didominasi oleh pakan ayam. Untuk memenuhi kebutuhan jagung dan bungkil kedelai, Indonesia akan terus mengimpor bahan baku utama pakan karena ketersediaan di dalam negeri tidak mencukupi. Kualitas bahan baku pakan sangat bervariasi sehingga diperlukan teknologi pengujian mutu yang andal dan cepat. Industri pakan unggas sudah menerapkan teknologi mutakhir dalam memproduksi pakan, tetapi industri pakan sapi perah masih tertinggal dalam penerapan teknologi.

Untuk pakan sapi, baik sapi perah maupun sapi potong, kekurangan hijauan umumnya dialami pada musim kemarau. Penambahan konsentrat untuk hijauan dapat diperoleh dari hasil samping industri pertanian.

Keamanan pangan yang berasal dari produk ternak dipengaruhi oleh pakan. Produksi pakan belum banyak menerapkan sistem keamanan pangan, terutama dalam penggunaan imbuhan pakan atau residu yang terdapat di dalam pakan yang dapat mencemari produk ternak.

Saran yang dikemukakan untuk memperkuat industri peternakan Indonesia adalah:

(1) Jagung perlu dikembangkan melalui ekstensifikasi dengan membuka perkebunan jagung. Pelakunya bukan pemerintah, melainkan swasta dengan mengembangkan perkebunan inti rakyat seperti halnya pada perkebunan sawit. Produksi jagung dapat ditingkatkan melalui intensifikasi menggunakan benih hibrida. Sarana produksi seperti pupuk, irigasi, dan pengendalian hama penyakit difasilitasi oleh pemerintah.

(2) Kekurangan sumber protein pakan terutama dari bungkil kedelai sulit diatasi mengingat kedelai untuk pangan masih kurang. Pemerintah lebih baik meningkatkan nilai tambah industri unggas agar bisa berdaya saing, sebagaimana halnya Thailand.

(3) Untuk pakan sapi, Indonesia sebaiknya menyediakan lahan untuk pengembangan hijauan pakan. Hijauan, baik rumput unggul maupun tanaman jagung merupakan sumber pakan yang relatif murah. Penyediaan lahan untuk pengembangan pakan hijauan perlu sejalan dengan pengembangan sapi. Rencana tata ruang pengembangan sapi dan hijauan dibuat untuk masing-masing kabupaten yang mempunyai potensi bagi pengembangan sapi.

(4) Industri peternakan ayam, babi, dan sapi perah perlu meningkatkan efisiensi agar bisa bersaing. Belajar dari banyak negara yang sudah maju industri peternakannya, integrasi secara vertikal merupakan keharusan

untuk meningkatkan efisiensi dan industri pakan yang merupakan salah satu mata rantai dalam integrasi. Pemerintah perlu mendorong integrasi secara vertikal (bukan monopoli).

(5) Ilmu dan teknologi pakan sudah sangat maju dan industri pakan dapat memperolehnya melalui publikasi, seminar, konsultasi, internet, dan sebagainya. Penelitian dasar mengenai pakan tidak banyak diperlukan, dan yang dibutuhkan adalah alih teknologi sehingga bisa diterapkan di lapangan. Penelitian terapan diperlukan ketika pengguna teknologi menghadapi permasalahan teknis di lapangan dan hal ini dapat diketahui ketika hubungan dengan industri berjalan dengan baik.

(6) Peraturan pemerintah yang berkaitan dengan pakan perlu diletakkan dalam rangka perlindungan konsumen dan keamanan lingkungan, bukan untuk mengatur industri itu sendiri. Peraturan yang menghambat perkembangan industri pakan perlu dikoreksi. Tujuan pendirian KUD antara lain adalah untuk menyejahterakan peternak sapi, tetapi kenyataannya KUD yang sudah berjalan lebih dari 20 tahun membutuhkan perbaikan sistem dan manjemen.

(7) Untuk meningkatkan efisiensi produksi pakan maka perbaikan infrastruktur perlu ditingkatkan, baik untuk bahan baku produksi dalam negeri maupun impor. Biaya yang tinggi untuk angkutan laut, penanganan di pelabuhan, angkutan darat sampai bahan pakan diterima pabrik dan untuk pengangkutan ketika ransum dikirim ke kandang akan meningkatkan biaya produksi ternak.

http://perpustakaan.litbang.deptan.go.id

DAFTAR PUSTAKA

Anonymous. 2008. Soya and Oilseed Bluebook. Soyatech Publ., Bar Harbor, ME. 446 pp.

Badan Pusat Statistik. 2010. Data Strategis BPS. Badan Pusat Statistik, Jakarta.

Cheeke, P. 1999. Contemporary Issue in Animal Agriculture. Interstate Publ. Inc., Danville, IL.

Ensminger, M.E. and C.G. Olentine Jr. 1990. Feeds and Nutrition-complete. The Engsminger Publishing Co., California, USA. pp. 8-10.

Kasryno, F. 2003. Highlight on the Development of Corn Economy and Comodity Policy in Indonesia. hlm. 5-21. Dalam: F. Kasryno, E. Pasandaran, dan A.M. Fagi (Eds.). Ekonomi Jagung Indonesia. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian, Jakarta.

Lowry, J.B., R.J. Petheram, and B. Tangendjaja. 1992. Plants fed to village ruminants in Indonesia. Australian Centre for International Agricultural Research, Canberra.

Munkvold, G.P. 2003. Mycotoxins in corn - Occurrence, impact, and management. pp. 816-881. In: P.J. White and L.A. Johnson (Eds.). Corn: Chemistry and Technology. American Association of Cereal Chemists, St. Paul, Minnesota.

Tangendjaja, B. 1991. Pemanfaatan limbah padi untuk pakan. Dalam: E. Sunarjo, D.S. Damardjati, dan M. Syam (Eds.). Padi. Buku 3. Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanaman Pangan, Bogor.

Tangendjaja, B. dan E. Wina. 1995. Pemakaian sorgum untuk industri unggas. Risalah Simposium Prospek Tanaman Sorgum untuk Pengembangan Agro-Industri. Balai Penelitian Kacang-kacangan dan Umbi-umbian, Malang.

Tangendjaja, B. 2002. Protein meal supply and demand for animal feeding. In: A. Agus, E. Suryanto, T. Yuwanta, and Widodo (Eds.). Animal Production and Total Management of Local Resources. Proceedings of The 3rd International Seminar on Tropical Animal Production. Gadjah Mada University, Yogyakarta.

Tangendjaja, B., Y. Yusdja, dan N. Ilham. 2003. Analisis ekonomi permintaan jagung untuk pakan. hlm. 229-253. Dalam: F. Kasryno, E. Pasandaran, dan A.M. Fagi (Ed.). Ekonomi Jagung Indonesia. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian, Jakarta.

Tangendjaja, B., S. Rachmawati, and E. Wina. 2008. Mycotoxin contamination on corn used by feedmills in Indonesia. J. Agric. Sci. 9: 68-76.

http://server.litbang.pertanian.go.id/ps/kp

Agens Hayati Pengendali Hama Tanaman Berbasis Peningkatan Daya Saing Produk Perkebunan

DECIYANTO SOETOPO

Pusat Penelitian dan Pengembangan Perkebunan
Jalan Tentara Pelajar No.1, Bogor 16111
E-mail: deciyantos@yahoo.com

ABSTRAK

Salah satu rantai proses produksi produk tanaman yang terkait dengan lingkungan dan kesehatan adalah pengendalian organisme pengganggu tanaman (OPT). Agens hayati merupakan salah satu komponen utama dalam pengendalian OPT yang dapat menekan penggunaan bahan kimia dan meningkatkan daya saing produk karena dapat menghindarkan produk ekspor perkebunan dari kandungan residu insektisida di luar ketentuan. Pemanfaatan agens hayati pada tanaman perkebunan sejak sebelum kemerdekaan menunjukkan perkembangan yang menggembirakan, meskipun perlu terus didorong untuk menghadapi persaingan global. Sejarah menunjukkan bahwa selain memanfaatkan agens hayati dalam negeri, Indonesia juga pernah mengimpor agens hayati untuk mengendalikan hama dengan hasil yang memuaskan. Upaya pemanfaatan agens hayati dari sumber di dalam negeri dikelompokkan dalam tiga kategori. Pertama, pemanfaatan agens hayati yang sudah dikembangkan secara massal, yang terdiri atas berbagai jenis parasitoid (antara lain *Trichogramma* spp.), yang perbanyakannya selain dilakukan oleh swasta juga oleh masyarakat, dan jasad renik berupa virus dan cendawan patogen seperti *Ha*NPV, *Sl*NPV, dan Beuvericin. Pengembangan agens hayati pada kategori pertama, selain untuk tujuan sosial juga komersial. Kedua, pemanfaatan agens hayati dengan teknik introduksi, konservasi, dan augmentasi. Selain itu, juga masih terdapat agens hayati yang pengembangannya masuk kategori kedua, yakni yang pemanfaatannya masih dalam skala terbatas, taraf pengkajian, dan uji coba. Ketiga, pemanfaatan agens hayati yang status pengembangannya sedang dalam taraf penelitian di laboratorium dan rumah kaca. Untuk mewujudkan penerapan pengendalian hayati secara nyata diperlukan kebijakan dan penerapan yang konsisten dengan mengutamakan peningkatan kemampuan sumber daya manusia dalam pelaksanaan dan evaluasi secara periodik.

Kata kunci: perkebunan, pengendalian hama, agens hayati, daya saing produk

PENDAHULUAN

Tuntutan masyarakat terhadap produk tanaman selain kualitas dan ekonomis (murah) juga mengarah pada kelestarian lingkungan dan kesehatan. Tuntutan tersebut tidak hanya berkembang di masyarakat konsumen, tetapi juga

menjadi kepedulian masyarakat produsen karena daya saing suatu produk tidak dapat dilepaskan dari respons produsen terhadap tuntutan pasar.

Salah satu rantai proses produksi tanaman yang terkait dengan lingkungan dan kesehatan adalah pengendalian organisme pengganggu tanaman (OPT). Kekhawatiran masyarakat konsumen antara lain dicerminkan oleh banyaknya usulan sejak tahun 1990-an dan adanya regulasi internasional tentang standar ekspor produk pertanian yang berkaitan dengan kandungan residu pestisida dan daya saing tinggi produk melalui budi daya pertanian organik. Pengalaman berbagai negara produsen produk pertanian seperti Indonesia, yang mengalami dampak buruk penggunaan pestisida seperti terjadinya resistensi dan resurjensi hama, keracunan pengguna pestisida dan punahnya organisme nontarget, mendorong pemberlakuan pembatasan penggunaan pestisida dan mewajibkan pelaksanaan pengendalian hama terpadu (PHT). Penolakan produk ekspor pertanian Indonesia karena pencemaran residu pestisida juga pernah terjadi, meskipun dalam volume yang masih terbatas, antara lain tembakau ke Eropa dan sayuran ke Singapura dan Taiwan.

Pemanfaatan agens hayati dalam proses produksi suatu produk pertanian, khususnya untuk menekan kehilangan dan kerugian hasil akibat OPT, merupakan salah satu aspek penting yang dapat menjawab tuntutan masyarakat, di samping komponen pengendalian lain yang sedang berkembang, seperti tanaman transgenik. Indonesia yang terletak di wilayah tropis, memiliki iklim yang sesuai bagi perkembangan organisme, dengan keanekagaman hayati berlimpah, termasuk agens hayati potensial pengendali OPT. Indonesia telah beberapa kali mengintroduksi agens hayati pengendali OPT dari luar negeri (Tabel 1), salah satunya predator *Curinus coeruleus* asal Hawai ketika terjadi ledakan populasi kutu loncat pada tanaman lamtoro gung pada akhir tahun 1980-an

Tulisan ini mengemukakan potensi agens hayati, terutama jasad renik dan parasitoid, sebagai pengendali hama tanaman perkebunan serta status pemanfaatan dan kendalanya.

Tabel 1. Parasitoid/predator pengendali hama penting yang diintroduksi ke Indonesia.

Parasitoid/predator	Parasitoid/predator	Hama sasaran	Komoditas
Diadegma fenestralis	Eropa/1931	*Plutella xylostella*	Kubis
D. semiclausum	Inggris/1931	*P. xylostella*	Kubis
Cryptognatha nodiceps	Amerika/1938	*Aspidiotus destructor*	Kelapa
Bessa remota	Malaysia	*Artona catoxantha*	Kelapa
Heterospilus coffeicola	Afrika Barat/1923	*Hypothenemus hampei*	Kopi
Curinus coeruleus	Hawai/1988	*Heteropsylla cubana*	Lamtoro

STATUS AGENS HAYATI PENGENDALI HAMA PERKEBUNAN

OPT dalam budi daya tanaman mencakup hama, patogen, dan gulma. Agens hayati pengendali OPT dikelompokkan berdasarkan cara kerjanya, seperti predator, parasitoid, entomopatogen, dan jasad renik antagonis, yang meliputi hewan vertebrata (seperti burung), invertebrata (serangga dan laba-laba) sampai pada jasad renik (jamur, bakteri, virus, protozoa, dan nematoda). Kalshoven (1981) mencatat 691 jenis hama yang potensial menyerang tanaman dan di Indonesia terdapat 294 jenis musuh alaminya. Parasitoid dan jasad renik potensial pengendali hama penting tanaman perkebunan dikemukakan pada Tabel 2.

Peran Agens Hayati Pengendali Hama

Pemanfaatan agens hayati dalam pengendalian hama selain sebagai pengendali alamiah yang efektif dan berkelanjutan, juga dapat berperan dalam meningkatkan daya saing produk melalui peningkatan efisiensi usaha dan citra produk perkebunan. Fenomena di alam menunjukkan, populasi dan serangan hama tidak akan meningkat secara terus-menerus, melainkan terjaga keseimbangannya. Agens hayati merupakan faktor biotik yang secara alami menjaga keseimbangan ekologi antara populasi hama, penyakit, dan gulma dengan tanaman inangnya yang hubungannya bersifat bertaut kerapatan (*density depended*) (Samways 1981). Hal ini berbeda dengan faktor abiotik, seperti iklim, yang memiliki hubungan tidak bertaut kerapatan. Hubungan antara agens hayati dengan inangnya lebih bersifat spesifik. Pengendalian hama dengan memanfaatkan agens hayati sangat jarang digunakan sebagai komponen pengendalian yang berdiri sendiri, tetapi digunakan bersama komponen pengendalian lain yang serasi seperti varietas tahan, cara mekanis, fisik, teknik budi daya, termasuk penggunaan pestisida secara bijak sebagai langkah terakhir bila diperlukan yang didasarkan pada hasil pemantauan dini.

Pengendalian hama dengan memanfaatkan agens hayati telah dimulai sejak zaman China kuno yang menggunakan semut *Oecophylla smaradigna* (Hymenoptera: Formicidae) untuk mengendalikan hama jeruk. Satu contoh keberhasilan yang cukup baik terjadi pada tahun 1887, yaitu pemanfaatan predator *ladybug Rodolia cardinalis* (Coleoptera: Coccinelidae) yang diimpor dari Australia untuk mengatasi ancaman kehancuran tanaman jeruk California dari serangan kutu tempurung *Icerya purchasi* (Homoptera: Margarodidae). Laporan hingga tahun 1974 menunjukkan bahwa dari berbagai program pengendalian secara hayati di dunia, tercatat 54% kegiatan yang berhasil mengendalikan hama dengan baik (De Bach 1974).

Tabel 2. Jenis jasad renik/parasitoid pengendali utama dan hama sasaran menurut komoditas.

Komoditas	Jasad renik/parasitoid	Hama sasaran	Sumber pustaka
Kopi	*Beauveria bassiana*	*Hypothenemus hampei*	Sukmaraganda (1996)
	Metarhizium anisopliae	*H. hampei*	
	Spicaria javanica	*H. hampei*	
	Cephalonomia stephanoderis	*H. hampei*	
	B. bassiana	*Zeuzera coffeae*	PPHTPR (2002a)
	Verticillium	*Coccus viridis*	PPHTPR (2002a)
	Tetrastichus sp.	*Xylosandrus* spp.	PPHTPR (2002a)
Lada	*B. bassiana*	*Lophobaris piperis*	Deciyanto *et al.* (1999); Suprapto *et al.* (1991)
	B. bassiana	*Diconocoris hewetti*	Trisawa dan Laba (2006)
	Anastatus piperis	*D. piperis*	Deciyanto (1999)
	Ooencyrtus malayensis	*D. piperis*	Deciyanto (1999)
	Spathius piperis	*L. piperis*	Suprapto dan Kasim (1989)
Kelapa	*M. anisopliae*	*Oryctes rhinoceros*	Sukmaraganda (1996)
		Brontispa longissima	Sukmaraganda (1996)
	B. bassiana	*B. longissima*	Hosang (1996)
	Tetrastichus brontispae	*B. longissima*	Soehardjan (1990)
	Baculovirus oryctes	*Oryctes rhinoceros*	Warrouw (1990)
Teh, kina	*Paecilomyces fumoso roseus*	Ulat api	Widayat *et al.* (1996)
	P. fumoso roseus	*Helopeltis* sp.	Widayat *et al.* (1996)
	B. bassiana	*Helopeltis* sp.	PPHTPR (2002b)
Kakao	*P. fumoso roseus*	*Helopeltis* sp.	PPHTPR (2002c)
	Spicaria sp.	*Helopeltis* sp.	Sukmaraganda (1996)
	Dolichoderus sp.	*Helopeltis* sp.	Sukmaraganda (1996) Sulistyowati *et al.* (2003)
	B. bassiana	*Conopomorpha cramerella*	Sulistyowati *et al.* (2003)
Kelapa sawit	*P. fumoso roseus*	Ulat api	Widayat *et al.* (1996)
Tebu	*Trichogramma* sp.	*Scirpophaga nivella*	Wiroatmodjo (1990)
	B. bassiana	*Chilo auricilius*	Pramono *et al.* (2010)
		Apanteles sp.	
	Diatraeophaga striatalis	*S. nivella*	Wiroatmodjo (1990)
	D. striatalis	*C. auricilius*	Wiroatmodjo (1990)
	Rhaconotus sp.		
	Elasmus sp.		
	Allorhogas sp.		
Kapas	Nuclear polyhedrosis virus (NPV)	*Heliothis armigera*	Nurindah dan Indrayani (1999)
	B. bassiana	*H. armigera*	
Tembakau	*P. lilacinus*	Nematoda	Deciyanto *et al.* (2007)
	NPV	*H. armigera*	Sukmaraganda (1996)
		Spodoptera litura	

http://seamorhonsekpl/

Dari segi peningkatan efisiensi, penghematan biaya produksi melalui pemanfaatan agens hayati pengendali hama sering kali sulit diperhitungkan. Namun pada beberapa kasus, pengendalian hayati yang sudah berlangsung baik dapat menghasilkan keuntungan yang berarti meskipun pada awalnya memerlukan investasi untuk penelitian, pembiakan, dan pelepasan. Mohyuddin dan Shah (1977) *dalam* Samways (1981) menyebutkan bahwa introduksi parasitoid pengendali ulat tentara *Mythimna separata* (Lepidotera: Noctuidae) ke Selandia Baru pada tahun 1969-1972 menghemat penggunaan insektisida senilai US$500.000 pada tahun 1974-1975 dan meningkatkan nilai ekspor beberapa juta dolar, dan yang lebih penting lagi, selama kurun waktu tersebut tidak terjadi ledakan hama. Keuntungan pada tahun 1974-1975 mencapai US$10 juta, sedangkan pengeluaran untuk penelitian dan pengenalan program hanya US$21.700. Di dalam negeri, salah satu perusahaan perkebunan tebu di Lampung yang menerapkan manajemen PHT berbasis pengendalian hayati dan varietas tahan, yang didukung oleh sistem pemantauan dini, mampu menekan tingkat hama di bawah ambang ekonomi dan menyelamatkan hasil akibat penggerek batang setara produksi gula 11.674 ton pada tahun 2007 (Pramono *et al.* 2010), yakni 10% dari produksi total gula perusahaan bersangkutan yang sekaligus mengurangi penggunaan insektisida sebanyak 50% (wawancara pribadi).

Pemanfaatan agens hayati secara langsung berpengaruh terhadap penurunan volume penggunaan insektisida dan berdampak positif terhadap kualitas produk tanaman karena terhindarnya produk dari pencemaran residu pestisida. Kondisi produk yang demikian menjadi perhatian konsumen dan memberikan citra kualitas produk yang tinggi (IPC 1996).

http://balitbangtan.go.id/

Status Agens Hayati Pengendali Hama Tanaman Perkebunan

Perkebunan merupakan ekosistem yang umumnya lebih stabil dibanding ekosistem tanaman pangan. Oleh karena itu, pemanfaatan agens hayati pengendali hama pada ekosistem perkebunan dapat memberikan peluang keberhasilan yang lebih tinggi dibanding pada ekosistem yang kurang stabil.

Perkembangan penelitian dan pemanfaatan agens hayati pengendali hama tanaman perkebunan cukup menggembirakan. Di Indonesia, terdapat sumber agens hayati domestik potensial yang dapat dikembangkan secara optimal untuk pengelolaan OPT secara berkelanjutan. Beberapa produk hasil penelitian pengendali hama berbahan aktif agens hayati bahkan telah mendapat perhatian dari pihak swasta melalui perjanjian lisensi, seperti *Ha*NPV, *Sl*NPV, dan Beuvericin (Badan Litbang Pertanian 2011).

Penangkaran agens hayati berupa parasitoid juga telah dikembangkan secara komersial, seperti di Jawa Timur. Koordinasi penelitian pengendalian hayati dengan berbagai institusi pun masih dan terus dilakukan melalui berbagai pertemuan ilmiah secara periodik .

Keragaan pemanfaatan agens hayati pada tanaman dapat dikelompokkan ke dalam tiga kategori. Pertama, pemanfaatan agens hayati yang telah dilakukan secara massal. Kedua, pemanfaatan agens hayati yang sudah dalam taraf pengkajian dan uji coba. Ketiga, pemanfaatan agens hayati yang masih dalam taraf penelitian di laboratorium.

Pemanfaatan agens hayati domestik yang termasuk dalam kategori pertama, yang telah dikembangkan secara luas, antara lain *Beauveria bassiana* untuk penggerek kopi *Hypothenemus hampei* dan *Brontispa longissima* pada kelapa, *M. anisopliae* dan Baculovirus untuk kumbang kelapa, *Sl*NPV untuk *Spodoptera litura* pada tembakau, dan *Ha*NPV untuk *Helicoverpa armigera* pada kapas dan tembakau. Pada tahun 1995, laboratorium lapangan (LL) dan laboratorium utama pengendalian hayati (LUPH) di bawah koordinasi Ditjenbun juga telah mengembangkan 27 agens hayati pengendali OPT, enam di antaranya telah dikembangkan secara massal (Sukmaraganda 1996).

Pemanfaatan agens hayati yang masuk kategori kedua, atau yang masih dalam taraf penerapan skala terbatas, pengkajian, dan uji coba, antara lain *B. bassiana* pada hama lada (Deciyanto *et al.* 1999), kapas (Deciyanto *et al.* 2007), tembakau, tebu dan jarak pagar, konservasi parasitoid penggerek batang dan hama buah lada (*Spathius piperis*, *Eupelmus* sp., *Anastatus piperis*, *Ooencyrtus malayensis*, dan *Gryon* sp.), *Pasteuria penetrans* pada nematoda tanaman jahe *Meloidogyne incognita* (Mustika *et al.* 1996), *Paecilomyces fumoso roseus (*PFR) untuk ulat api pada teh, kina dan kelapa sawit, serta nematoda patogen *Steirnernema* pada uret tebu.

Perkembangan usaha pemanfaatan agens hayati pada perkebunan yang masuk dalam kategori ketiga, yaitu dalam taraf penelitian di laboratorium dan rumah kaca cukup banyak, diperkirakan tidak kurang dari 30 jenis, antara lain nematoda dan *B. bassiana* pengendali hama uret.

Pemanfaatan dan Kendala

Pemanfaatan agens hayati untuk pengendalian hama dapat berlangsung secara alamiah atau melalui campur tangan manusia. Campur tangan manusia antara lain dilakukan melalui manipulasi lingkungan dan penambahan/pemindahan populasi agens hayati yang ditujukan untuk lebih

memaksimalkan kinerjaya bagi kepentingan manusia. Untuk hal demikian diperlukan ilmu dan teknologi yang dapat mendukung pemanfaatan agens hayati.

Pemanfaatan agens hayati dalam pengendalian hama, selain memiliki kelebihan juga memiliki kelemahan. Kelebihan utamanya menurut van Emden dan Helmut (1974) yaitu (1) bersifat selektif, (2) agens hayati tersedia, tidak diperlukan proses pembuatan, (3) dapat mencari dan menemukan target hama, (4) dapat mengembangkan diri dan menyebar dengan sendirinya, (5) hama target tidak mampu mengembangkan resistensi, dan (6) pengendalian dapat berlangsung dengan sendirinya. Kelemahan pemanfaatan agens hayati dalam pengendalian hama yaitu (1) pengendalian berlangsung lambat, (2) tidak dapat diakhiri, (3) sulit diprediksi, (4) sering kali mahal dalam pengembangan dan aplikasinya, dan (5) menghendaki supervisi dalam aplikasinya.

TEKNIK PEMANFAATAN AGENS HAYATI

Dasar dari pemanfaatan agens hayati dalam pengendalian OPT adalah pemahaman ekosistem bersangkutan dan bioekologi agens hayati. Karena itu, penguasaan ilmu dan kelengkapan informasi tentang hal tersebut harus menjadi prioritas utama dalam penelitian. Pada tahun 1968, Daubenmire *dalam* Baker dan Cook (1974) mengeluarkan pernyataan yang menarik: "Ekosistem yang amat kompleks sifatnya tidak akan pernah dapat dijelaskan dan dipahami dengan sempurna, kecuali beberapa bagian saja yang paling sederhana". Kompleksnya sifat ekosistem bahkan pernah menyebabkan para ahli menjadi skeptis terhadap kemungkinan pemanfaatan agens hayati dalam PHT. Namun, banyak pakar menganggap hal demikian sebagai suatu tantangan, seperti ungkapan yang sering disampaikan bahwa: " Tidak akan pernah ada suatu usaha bilamana semua kemungkinan tantangan harus lebih dahulu diatasi".

Penelitian dan pengembangan agens hayati dalam pengendalian OPT harus diarahkan pada beberapa kegiatan, yakni introduksi, konservasi, dan augmentasi. Kegiatan penelitian yang mendukung teknik tersebut meliputi taksonomi, biologi, ekologi, perilaku, distribusi, epidemiologi, inang, nutrisi, perbanyakan, dan evaluasi. Pelaksanaan penelitian terhadap teknik bersangkutan sangat bergantung pada keadaan lapangan.

Introduksi

Introduksi merupakan suatu usaha memasukkan agens hayati pengendali OPT dari suatu negara ke negara lain, dari suatu wilayah ke wilayah lain,

atau antardaerah dalam suatu wilayah. Menurut Coppel dan Mertins (1977) *dalam* Sosromarsono (1990), sifat musuh alami yang dikehendaki dan yang perlu diperhatikan dalam teknik introduksi yaitu (1) secara ekologi kompatibel, (2) secara temporal sinkron, (3) tanggap terhadap kerapatan populasi inangnya, (4) potensi reproduksi cukup tinggi, (5) kemampuan mencari inang baik, (6) kemampuan memencar tinggi, (7) memiliki kekhususan inang dan kompatibel, (8) inang alternatif dan kebiasaan, (9) hiperparasitisme, dan (10) kemudahan untuk dibiakkan.

Pemanfaatan agens hayati pengendali OPT melalui introduksi antarpulau pernah dilakukan dengan mengintroduksi *Tetrastichus brontispae* Ferr. dari Jawa ke Sulawesi Selatan untuk mengendalikan *Brontispa longissima* (Gestr.). Introduksi antarnegara yang cukup berhasil yaitu agens hayati *Curinus caeruleus* untuk mengendalikan kutu loncat *Heteropsylla cubana*.

Konservasi

Konservasi adalah suatu upaya untuk mempertahankan, melestarikan, dan bahkan meningkatkan peran agens hayati pengendali OPT yang sudah ada di suatu tempat. Tindakan konservasi agens hayati dapat dilakukan dengan cara (1) memanipulasi lingkungan antara lain melalui penanaman tanaman penutup tanah yang banyak memiliki bunga sebagai nutrisi alami untuk parasitoid, penanaman tanaman sela yang dapat menyediakan inang alternatif bagi parasitoid, dan memberi mulsa di sekitar tanaman untuk tempat hidup antropoda tanah sebagai mangsa predator, (2) melakukan penyiangan gulma secara terbatas, (3) memberikan pakan tambahan dan (4) mengatur dan membatasi penggunaan pestisida secara bijaksana.

Usaha konservasi parasitoid *Spathius piperis* dan *Eupelmus* sp., agens hayati pengendali penggerek batang lada (*Lophobaris piperis* Marsh.) saat ini dilakukan dengan menggunakan tanaman sela (kopi) dan penutup tanah (*Arachis pentoi*). Hasil penelitian menunjukkan tingkat parasitasi agens hayati bersangkutan mampu mencapai 40% dengan penanaman tanaman sela kopi (Suprapto dan Kasim 1989).

Augmentasi

Penambahan agens hayati di lapangan yang berasal dari perbanyakan laboratorium dengan cara pelepasan sewaktu-waktu atau teratur untuk mempertahankan dan meningkatkan tingkat pengendalian disebut sebagai metode augmentasi. Menurut van Driesche dan Bellows (1996), terdapat dua pola augmentasi, yakni augmentasi inokulasi (pelepasan agens hayati dalam jumlah kecil) dan inundasi (pelepasan agens hayati dalam jumlah relatif besar). Metode

augmentasi dapat digunakan untuk pengendalian serangga hama dengan parasitoid, predator, atau patogen.

Dalam penerapan metode augmentasi, penguasaan teknologi pembiakan agens hayati di laboratorium mutlak diperlukan. Pengembangan teknologi perbanyakan dan pembiakan agens hayati sangat spesifik dan bergantung pada jenisnya. Agens hayati dari golongan jasad renik memerlukan tingkat suci hama yang tinggi dan media buatan yang mengandung nutrisi tertentu atau media alami. Agens hayati dari golongan parasitoid (serangga) selain menggunakan inang dan pakan alami juga dapat dikembangkan dengan inang dan pakan buatan.

STRATEGI PENELITIAN DAN PENGEMBANGAN

Keberhasilan pengendalian hayati di banyak tempat di dunia bukan hanya karena kondisi fisik dan faktor lingkungan yang mendukung, tetapi juga adanya upaya yang kuat dan konsisten (Doutt dan De Bach 1964 *dalam* Sosromarsono 1990). Pemanfaatan agens hayati domestik seharusnya mendapat perhatian dalam penelitian dan pengembangan pengelolaan hama perkebunan, walaupun dalam kondisi tertentu tetap harus dibuka peluang pemanfaatan agens hayati nondomestik untuk memperoleh hasil pengendalian yang optimal. Kondisi tertentu yang dimaksud adalah kondisi pada saat agens pengendali domestik sudah tidak mampu lagi menjaga keseimbangan populasi hama.

Penelitian dan pengembangan agens hayati pengendali OPT sering kali dibatasi oleh ketersediaan dana, waktu, dan fasilitas. Agar keinginan yang kuat dan konsistensi pelaksanaan penelitian dan pengembangan dapat terjaga dengan baik, diperlukan strategi yang tepat. Beberapa strategi yang perlu mendapat perhatian, yaitu (1) penyusunan program dan penetapan prioritas penelitian, (2) pemanfaatan informasi yang tersedia semaksimal mungkin, (3) kerja sama dan koordinasi dengan institusi atau lembaga lain yang terkait, (4) peningkatan sumber daya manusia, dan (5) evaluasi penelitian dan pengembangan secara periodik.

Program dan prioritas penelitian perlu disusun dan ditetapkan berdasarkan pertimbangan komoditas bernilai ekonomis atau yang memberi pendapatan pada rakyat banyak, terutama petani yang mengalami masalah produksi, karena serangan OPT yang sangat merugikan dan pengendaliannya masih bergantung pada pestisida kimia. Komoditas perkebunan yang memiliki sifat demikian antara lain adalah kopi, kakao, lada, kelapa sawit, teh, karet, tembakau, jahe, dan jambu mete.

Pemanfaatan informasi yang tersedia semaksimal mungkin melalui studi pustaka, komunikasi elektronis, dan pertemuan ilmiah diharapkan dapat meningkatkan efisiensi dan efektivitas penelitian. Kegiatan demikian selain dapat melengkapi aspek lain yang belum mendapat perhatian untuk diteliti, juga akan mengurangi kemungkinan terjadinya penelitian yang berulang dan tumpang-tindih.

Koordinasi dan kerja sama yang baik antarlembaga diharapkan dapat memberikan hasil yang optimal dalam pemanfaatan agens hayati pengendali OPT. Fasilitas yang dimiliki oleh suatu lembaga dapat dimanfaatkan oleh institusi lain yang memerlukan. Kelemahan dalam aplikasi dapat dihindari melalui komunikasi yang baik antarlembaga terkait.

Ketekunan, keterampilan, dan penguasaan ilmu dan teknologi yang memadai mutlak diperlukan dalam penelitian dan pengembangan pemanfaatan agens hayati pengendali OPT karena dalam aplikasi dan penelitian pengembangannya memerlukan pemahaman yang kompleks. Oleh karena itu, peningkatan kemampuan sumber daya manusia, baik melalui pendidikan formal maupun informal, layak mendapat prioritas. Sumber daya manusia yang diperlukan saat ini dan sangat langka untuk mendukung pemanfaatan agens hayati pengendali OPT, adalah yang memiliki keahlian taksonomi serangga.

Evaluasi penelitian dan pengembangan harus dilakukan secara periodik untuk menghindari pengendalian yang kurang tepat dan sekaligus memperbaiki kekeliruan sedini mungkin sehingga tercapai hasil yang maksimal. Evaluasi hendaknya dilakukan dengan melibatkan pengguna dan pihak lain yang terkait.

http://perpustakaan.litbang.deptan.go.id

KESIMPULAN

Agens hayati pengendali OPT memiliki peran selain sebagai pengendali alamiah yang ramah lingkungan, juga sebagai basis dalam meningkatkan daya saing produk. Perkembangan pemanfaatan agens hayati di tanah air menunjuk pada tiga kategori. Pertama, pemanfaatan agens hayati pengendali OPT yang sudah dikembangkan secara massal. Kedua, pemanfaatan agens hayati yang dalam penerapan skala terbatas, taraf pengkajian, dan uji coba. Ketiga, pemanfaatan agens hayati yang sedang dalam taraf penelitian di laboratorium dan rumah kaca.

Diperlukan kebijakan dan penerapannya yang konsisten dalam pemanfaatan agens pengendali hayati hama perkebunan sehingga program pembangunan pertanian berkelanjutan dapat terwujud. Untuk mengatasi keterbatasan dana, waktu, dan fasilitas di bidang penelitian dan

pengembangan, perlu strategi penetapan program dan prioritas penelitian dengan memanfaatkan informasi yang tersedia semaksimal mungkin, serta melaksanakan koordinasi dan kerja sama penelitian, dengan mengutamakan peningkatan kemampuan sumber daya manusia, dan melaksanakan evaluasi kegiatan secara periodik.

DAFTAR PUSTAKA

Badan Litbang Pertanian. 2011. 200 Teknologi Inovatif Badan Litbang Pertanian. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian, Jakarta.

Baker, K.F. and R.J. Cook. 1974. Biological Control of Plant Pathogens. W.H. Freeman and Co., San Fransisco. 433 pp.

De Bach, P. 1974. Biological Control by Natural Enemies. Cambridge University Press. 323 pp.

Deciyanto, S. 1999. Kemungkinan pemanfaatan parasitoid melalui konservasi, inundasi dan inokulasi dalam pengendalian hama buah lada. Lokakarya dan Seminar Nasional Pengendalian Hayati, Yogyakarta, 12-13 Juli 1999.

Deciyanto, S., I.M. Trisawa, dan T.E. Wahyono. 1999. Viabilitas spora serta pengaruh konsentrasi dan umur biakan spora *Beauveria bassiana* terhadap kematian *Lophobaris piperis* Marsh. Lokakarya dan Seminar Nasional Pengendalian Hayati, Yogyakarta, 12-13 Juli 1999.

Deciyanto, S., S.G. Reyes, and D.R. Santiago. 2007. Laboratory assay of *Beauveria bassiana* isolates against *Helicoverpa armigera*. In: Proceedings of International Conference on Crops Security 2005 (ICCS 2005). Faculty of Agriculture, Brawijaya University, Malang.

Hosang, M.L.A. 1996. Patogenitas cendawan *Beauveria bassiana* (Balsamo) Vuilemin terhadap *Brontispa longissima* Gestro (Coleoptera, Hispidae). Jurnal Penelitian Tanaman Industri 2(1): 8-20.

IPC (International Pepper Community). 1996. Increasing competitiveness of the pepper industry through improving quality. Report of the 21st Peppertech Meeting, Kuching, Sarawak Malaysia, 22 July 1996.

Kalshoven, L.G.E. 1981. The Pest of Crops in Indonesia. Revised and translated by A. van der Laan. Ichtiar Baru-van Hoeve, Jakarta. 701 pp.

Mustika, I., R. Harni, dan A. Anggraeni. 1996. Pengendalian nematoda *Meloidogyne incognita* pada tanaman jahe dengan menggunakan *Pasteuria penetrans*. pp. 166-172. In: Proceedings of Seminar on Integrated Control of Main Diseases of Industrial Crops, Bogor, 13-14 March 1996. Joint Cooperation between Research Institute for Spice

and Medicinal Crops (RISMC) and Japan International Cooperation Agency (JICA).

Nurindah dan I.G.A.A. Indrayani. 1999. Musuh alami serangga hama kapas. Dalam: Nurindah *et al.* (Ed.). Organisme Pengganggu Tanaman Kapas dan Strategi Pengendaliannya. Balai Penelitian Tembakau dan Tanaman Serat, Malang.

PPHTPR (Proyek Pengendalian Hama Terpadu Perkebunan Rakyat). 2002a. Musuh Alami, Hama dan Penyakit Tanaman Kopi. Direktorat Perlindungan Perkebunan, Direktorat Jenderal Bina Produksi Perkebunan, Jakarta. 52 hlm.

PPHTPR (Proyek Pengendalian Hama Terpadu Perkebunan Rakyat). 2002b. Musuh Alami, Hama dan Penyakit Tanaman Teh. Direktorat Perlindungan Perkebunan, Direktorat Jenderal Bina Produksi Perkebunan, Jakarta. 56 hlm.

PPHTPR (Proyek Pengendalian Hama Terpadu Perkebunan Rakyat). 2002c. Musuh Alami, Hama dan Penyakit Tanaman Kakao. Direktorat Perlindungan Perkebunan, Direktorat Jenderal Bina Produksi Perkebunan, Jakarta. 64 hlm.

Pramono, D., R. Hermawan, M.M. Sulistiyana, Mudakir, dan Harianto. 2010. Pelaksanaan dan Manfaat Program *Early Warning System* (EWS) di Kawasan PG Bungamayang - Lampung, Periode Tanam 2006/2007 – 2008/2009. PTPN VII Persero.

Samways, M.J. 1981. Biological Control of Pests and Weeds. Studies in Biology No. 132. Edward Arnold (Publishers) Ltd., London. 57 pp.

Soehardjan, M. 1990. Pengembangan perlindungan tanaman perkebunan. hlm. 359-373. Dalam: Pawiroesoemardjo *et al.* (Eds.). Perlindungan Tanaman Menunjang Terwujudnya Pertanian Tangguh dan Kelestarian Lingkungan. PT Agricon, Bogor.

Sosromarsono, S. 1990. Peranan sumber hayati dalam pengelolaan serangga dan tungau hama. hlm. 11-23. Dalam: Pawiroesoemardjo *et al.* (Eds.). Perlindungan Tanaman Menunjang Terwujudnya Pertanian Tangguh dan Kelestarian Lingkungan). PT Agricon, Bogor.

Sukmaraganda, T. 1996. Program dan pelaksanaan PHT di subsektor perkebunan. hlm. 33-43. Proceedings of Seminar on Integrated Control on Main Diseases of Industrial Crops. Bogor, 13-14 March 1996. Joint Cooperation between Research Institute for Spice and Medicinal Crops (RISMC) and Japan International Cooperation Agency (JICA).

http://perpustakaan.litbang.deptan.go.id

Sulistyowati, E., Y. D. Junianto., Sri-Sukamto, S. Wiryadiputra, L. Winarto, dan N. Primawati. 2003. Analisis status penelitian dan pengembangan PHT pada pertanaman kakao. hlm. 193-208. Risalah Simposium Nasional Penelitian PHT Perkebunan Rakyat, Bogor, 17-18 September 2003.

Suprapto dan R. Kasim. 1989. Pengendalian secara biologi penggerek batang dan penyakit busuk pangkal batang lada. Seminar Bulan Juli 1989, Sub Balai Penelitian Tanaman Rempah dan Obat Natar.

Suprapto, R. Kasim., D. Rumbaina, dan Martono. 1991. Uji efikasi cendawan *Beauveria* spp. terhadap penggerek batang (*Lophobaris piperis* Marsh.). Seminar Bulan April 1991, Sub Balai Penelitian Tanaman Rempah dan Obat Natar.

Trisawa, I.M. dan I.W. Laba. 2006. Keefektifan *Beauveria bassiana* dan *Spicaria* sp. terhadap kepik renda lada *Diconocoris hewetti* (Dist.) (Hemiptera : Tingidae). Buletin Tanaman Rempah dan Obat 27(2): 99-106.

van Driesche R.G. and T.S. Bellows Jr. 1996. Biological Control. Chapman and Hall, New York. 539 pp.

van Emden and F. Helmut. 1974. Pest Control and Its Ecology. Studies in Biology No. 50. Edward Arnold (Publishers) Ltd., London. 60 pp.

Warrouw, J. 1990. Masalah hama, penyakit dan gulma tanaman kelapa serta penanggulangannya. hlm. 489-504. Dalam: Pawiroesoemardjo *et al.* (Eds.). Perlindungan Tanaman Menunjang Terwujudnya Pertanian Tangguh dan Kelestarian Lingkungan. PT Agricon, Bogor.

Widayat, W., D.J. Rayati, dan M. Martosupono. 1996. Penggunaan jamur *Paecilomyces fumoso roseus* (PFR) sebagai teknologi alternatif pengendalian hama nonkimiawi pada tanaman teh.

Wiroatmodjo, B. 1990. Strategi pengendalian hama tebu. hlm. 429-440. Dalam: Pawiroesoemardjo *et al.* (Eds). Perlindungan Tanaman Menunjang Terwujudnya Pertanian Tangguh dan Kelestarian Lingkungan. PT Agricon, Bogor.

http://sipuslitbangbun.setjen.deptan.go.id/perpustakaan/

Pengembangan Agroindustri Lada Berbasis Inovasi Meningkatkan Nilai Tambah dan Daya Saing

RISFAHERI

Balai Pengkajian Teknologi Pertanian Kepulauan Bangka Belitung
Jalan Mentok km 4 Pangkal Pinang 33134
E-mail: risfaheribb_pascapanen@yahoo.com

ABSTRAK

Lada memiliki peran penting sebagai sumber devisa, penyedia lapangan kerja, dan sumber pendapatan petani, yang melibatkan sekitar 1,69 juta jiwa keluarga petani. Meskipun lada telah lama dikembangkan, tidak banyak kemajuan yang berarti dari aspek teknologi; produktivitas tanaman masih rendah dan pengolahan lada masih tradisional. Ada dua dampak serius akibat pengolahan lada yang masih tradisional, yaitu: (1) produk lada sering terkontaminasi mikroba, terutama *Salmonella* dan *Escherichia coli,* serta kontaminasi bau lumpur, busuk, dan apek (*off-flavour*) karena pengolahannya kurang terkontrol dan kurang memerhatikan aspek kebersihan; (2) membutuhkan banyak tenaga dan kurang efisien sehingga memengaruhi biaya produksi. Persaingan komoditas lada di pasar dunia yang semakin ketat dan persyaratan mutu yang diminta negara-negara konsumen yang makin meningkat, terutama dalam aspek keamanan pangan, mengharuskan arah pengembangan agroindustri lada difokuskan pada peningkatkan efisiensi, mutu, dan pengembangan produk untuk meningkatkan nilai tambah dan daya saing lada Indonesia di pasar internasional. Ada lima strategi yang harus dilakukan, yaitu revitalisasi perkebunan lada dengan penerapan teknologi budi daya dan *good agricultural practices,* penerapan inovasi teknologi pengolahan lada dan *good manufacturing practices,* pengembangan diversifikasi produk, pembentukan kelembagaan usaha pengolahan lada, dan perlindungan indikasi geografis terhadap produk lada Indonesia.

Kata kunci: lada, agroindustri, daya saing

PENDAHULUAN

Lada merupakan komoditas rempah terpenting dalam perdagangan dunia karena mencapai sepertiga dari total volume dan nilai rempah yang diperdagangkan. Dalam sejarah perdagangan dunia, lada merupakan salah satu komoditas yang diperdagangkan pada permulaan terjadinya transaksi antara bangsa Timur dan Eropa.

Dalam sejarah perekonomian Indonesia, lada merupakan salah satu komoditas perkebunan yang telah memberikan kontribusi nyata sebagai sumber devisa. Luas area perkebunan lada pada tahun 2009 mencapai 191.540 ha. Sebagian besar merupakan perkebunan rakyat yang melibatkan sekitar 339.000 kepala keluarga (KK) atau sekitar 1,69 juta jiwa keluarga petani. Sekitar 52% area perkebunan lada tersebut berada di Lampung dan Bangka Belitung, sisanya di provinsi lain (Ditjenbun 2009).

Pada tahun 1997-2002, produksi lada dunia meningkat tajam dari 189.000 ton menjadi 341.000 ton, dengan laju lebih dari 12%/tahun. Peningkatan produksi tersebut disebabkan oleh munculnya Vietnam sebagai produsen lada, dan produksi lada dari negara-negara produsen lainnya juga meningkat selama periode tersebut. Sebelum tahun 1990, produksi lada dunia didominasi oleh Indonesia, India, Brasil, dan Malaysia. Vietnam muncul sebagai salah satu produsen lada dunia pada tahun 1990, dan sejak 2001 hingga sekarang, Vietnam tercatat sebagai negara pengekspor lada terbesar dengan volume ekspor rata-rata 89.980 ton/tahun (Vietnamase Pepper Statistics 2010). Ekspor lada Indonesia mencapai puncaknya pada tahun 2000, sebagai pengekspor terbesar, dengan volume 67.000 ton atau senilai US$231,8 juta, kemudian ekspor terus menurun (Ditjenbun 2009).

Meskipun data BPS menunjukkan produksi lada Indonesia mulai membaik sejak 2008, realita di lapangan terjadi penyusutan area pertanaman lada, khususnya di sentra produksi utama seperti Bangka Belitung, Lampung, dan Kalimantan Timur. Sebagian area pertanaman lada telah dikonversi menjadi area kelapa sawit, karet, tambang timah, dan batu bara atau petani beralih profesi menjadi pekerja tambang rakyat.

Sejak masa penjajahan Belanda, lada dari Indonesia telah dikenal di pasar dunia dengan sebutan *Lampung Black Pepper* sebagai *brand* untuk lada hitam yang berasal dari Lampung, dan *Muntok White Pepper* untuk lada putih yang berasal dari Bangka Belitung. Namun, perkembangan teknologi dalam pengusahaan komoditas ini tidak banyak mengalami kemajuan, baik di tingkat *on farm* maupun *off farm*. Produktivitas lada Indonesia masih rendah, sekitar 700 kg/ha/tahun, sementara Vietnam sudah mencapai 1.200-1.300 kg/ha/tahun (Balittri 2009). Pengolahan lada masih dilakukan secara tradisional dan produk yang dihasilkan masih dalam bentuk primer dengan nilai tambah rendah. Dukungan inovasi teknologi di tingkat *on farm* maupun *off farm* diperlukan untuk meningkatkan mutu dan daya saing lada Indonesia.

PERMASALAHAN DALAM PENGEMBANGAN LADA

Permasalahan yang dihadapi dalam pengembangan lada dapat ditinjau dari aspek budi daya, penanganan pascapanen, dan tata niaga.

Budi Daya

1. Bibit tanaman

Bibit tanaman yang digunakan sangat berpengaruh terhadap produksi dan produktivitas tanaman lada. Meskipun Badan Litbang Pertanian telah melepas varietas unggul, seperti Petaling-1, Petaling-2, Natar-1, dan Chunuk, petani belum sepenuhnya memanfaatkan varietas unggul tersebut. Umumnya petani menggunakan bibit yang berasal dari pertanaman lada milik sendiri atau jenis lokal.

2. Tiang panjat

Tiang panjat (tajar) diperlukan untuk tempat merambatnya tanaman lada. Pada umumnya petani menggunakan tajar mati dari jenis kayu khusus agar dapat bertahan lama (tidak lapuk), minimal 10 tahun. Ketersediaan kayu dengan kualitas tersebut semakin terbatas, harganya cukup mahal, mencapai Rp8.000/tiang, sehingga berdampak pada tingginya biaya investasi kebun lada. Peningkatan pemakaian tajar mati untuk pertanaman lada akan mendorong terjadinya perambahan hutan untuk memenuhi kebutuhan tajar. Situasi ini dapat mengancam pemasaran lada Indonesia di luar negeri karena isu lingkungan.

http://sbrambibogor.or

Penggantian tajar mati dengan tajar hidup dari jenis pohon gamal (*Gliricidia* spp.) akan menurunkan biaya investasi kebun. Pohon gamal mudah tumbuh dan cepat berkembang sehingga petani dapat menyediakan sendiri kebutuhan tajar untuk penanaman lada. Daun pohon gamal dapat dipangkas dan dijadikan pakan hijauan ternak. Dengan melakukan pengaturan pemangkasan dan pemupukan tanaman lada, kehilangan hara akibat pemakain tajar hidup dapat dihindari, yang selama ini dikhawatirkan oleh petani. Pemakaian tajar hidup juga dapat memperpanjang umur produktif lada dari 8 tahun menjadi 15 tahun.

3. Penyakit

Penyakit busuk pangkal batang dan penyakit kuning merupakan penyakit lada yang ditakuti petani karena sulit dikendalikan. Penyakit busuk pangkal batang yang disebabkan oleh jamur *Phytophthora capsici* merupakan penyakit yang paling berbahaya karena dapat menyebabkan kematian

tanaman dalam waktu singkat. Penyakit kuning banyak dijumpai di Bangka dan Kalimantan. Penyebabnya sangat kompleks, yaitu nematoda *Radopholus similis* dan *Meloidogyne incognita*, jamur *Fusarium oxysporum*, serta kesuburan dan kelembapan tanah rendah (Dyah dan Nurheru 2007).

Pascapanen

Pengolahan lada masih dilakukan secara tradisional. Lada hitam dan lada putih umumnya dipasarkan dalam bentuk curah. Rendahnya penerapan teknologi pengolahan karena perkebunan lada sebagian besar merupakan usaha rakyat sehingga aksesibilitasnya terhadap inovasi teknologi relatif rendah.

Lada putih dan lada hitam yang dihasilkan petani masih dalam spesifikasi mutu asalan. Di tingkat pedagang pengumpul, lada disortasi dan dikeringkan lagi untuk menyeragamkan mutunya, sebelum dikirim ke eksportir. Penanganan di tingkat eksportir meliputi pencucian, pengeringan, sortasi, *grading,* dan pengemasan agar produk lada memenuhi persyaratan mutu ekspor (Risfaheri dan Hidayat 1997).

Sebagian besar ekspor lada hitam ditujukan ke Amerika Serikat, sedangkan lada putih ke Eropa. Selain mengacu pada standar internasional (ISO), mutu lada yang diekspor juga harus memenuhi standar yang dipersyaratkan oleh negara pengimpor, yaitu persyaratan *American Spice Trade Association* (ASTA) dan *United States Food and Drug Administration* (US FDA) untuk Amerika Serikat, dan persyaratan *European Spice Association* (ESA) untuk pasar Eropa (Risfaheri 2010).

http://balitbangtan.litbang.deptan.go.id/

1. Pengolahan lada hitam

Pengolahan lada hitam masih dilakukan secara tradisional. Lada hitam diolah dari buah lada hijau matang (umur 7-8 bulan) melalui proses pengeringan. Buah lada yang akan diolah dipisahkan dari tangkainya dengan cara diinjak-injak. Biasanya buah lada diperam selama beberapa hari (1-2 hari) untuk memudahkan pelepasan buah dari tangkainya dan mempercepat proses pembentukan warna hitam (*enzymatic blackening*). Pemeraman yang tidak terkontrol akan menimbulkan bau apek (*off-flavour*) pada lada hitam akibat tumbuhnya kapang (Hidayat *et al.*1993; Risfaheri *et al.* 1993).

Masalah utama yang dihadapi adalah pada tahap perontokan untuk memisahkan lada dari tangkainya yang membutuhkan banyak tenaga, dan timbulnya bau apek (*off-flavour*) pada lada hitam. Kontribusi biaya perontokan terhadap biaya pengolahan lada hitam mencapai 50% karena kemampuan perontokan secara tradisional sangat rendah, berkisar antara 40-50 kg/jam/orang (Risfaheri 2010).

2. Pengolahan lada putih

Pengolahan lada putih juga masih dilakukan secara tradisional. Lada putih diolah dari buah yang telah masak (umur 8-9 bulan). Buah lada yang telah dipanen dimasukkan ke dalam karung, kemudian direndam dalam air (kolam, selokan atau sungai) selama 12 - 14 hari. Selama perendaman terjadi pembusukan dan pelunakan kulit buah lada. Kulit dilepaskan dengan cara diinjak-injak, kemudian dicuci dan dikeringkan (Risfaheri dan Nurdjannah 2000).

Masalah yang dihadapi pada pengolahan lada putih adalah kontaminasi oleh mikroba patogen, berkurangnya aroma lada, dan timbulnya bau busuk dan lumpur (*off-flavour*) karena perendaman terlalu lama, dan membutuhkan banyak tenaga terutama pada tahap pengupasan kulit. Kontribusi biaya pengupasan terhadap biaya pengolahan lada putih mencapai 80% karena kemampuan pengupasan secara tradisional sangat rendah, hanya 100 kg/hari/orang (Risfaheri 2010).

3. Permasalahan mutu

Kontaminasi mikroba dan tingginya kadar kotoran merupakan masalah utama yang dihadapi Indonesia di pasar lada dunia. Hasil penelitian Nurdjannah (1999) menunjukkan hampir semua sampel lada dari Lampung dan Bangka terkontaminasi *Staphylococcus aureus* dan *Escherichia coli* yang melampaui batas maksimum. Data tersebut diperkuat oleh hasil penelitian Abdullah dan Nurdjannah (2005) yang menunjukkan kandungan total mikroba pada sampel lada dari kedua tempat tersebut berkisar antara 12 x 10^8 sampai 70 x 10^8 cfu/g, jauh lebih tinggi di atas persyaratan *International Pepper Community* (IPC), maksimum 5 x 10^4 cfu/g.

Selain masalah kontaminasi mikroba, kontaminasi bau (*off-flavour*) juga mulai dikeluhkan oleh negara pengimpor lada Indonesia. Pemeraman yang tidak terkontrol pada pengolahan lada hitam sering menimbulkan bau apek (*off-flavour*) pada produk yang dihasilkan. Bau apek tersebut disebabkan oleh senyawa 2-*isopropyl*-3-*methoxyrazine* dan 2,3-*diethyl*-5-*methylpyrazine* yang terbentuk akibat aktivitas kapang (Jagella dan Grosch 1999). Pada lada putih sering timbul bau busuk dan lumpur (*off-flavour*) akibat perendaman yang terlalu lama pada waktu pengolahan, bahkan aroma lada berkurang karena hilangnya sebagian minyak atsiri. Bau busuk dan lumpur tersebut disebabkan oleh senyawa 3-*methylindole*, 4-*methylphenol* dan *butanoic acid* yang terbentuk selama perendaman (*anaerobic retting*) (Steinhaus dan Schieberie 2008).

4. Diversifikasi produk

Produk lada dapat digolongkan ke dalam empat kelompok, yaitu lada hitam, lada putih, lada hijau, serta minyak lada dan oleoresin. Produk lada Indonesia selama ini hanya dalam bentuk lada hitam dan lada putih yang diekspor dalam bentuk curah. Di negara pengimpor, lada tersebut diproses lebih lanjut melalui sterilisasi, *grading*, *powdering*, dan *packaging* menjadi produk yang siap digunakan oleh industri makanan, rumah tangga, dan restoran. Nilai tambah yang diperoleh dari pengusahaan lada tersebut belum maksimal karena lada Indonesia diekspor dalam bentuk olahan primer.

Tata Niaga

Rantai pasokan yang dilalui oleh produsen lada (petani) sampai ke eksportir pada umumnya cukup panjang, harus melalui 2-3 pedagang pengumpul. Rantai pasokan ini seharusnya dapat diperpendek, terutama di sentra produksi yang berada dalam satu kawasan dengan eksportir. Rantai pasokan yang terlalu panjang mengakibatkan harga jual di tingkat petani menjadi rendah karena ada margin pendapatan yang harus dikeluarkan pada setiap rantai tata niaga.

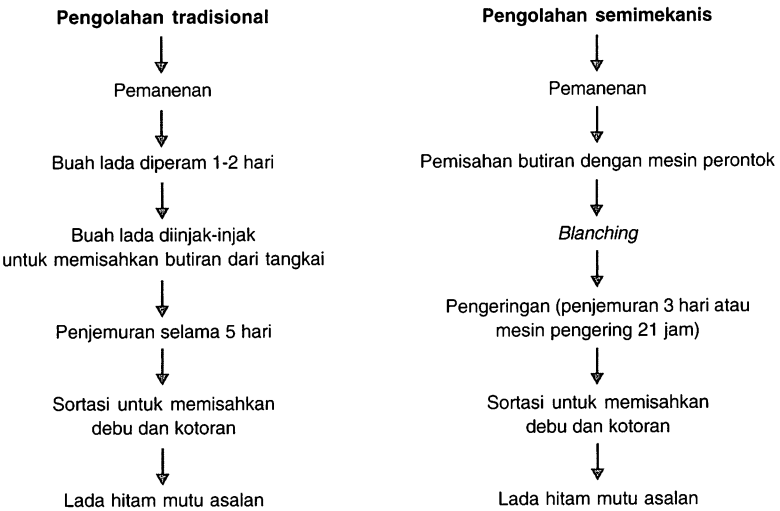
http://serverlib/psekp/

INOVASI TEKNOLOGI PENGOLAHAN

Lada Hitam

Untuk mengatasi permasalahan perontokan lada secara tradisional (Gambar 1) telah dikembangkan berbagai tipe mesin perontok, di antaranya, mesin perontok bertenaga manusia (MPTMn) berkapasitas 150-200 kg/jam (Risfaheri *et al.* 1992), dan mesin perontok bertenaga motor (MPTM) berkapasitas 650-750 kg/jam (Hidayat *et al.* 2001). Penggunaan kedua mesin perontok ini mampu mengurangi biaya perontokan sebesar 50-70%. Perontokan secara tradisional membutuhkan biaya Rp150/kg, yang berarti penggunaan mesin perontok dapat menurunkan biaya perontokan menjadi Rp50-Rp75/kg (Risfaheri 2010).

Perlakuan *blanching* sebelum buah lada dikeringkan, dengan cara mencelupkan buah ke dalam air panas pada suhu 80°C (*blanching*) selama 2,5-5 menit pada skala percobaan (Risfaheri dan Hidayat 1994) dan 7-10 menit pada skala operasional (Risfaheri 2009) meningkatkan kualitas warna lada hitam, memperbaiki aroma, dan memperpendek waktu pengeringan. Perlakuan panas tersebut meningkatkan aktivitas enzim polifenol oksidase yang berperan dalam pembentukan warna hitam. Menurut Mangalakumari *et al.* (1983), perubahan warna hijau menjadi hitam pada lada saat pengolahan



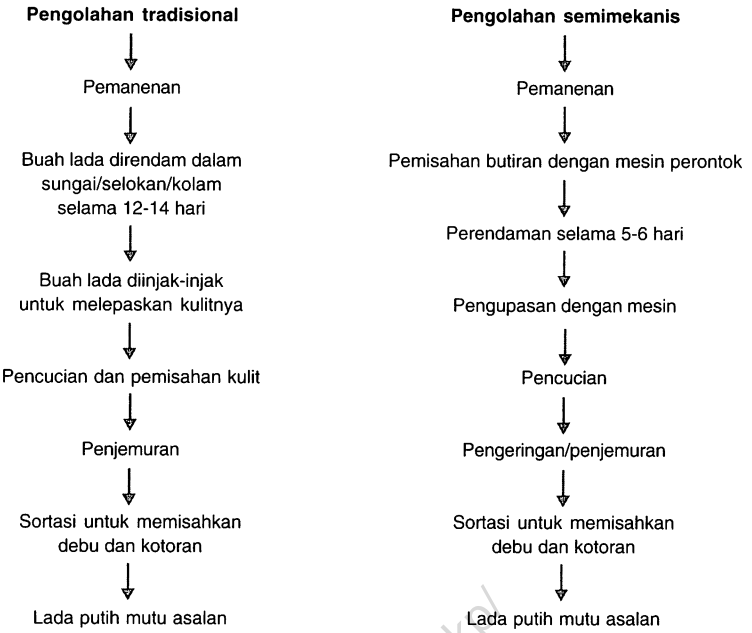
Gambar 1. Tahapan pengolahan lada hitam secara tradisional dan semimekanis.

disebabkan oleh reaksi oksidasi enzimatis terhadap substrat polifenol yang terdapat pada kulit buah lada. Produk lada hitam yang dihasilkan memiliki warna atraktif dan seragam.

Blanching menyebabkan hilangnya *turgor* dan memengaruhi permeabilitas selaput sel sehingga meningkatkan laju pengeringan (Lewicki 2006). Perlakuan *blanching* dapat menghemat waktu pengeringan 30%. Pengeringan dengan penjemuran yang biasanya membutuhkan waktu 5 hari, dapat diperpendek menjadi 3 hari. Pengeringan menggunakan mesin dapat memperpendek waktu pengeringan dari 31 jam menjadi 21 jam (Risfaheri dan Hidayat 1994; Risfaheri dan Nurdjannah 2000). *Blanching* dapat mencegah timbulnya bau apek, meningkatkan aroma lada, serta meminimalkan kandungan kotoran, bahan asing, dan kontaminasi mikroba. Produk lada hitam yang dihasilkan memiliki aroma yang lebih kuat dibandingkan hasil pengolahan secara tradisional.

Lada Putih

Untuk mengatasi permasalahan pada pengolahan lada putih secara tradisional telah dikembangkan pengolahan secara semimekanis. Introduksi mesin perontok dan pengupas kulit dapat mempersingkat waktu perendaman dari 12-14 hari menjadi 5-6 hari (Gambar 2). Mesin perontok diperlukan untuk memisahkan buah lada dari tangkainya sehingga



Gambar 2. Tahapan pengolahan lada putih secara tradisional dan semi mekanis.

http://perverlib/psekp/

memudahkan perendaman dan pengupasan. Pemanfaatan mesin pengupas memungkinkan buah lada dikupas pada kondisi kulit tidak terlalu lunak sehingga waktu perendaman dapat dipersingkat (Risfaheri 2010). Terbentuknya bau busuk dan lumpur (*off-flavour*) dapat dicegah, dan kandungan minyak atsirinya dapat dipertahankan. Pada umumnya senyawa *off-flavour* mulai terbentuk setelah 5 hari perendaman (Steinhaus dan Schieberie 2005).

Mesin pengupas yang digunakan telah mendapat paten dari Ditjen HAKI No. ID 0 000 885S pada tahun 2008. Teknologi ini dapat menghemat biaya pengupasan 60%. Biaya pengupasan secara tradisional sebesar Rp500/kg dapat diturunkan menjadi Rp200/kg dengan teknologi semimekanis (Risfaheri 2010).

Diversifikasi Produk

Diversifikasi produk lada dapat dilakukan secara vertikal maupun horizontal. Pengembangan produk lada hitam dan lada putih dalam bentuk *end product* (diversifikasi vertikal), seperti lada bubuk dan lada utuh dalam kemasan yang telah melalui tahap sterilisasi sehingga memenuhi persyaratan keamanan

pangan untuk dikonsumsi langsung, akan memberikan nilai tambah yang tinggi karena harganya dapat mencapai 10 kali harga lada diekspor.

Diversifikasi horizontal diimplementasikan melalui penganekaragaman produk seperti lada hijau, minyak lada, dan oleoresin sehingga memperluas pasar lada Indonesia. Produk-produk tersebut prospektif dan berpeluang dikembangkan di Indonesia karena teknologinya sudah tersedia dan dapat diterapkan pada agroindustri pedesaan atau skala usaha kecil-menengah.

1. Lada hijau

Produk lada hijau diolah dari buah lada yang masih muda (umur 5-6 bulan). Dalam pengolahannya, warna hijau alaminya dipertahankan dengan menghambat aktivitas enzim polifenol oksidase yang berperan dalam pembentukan warna hitam. Aktivitas enzim tersebut dapat dihambat dengan pemanasan selama beberapa menit dalam air mendidih, penurunan pH dengan perendaman dalam larutan asam, dan pembekuan. Beberapa bentuk produk lada hijau adalah:

(1) Lada hijau dalam larutan garam (*green pepper in brine*), diperoleh melalui pengawetan buah lada dalam larutan garam 10% dan asam sitrat 2%.

(2) Lada hijau kering (*dehydrated green pepper*), diperoleh melalui pengeringan terkontrol dan warna hijau dipertahankan dengan menginaktifkan enzim polifenol oksidase.

(3) Lada hijau kering beku (*freeze-dried green pepper*), diperoleh melalui proses pembekuan pada suhu rendah (-30°C sampai -40°C) dan tekanan vakum tinggi (5-10 microns) (Pruthi 1992; Risfaheri dan Laksmanahardja 1992; Hidayat dan Risfaheri 1993).

http://balittro.litbang.deptan.go.id

Lada hijau mulai memasuki pasar dunia pada tahun 1980-an. Produk ini banyak digunakan oleh industri saus dan pengolahan daging serta aneka masakan berbahan daging. Nilai jual lada hijau lebih tinggi dari lada hitam dan lada putih. Harga lada hijau kering dan kering beku dari India masing-masing US$5,50 dan US$10,97/kg, lada hijau dalam larutan garam dari Madagaskar US$4,59 per kemasan (212 ml), sedangkan harga lada hitam dan lada putih US$3-5/kg. Selama ini kebutuhan lada hijau di pasar dunia dipasok oleh Madagaskar, Brasil, dan India.

2. Minyak lada

Minyak lada mengandung senyawa *terpenes* di antaranya *phellandrene, pinene,* dan *limonene,* terutama digunakan untuk bahan *flavour*, obat, parfum, dan aromaterapi. Minyak tersebut diproduksi melalui proses penyulingan dengan metode uap (*steam*) maupun dengan uap air (dikukus). Penyulingan dengan cara dikukus lebih berpeluang diterapkan

di tingkat petani atau kelompok tani karena investasinya lebih murah. Bahan baku minyak dapat memanfaatkan sisa sortasi dari pengolahan berupa lada enteng dan menir, rendemennya berkisar antara 1,5-3% (Risfaheri 1990; Nurdjannah dan Risfaheri 1992). Minyak tersebut memiliki harga yang cukup mahal, berkisar antara US$160-198/kg, sehingga dapat memberikan nilai tambah.

3. Oleoresin Lada

Oleoresin diproduksi melalui proses ekstraksi lada hitam dengan pelarut organik seperti aseton, etanol atau isopropanol. Rendemen oleoresin berkisar antara 10-13%, memiliki aroma dan rasa yang lebih tajam karena mengandung 15-20% minyak atsiri dan 35-55% komponen rasa pedas (*piperin*). Satu kg oleoresin dapat menggantikan 10 kg lada. Keuntungan oleoresin, hemat dalam transportasi dan penyimpanan, pemakaiannya dalam produk makanan dapat distandarkan, dan tidak memengaruhi penampakan dan volume produk karena pemakaiannya sangat sedikit (Risfaheri dan Nurdjannah 2000). Oleoresin tersebut memiliki harga cukup mahal, US$35 per kemasan (250 ml).

http://pustaka.litbang.deptan.go.id/publikasi/p3sekp/

Hambatan dalam Penerapan Inovasi Teknologi

Hambatan utama dalam penerapan inovasi teknologi pengolahan lada di tingkat petani adalah: (1) kapasitas unit pengolahan lada sebesar 1 ton buah lada per hari atau 25-30 ha kebun lada per tahun, sedangkan kepemilikan lahan petani rata-rata 0,6 ha, dan (2) perlu biaya investasi (Rp60-80) untuk pengadaan peralatan pengolahan. Inovasi teknologi tersebut layak dikembangkan bila dilakukan di tingkat kelompok tani atau gabungan kelompok tani sehingga peran kelembagaan usaha dan dukungan pembiayaan yang memungkinkan diakses petani sangat penting bagi terwujudnya implementasi teknologi tersebut di lapangan.

STRATEGI PENINGKATAN NILAI TAMBAH DAN DAYA SAING

Arah Kebijakan

Harga lada saat ini mengalami kenaikan yang sangat tajam. Pada awal tahun 2011 harga lada di sentra produksi berkisar antara Rp30.000-40.000/kg, sedangkan pada semester II tahun 2011 meningkat menjadi Rp80.000-100.000/kg. Kondisi ini disebabkan oleh terjadinya penurunan produksi lada dunia yang pada tahun 2011 diperkirakan hanya 262.802 metrik ton, turun dari tahun 2010 yang mencapai 271.230 metrik ton, sedangkan konsumsi

lada dunia 300 ribu ton setiap tahun. Peluang tersebut tidak dapat dimanfaatkan oleh Indonesia karena produksi nasional pada tahun ini juga mengalami penurunan dari 33 ribu metrik ton pada tahun 2010, diperkirakan menjadi 28.300 pada tahun 2011.

Di sisi pasokan sangat terbuka peluang bagi Indonesia untuk meningkatkan produksi lada. Namun, situasi harga yang sangat ekstrem ini juga mendorong negara produsen lain untuk meningkatkan produksinya, yang mendorong terjadinya kelebihan produksi di masa datang yang berdampak terhadap penurunan harga. Di sisi lain juga terjadi pengetatan persyaratan mutu yang diminta negara-negara konsumen, terutama dari aspek keamanan pangan. Pasar lada yang sangat dinamis ini menuntut kebijakan pengembangan komoditas lada yang komprehensif, mulai dari *on farm* sampai *off farm*, sehingga lada Indonesia tetap kompetitif dan memberikan nilai tambah yang maksimal dalam fluktuasi harga lada yang sangat dinamis.

Strategi

Ada lima strategi yang harus ditempuh untuk meningkatkan daya saing dan nilai tambah produk lada Indonesia. Strategi tersebut adalah revitalisasi perkebunan lada, penerapan inovasi teknologi pengolahan lada, pengembangan diversifikasi produk, pembentukan kelembagaan usaha pengolahan lada, dan memberikan perlindungan indikasi geografis bagi produk lada Indonesia.

http://server.litbang.pl

1. Revitalisasi perkebunan lada dengan penerapan teknologi budi daya dan *Good Agricultural Practises* (GAP)

Produktivitas lada di Indonesia masih rendah, rata-rata 700 kg/ha/tahun, sementara Vietnam telah mencapai 1.200-1.300 kg/ha/tahun. Di Malaysia, dengan budi daya yang intensif, produktivitas lada dapat mencapai 3.000 kg/ha/tahun. Revitalisasi perkebunan lada menjadi suatu keharusan untuk meningkatkan produktivitas dan produksi, terutama melalui program intensifikasi dan rehabilitasi tanaman lada dengan penerapan teknologi budi daya dan penggunaan bibit unggul serta penerapan GAP. Upaya ini diharapkan dapat menekan biaya produksi di tingkat *on farm* dan meningkatkan penerimaan konsumen lada Indonesia.

Program revitalisasi lada harus difokuskan pada sentra produksi utama agar dapat berjalan maksimal untuk mengatasi keterbatasan sumber daya. Dukungan pemerintah, baik pusat maupun daerah, dalam mengimplementasikan program revitalisasi perkebunan lada sangat penting karena sebagian besar merupakan perkebunan rakyat.

2. Penerapan inovasi teknologi pengolahan lada di tingkat petani dan *Good Manufacturing Practises* (GMP)

Pengolahan lada hitam dan lada putih yang sampai saat ini masih tradisional perlu segera diperbaiki dengan menerapkan teknologi pengolahan semimekanis dan GMP untuk meningkatkan mutu produk, terutama terkait dengan keamanan pangan. Teknologi tersebut sebaiknya diterapkan pada skala kelompok tani atau gabungan kelompok tani (gapoktan) agar skala ekonominya terpenuhi. Pengembangan teknologi tersebut di tingkat petani akan memacu peningkatan efisiensi pengolahan dan mutu lada Indonesia sehingga meningkatkan daya saing di pasar dunia.

3. Pengembangan diversifikasi produk

Agroindustri lada di Indonesia harus didorong perkembangannya sehingga ekspor lada tidak hanya didominasi oleh produk olahan primer, tetapi sebagian sudah dalam bentuk *end product* dan produk diversifikasi seperti lada hijau, minyak lada, dan oleoresin. Dalam bentuk produk tersebut, mutunya lebih mudah dikendalikan dan distandarkan. Pengembangan diversifikasi produk tersebut akan meningkatkan nilai tambah dan memperluas pasar lada Indonesia yang selama ini hanya mengandalkan pasar produk olahan primer.

http://pse.litbang.deptan.go.id/pse/

4. Pembentukan kelembagaan usaha pengolahan lada di petani

Dalam rangka mempercepat penerapan teknologi pengolahan lada perlu dibentuk kelembagaan usaha pengolahan yang berbadan hukum di tingkat kelompok tani atau gapoktan. Kelembagaan tersebut memudahkan petani dalam menghimpun modal sendiri maupun mengakses sumber pendanaan yang ada seperti Pengembangan Usaha Agribisnis Perdesaan (PUAP), Lembaga Mandiri yang Mengakar di Masyarakat (LM3), dan perbankan untuk investasi peralatan pengolahan serta akses terhadap sumber inovasi teknologi.

Penerapan inovasi dalam skala kelompok tani atau gapoktan akan menghasilkan produk lada yang bermutu dan seragam dalam kuantitas yang mencukupi untuk ekspor sehingga petani dapat menegosiasi harga penjualan atas perbaikan mutu yang dilakukan. Adanya kelembagaan usaha pengolahan lada yang berbadan hukum memungkinkan dilakukan kontrak pembelian antara gapoktan dengan eksportir. Selain dapat menekan biaya pada rantai pasokan karena dapat memperpendek rantai tata niaga, pemasaran lada dari petani lebih terjamin dan harga lada yang diterima petani dapat lebih transparan sesuai perkembangan harga di pasar internasional.

5. Perlindungan indikasi geografis

Indikasi geografis (IG) adalah suatu tanda yang menunjukkan daerah asal barang yang dikaitkan dengan kualitas, reputasi atau karakteristik lain yang sesuai dengan asal geografis barang tersebut (Lindsey *et al*. 2006). Perlindungan IG bertujuan untuk melindungi kekhasan tersebut dari pemalsuan atau pemanfaatan yang tidak seharusnya, sekaligus memberi kesempatan dan perlindungan kepada masyarakat penghasil produk khas untuk mendapatkan manfaat yang maksimal. Secara nasional, perlindungan IG diatur dalam UU No.15/2001 dan PP No. 51/2007. Perlindungan IG diberikan kepada masyarakat, bukan kepada individu atau perusahaan tertentu.

Lampung Black Pepper dan *Muntok White Pepper* telah dikenal di pasar dunia sebagai *brand* lada hitam yang berasal dari Lampung dan lada putih yang berasal dari Bangka. *Lampung Black Pepper* memiliki ukuran, penampilan, dan rasa yang khas. Kedua produk lada tersebut telah memiliki pangsa dan segmen tersendiri di pasar dunia. Perlindungan IG terhadap dua produk tersebut dapat mencegah penggunaan *brand* kedua produk oleh negara produsen lain sehingga pangsa pasar lada Indonesia dapat dipertahankan.

Direktorat Jenderal HAKI dari Kementerian Hukum dan HAM RI telah mengeluarkan Haki IG untuk *Muntok White Pepper,* sedangkan *Lampung Black Pepper* belum memiliki IG sehingga perlu didorong melalui Pemerintah Provinsi Lampung untuk mengusulkan agar memperoleh Haki IG *Lampung Black Pepper*. Indikasi geografis yang telah dimiliki perlu diperjuangkan oleh pemerintah agar dapat pengakuan secara internasional.

http://cetak.litbang.deptan.go.id

KESIMPULAN DAN REKOMENDASI KEBIJAKAN

Kesimpulan

(1) Peningkatan daya saing dan nilai tambah komoditas lada harus didukung dengan perbaikan teknologi di tingkat *on farm* untuk meningkatkan produktivitas tanaman lada dan efisiensi produksi bahan baku.

(2) Agroindustri lada di tingkat petani harus diperkuat dengan penerapan inovasi teknologi pengolahan. Pengolahan lada yang masih tradisional harus diperbaiki dengan penerapan teknologi pengolahan semimekanis untuk meningkatkan mutu dan efisiensi pengolahan sehingga produk lada yang dipasarkan lebih kompetitif. Teknologi tersebut sebaiknya diterapkan pada skala kelompok tani atau gabungan kelompok tani agar skala ekonominya terpenuhi.

(3) Perlu dikembangkan diversifikasi produk lada, baik diversifikasi vertikal maupun horizontal, untuk meningkatkan nilai tambah dan memperluas pasarnya.

(4) Penerapan GAP dan GMP secara konsisten dalam pengelolaan lada dapat menjamin mutu dan keamanan produk yang dihasilkan.

(5) Peningkatan mutu lada Indonesia harus diikuti dengan perlindungan indikasi geografis yang berlaku secara internasional untuk menghindari pemanfaatan nama produk lada asal Indonesia oleh negara produsen lain.

Rekomendasi Kebijakan

Dalam upaya menjalankan strategi untuk meningkatkan nilai tambah dan daya saing dalam menghadapi persaingan lada di pasar dunia, diperlukan implikasi kebijakan sebagai berikut:

(1) Dukungan pemerintah pusat maupun daerah untuk program revitalisasi perkebunan lada, fasilitasi penerapan inovasi teknologi pengolahan lada, penerapan GAP dan GMP, serta pembentukan kelembagaan usaha pengolahan lada.

(2) Mempermudah akses terhadap sumber pendanaan dari program-program pemerintah yang sudah ada seperti PUAP dan LM3 untuk perbaikan teknologi pengolahan lada di petani.

(3) Mempercepat proses diseminasi dan adopsi teknologi budi daya dan pengolahan lada kepada petani dan pelaku usaha melalui program pendampingan dan pengawalan teknologi oleh peneliti dan penyuluh pertanian.

(4) Memberikan kemudahan investasi, keringanan pajak ekspor, dan fasilitasi promosi bagi pelaku usaha yang akan mengembangkan diversifikasi produk lada.

(5) Memberi perlindungan indikasi geografis terhadap produk lada *Lampung black pepper* dan *Muntok whiter pepper* di pasar internasional.

http://perpustakaan.litbang.deptan.go.id/

DAFTAR PUSTAKA

Abdullah, A. and N. Nurdjannah. 2005. Final report of pilot on-farm demonstration of small scale equipment for improvement of pepper quality in East Kalimantan. International Pepper Community and Indonesian Center for Agricultural Postharvest Research and Development, Bogor. 8 pp.

Balittri. 2009. Prospek Lada. http://www.balittri.litbang.deptan.go.id. [7 Desember 2009]

Ditjenbun. 2009. Statistik Perkebunan Indonesia. Direktorat Jenderal Perkebunan, Jakarta.

Dyah, M. dan Nurheru. 2007. Hama dan penyakit utama tanaman lada dan pengendaliannya. Warta Penelitian dan Pengembangan Pertanian 20(2): 5-6.

Hidayat, T., N. Nurdjannah, dan Risfaheri. 1993. Pengeringan lada hitam dengan alat pengering tipe bak. Buletin Penelitian Tanaman Rempah dan Obat 72: 5-13.

Hidayat, T. dan Risfaheri. 1993. Pengaruh kondisi *blanching* dan sulfitasi terhadap mutu lada hijau dehidrasi. Pemberitaan Penelitian Tanaman Industri 19(3-4): 43-48.

Hidayat, T., Risfaheri, dan N. Nurdjannah. 2001. Rancang bangun alat perontok lada model aksial. Jurnal Penelitian Tanaman Industri 7(2): 54-59.

Jagella, T. and W. Grosch. 1999. Flavour and off-flavour compounds of black and white pepper (*Piper nigrum* L.). Evaluation of potent odorants of black pepper by dilution and concentration techniques. Eur. Food Res. Technol. 209: 16-21.

Lewicki, P.P. 2006. Design of hot air drying for better foods. Trends Food Sci. Technol. 17(4): 153-163.

Lindsey, T., E. Damian, S. Butt, dan T.S. Utoma. 2006. Hak Kekayaan Intelektual: Suatu Pengantar. Penerbit Alumni, Jakarta. 344 hlm.

Mangalakumari, C.K., V.P. Sreedharan, and A.G. Mathew. 1983. Studies on blackening of pepper (*Piper nigrum* Linn) during dehydration. J. Food Sci. 48: 604-606.

Nurdjannah, N. dan Risfaheri. 1992. Pengolahan lada hijau dan penyulingan minyak lada. Prosiding Temu Usaha Pengembangan Hasil Penelitian Tanaman Rempah dan Obat 1: 138-148.

Nurdjannah, N. 1999. Pemeriksaan mikroba pada lada hitam yang berasal dari beberapa eksportir dan petani. Balai Penelitian Tanaman Rempah dan Obat, Bogor.

Pruthi, J.S. 1992. Advances in sun/solar drying and dehydration of pepper. Int. Pepper News Bull. IPC 16(2): 6-17.

Risfaheri. 1990. Penyulingan lada enteng dan karakteristik minyaknya. Pemberitaan Penelitian Tanaman Industri 16(1): 38-42.

Risfaheri dan M.P. Laksmanahardja. 1992. Studi pendahuluan pembuatan lada hijau. Buletin Penelitian Tanaman Industri 4: 17-21.

http://staverlibrisekpp.id

Risfaheri., T. Hidayat, dan M.P. Laksmanahardja. 1992. Rancang bangun alat perontok lada dengan penggerak pedal. Pemberitaan Penelitian Tanaman Industri 17(3): 86-90.

Risfaheri., T. Hidayat, dan M.P. Laksmanahardja. 1993. Perbaikan metoda pengolahan lada dalam rangka peningkatan mutu dan efisiensi. Balai Penelitian Tanaman Rempah dan Obat, Bogor.

Risfaheri and T. Hidayat. 1994. Effect of treatments prior to sun drying on black pepper quality. Int. Pepper News Bull. IPC 18(3): 9-12.

Risfaheri and T. Hidayat. 1997. Indonesian standar for pepper. Int. Pepper News Bull. 21(1): 9-12.

Risfaheri and N. Nurdjannah. 2000. Pepper processing - The Indonesian scenario in black pepper. pp. 355-366. In: P.N. Ravindran (Ed.). Medicinal and Aromatic Plants-Industrial. Harwood Academic Publishers.

Risfaheri. 2009. Report of TCDC Engineering Consultant: Small holder livelihood enhancement and income generation via improvement of pepper production, processing, value adding, marketing systems and enterprise diversification. FAO Regional Office for Asia and The Pacific, Bangkok. 46 pp.

Risfaheri. 2010. Teknologi Pengolahan Lada Semimekanis dan Diversifikasi Produk Menghadapi Persaingan Pasar Dunia. Orasi Pengukuhan Profesor Riset Bidang Teknologi Pengolahan Hasil (Teknologi Pascapanen). Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian - LIPI, Jakarta. 43 hlm.

Steinhaus, M. and P. Schieberie. 2005. Role of the fermentation process in off-odorant formation in white pepper: on-site trial in Thailand. J. Agric. Food Chem. 53: 6056-6060.

Steinhaus, M. and P. Schieberie. 2008. Off-flavours in pepper production - molecular background, formation and prevention. Focus on Pepper 3(1): 23-32.

Vietnamase Pepper Statistics. 2010. Pepper Statistics 2003-2009. www.peppertrade.com.br/statsini.htm. [1 April 2010].

http://perpustakaan.litbang.deptan.go.id

Pengelolaan Lingkungan dalam Usaha Pengendalian Hama Penyakit Kakao

ELNA KARMAWATI

Pusat Penelitian dan Pengembangan Perkebunan
Jalan Tentara Pelajar No.1, Bogor 16111
E-mail: karmawati@yahoo.com

ABSTRAK

Permasalahan klasik yang dihadapi perkebunan kakao adalah rendahnya produktivitas, sekitar 900 kg/ha. Penyebabnya adalah penggunaan bahan tanaman yang kurang baik, teknologi budi daya yang kurang optimal, umur tanaman, dan serangan hama penyakit. Upaya pemerintah untuk meningkatkan produktivitas dan mutu kakao telah dimulai pada tahun 2009 melalui program gerakan nasional peningkatan produktivitas dan mutu kakao. Dalam program tersebut, yang menjadi landasan utama penentuan kriteria adalah tingkat kerusakan yang disebabkan oleh hama penyakit dan umur tanaman. Hama penyakit yang merupakan masalah utama pada tanaman kakao harus segera ditanggulangi. Untuk menanggulangi hama penyakit pada kakao dapat diupayakan melalui manipulasi lingkungan pertanaman dengan syarat ekosistem masih dalam batas toleran untuk pertumbuhan serta perkembangan bunga dan buah kakao. Upaya yang dapat dilakukan adalah sanitasi, penanaman varietas tahan, pemangkasan tanaman, dan perbanyakan musuh alami.

Kata kunci: *Theobroma cacao*, hama, penyakit, lingkungan tumbuh, pengendalian

http://sea.litbang.deptan.go.id/

PENDAHULUAN

Indonesia merupakan negara penghasil kakao terbesar ketiga di dunia setelah Pantai Gading dan Ghana, dengan produksi 1.315.800 ton/tahun. Dalam lima tahun terakhir, luas area perkebunan kakao meningkat pesat dengan laju pertumbuhan rata-rata 8%/tahun dan saat ini mencapai 1.462.000 ha. Hampir 90% dari luasan tersebut merupakan perkebunan rakyat.

Tanaman kakao diperkenalkan pertama kali di Indonesia pada tahun 1560 di Minahasa, Sulawesi Utara. Ekspor kakao diawali dari pelabuhan Manado ke Manila pada tahun 1825-1838 dengan volume 92 ton. Namun setelah itu, volume ekspor menurun karena adanya serangan hama dan ekspor kakao terhenti setelah tahun 1928. Di Ambon pernah ditemukan 10.000-12.000 tanaman kakao dengan produksi 11,6 ton, tetapi kemudian tanaman tersebut hilang tanpa ada informasi lebih lanjut.

Penanaman kakao di Jawa dimulai pada tahun 1980 di perkebunan kopi milik Belanda karena tanaman kopi arabika mengalami kerusakan akibat serangan penyakit karat daun (*Hemileia vastatrix*). Pada tahun 1888, puluhan semaian kakao jenis baru didatangkan dari Venezuela, namun yang bertahan hidup hanya satu pohon. Biji dari tanaman tersebut kemudian ditanam kembali dan menghasilkan tanaman yang sehat dengan buah dan biji yang besar. Tanaman tersebut menjadi cikal bakal pemuliaan kakao di Indonesia.

Kakao Indonesia, khususnya yang dihasilkan oleh perkebunan rakyat, masih dihargai sangat rendah di pasar internasional karena citranya yang kurang baik, yaitu didominasi oleh biji tanpa fermentasi atau biji dengan kadar kotoran tinggi dan terkontaminasi serangga, jamur, dan mikotoksin. Citra buruk ini menyebabkan ekspor kakao Indonesia ke China dan negara lain harus melalui Malaysia atau Singapura terlebih dahulu.

Kelompok negara Asia diperkirakan akan terus mengalami peningkatan konsumsi kakao seiring dengan pertumbuhan ekonomi di kawasan ini. Kapasitas produksi kakao di beberapa negara Asia Pasifik lain seperti Papua Nugini, Vietnam, dan Filipina masih jauh di bawah Indonesia, baik dalam luas area maupun produksi. Oleh karena itu, Indonesia memiliki beberapa keunggulan dalam pengembangan kakao, antara lain ketersediaan lahan yang cukup luas, biaya tenaga kerja yang relatif murah, potensi pasar domestik yang besar, dan sarana transportasi yang cukup baik.

Masalah klasik yang dihadapi dalam pengembangan kakao di Indonesia adalah produktivitas yang rendah, rata-rata 900 kg/ha. Penyebabnya adalah penggunaan bahan tanaman yang kurang baik, penerapan teknologi budi daya yang kurang optimal, dan serangan hama penyakit. Upaya peningkatan produktivitas kakao Indonesia telah dilakukan sejak tahun 2009 melalui gerakan nasional peningkatan produktivitas dan mutu kakao. Dalam program tersebut, yang menjadi landasan utama penentuan kriteria kegiatan berbantuan adalah tingkat kerusakan yang disebabkan oleh hama maupun penyakit tanaman. Pada makalah ini akan dibahas pengaruh faktor lingkungan terhadap serangan hama penyakit dan implikasinya terhadap pengendalian.

PERSYARATAN LINGKUNGAN TANAMAN KAKAO

Lingkungan alami tanaman kakao di daerah asalnya adalah hutan tropis karena dalam pertumbuhannya, tanaman kakao membutuhkan naungan untuk mengurangi pencahayaan penuh. Cahaya matahari yang terlalu banyak akan mengakibatkan lilit batang menjadi kecil, daun sempit, dan batang relatif pendek. Peningkatan cahaya matahari hanya untuk mendapatkan intersepsi cahaya dan mencapai indeks luas daun optimum.

Kakao tergolong tanaman C3 yang mampu berfotosintesis pada suhu rendah. Fotosintesis maksimum diperoleh pada saat penerimaan cahaya pada tajuk sebesar 20% dari pencahayaan penuh. Kejenuhan cahaya dalam fotosintesis setiap daun yang telah membuka sempurna berada pada kisaran 3-30% cahaya matahari atau pada 15% cahaya matahari penuh. Hal ini berkaitan dengan pembukaan stomata yang lebih besar bila cahaya matahari yang diterima lebih banyak (Karmawati *et al.* 2010). Secara umum kebutuhan cahaya yang bisa mencapai proses asimilasi maksimal 75% dari total cahaya matahari (Wibawa dan Baon 2008).

Suhu merupakan salah satu faktor yang memengaruhi fisiologi tanaman karena berpengaruh terhadap pembentukan *flush*, pembungaan, dan kerusakan daun. Suhu ideal bagi tanaman kakao adalah 30^0-32^0C (maksimum) dan 18°-21°C (minimum). Tanaman kakao sangat peka terhadap suhu yang ekstrem. Suhu yang terlalu rendah dapat menghambat pertumbuhan dan perkembangan tanaman kakao. Suhu yang terlalu tinggi akan memacu pertumbuhan vegetatif dan pembungaan, tetapi bunga langsung gugur. Daun kakao masih toleran sampai suhu 50°C untuk jangka waktu pendek, namun menyebabkan gejala nekrosis pada daun. Apabila mengalami suhu tinggi pada jangka waktu yang panjang, tanaman menjadi rusak yang ditandai oleh mati pucuk. Pembungaan akan terjadi pada suhu 23°-26°C, demikian juga pembentukan biji. Suhu tinggi yang berkepanjangan menurunkan bobot biji, sedangkan suhu rendah menyebabkan biji mengandung asam lemak tidak jenuh.

Curah hujan adalah faktor iklim yang terpenting dalam budi daya kakao. Tanaman kakao membutuhkan curah hujan yang merata sebarannya sepanjang tahun. Kisaran curah hujan yang ideal bagi pertumbuhan tanaman adalah 1.500-2.500 mm/tahun. Pada daerah yang curah hujannya rendah (1.200 mm/tahun) diperlukan pengairan.

Tanaman kakao menghendaki lingkungan dengan kelembapan yang tinggi dan konstan, di atas 80%. Angka ini merupakan mikroklimat hutan tropis yang dapat menjaga stabilitas tanaman. Kelembapan yang tinggi dapat mengimbangi proses evapotranspirasi tanaman dan mengkompensasi curah hujan yang rendah. Namun, kelembapan yang tinggi dapat menyebabkan munculnya berbagai jamur.

HAMA PENYAKIT UTAMA KAKAO

Hama merupakan organisme pengganggu tumbuhan (OPT) yang meliputi serangga, tungau, dan mamalia, sedangkan penyakit disebabkan oleh jamur, bakteri atau virus. Hama dan penyakit merupakan faktor pembatas produksi kakao. Pengelolaan hama penyakit pada prinsipnya dilakukan melalui

pendekatan ekologis, yaitu tindakan evaluasi dan penggabungan semua teknik pengendalian secara terpadu. Tujuannya adalah untuk mengelola hama penyakit agar tidak menimbulkan kerusakan secara ekonomis dan sekaligus tidak berpengaruh buruk terhadap lingkungan. Beberapa komponen teknologi pengendalian yang dapat dipadukan adalah kultur teknis, mekanis, biologis, pemanfaatan varietas tahan, dan pestisida nabati.

Ekosistem kakao di sentra produksi dapat terdiri atas satu tanaman (monokultur) atau berupa pola tanam campuran yang terdiri atas beberapa tanaman yang dibudidayakan secara luas dalam satu hamparan. Kondisi ekosistem pada pola tanam campuran biasanya relatif stabil karena kondisi tersebut sesuai bagi perkembangan musuh alami hama penyakit dan dapat menyediakan makanan (inang) secara terus-menerus. Usaha pengendalian dikatakan berhasil apabila kestabilan agroekosistem tidak berubah (Karmawati 2007). Oleh karena itu, biologi masing-masing OPT utama perlu dipelajari.

Penggerek Buah Kakao

Penggerek buah kakao atau PBK, *Conopomorpha cramerella* (Lepidoptera: Gracillaridae) merupakan hama utama kakao yang menyebabkan kerugian mencapai miliaran rupiah. Daerah sebarannya merata hampir di semua provinsi penghasil kakao di Indonesia. Stadium hama yang menimbulkan kerusakan adalah stadium larva (ulat) yang menyerang buah kakao mulai berukuran 3 cm sampai menjelang masak. Ulat merusak dengan cara menggerek buah, makan kulit dan daging buah, dan membuat saluran ke biji sehingga biji saling melekat, berwarna kehitaman, sulit dipisahkan, dan berukuran lebih kecil.

Telur diletakkan pada permukaan kulit buah di alur buah, berbentuk oval dengan panjang 0,4-0,5 mm dan lebar 0,2-0,3 mm. Telur berwarna oranye saat baru diletakkan, kemudian berubah menjadi kehitaman bila akan menetas. Lama stadium telur 2-7 hari. Setelah menetas, telur masuk ke buah melalui bagian dasar alur buah.

Larva berwarna putih kekuningan (transparan) dengan panjang maksimum 11 mm. Larva terdiri atas empat instar dan stadium larva berlangsung 14-18 hari. Menjelang pembentukan kepompong, larva keluar dari buah dan berkepompong pada permukaan buah atau pada daun, serasah atau keranjang tempat buah. Rumah kepompong (kokon) berbentuk transparan dan kedap air, sedang kepompong berwarna coklat dengan panjang 6-7 mm dan lebar 1-1,5 mm. Lama stadium kepompong 5-8 hari.

Imago (dewasa) aktif pada malam hari. Pada siang hari, imago berlindung di tempat teduh. Ngengat berukuran panjang 7 mm, lama stadium ngengat 7-8 hari. Seekor ngengat betina mampu bertelur 50-100 butir semasa hidupnya.

Serangan pada buah ditandai dengan memudarnya warna kulit buah, muncul warna belang hijau kuning atau merah jingga. Apabila buah digoncang tidak berbunyi dan jika dibelah terlihat biji berwarna hitam dan melekat satu sama lain.

Kepik Pengisap Buah

Kepik pengisap buah *Helopeltis* spp. (Hemiptera: Miridae) merupakan hama utama kakao setelah PBK. Terdapat lebih dari satu spesies/jenis *Helopeltis* sehingga disebut "spp.", yaitu *H. antonii, H. theivora,* dan *H. claviver.* Serangga muda (nimfa) dan imago menyerang pucuk tanaman kakao dan buah muda dengan cara menusukkan alat pada mulutnya ke dalam jaringan, kemudian mengisap cairan di dalamnya. Bersamaan dengan tusukan tersebut, kepik mengeluarkan cairan yang bersifat racun yang dapat mematikan jaringan tanaman di sekitar tusukan.

Telur lonjong berwarna putih dan diletakkan di dalam jaringan kulit buah atau pucuk. Pada salah satu ujungnya terdapat benang dengan panjang 0,5 mm yang menyembul keluar jaringan. Lama periode telur 6-7 hari.

Serangga muda (nimfa) bentuknya sama dengan dewasa (imago), tetapi tidak bersayap dan mengalami empat kali ganti kulit (lima instar). Lama periode nimfa 10-11 hari.

Kepik dewasa mirip walang sangit dengan panjang tubuh sekitar 10 mm. Perkembangan dari telur hingga dewasa memerlukan waktu 30-48 hari. Seekor kepik dewasa mampu bertelur hingga 200 butir selama hidupnya. Waktu makannya pada pagi dan sore hari. Kepik rentan terhadap cahaya sehingga bila ada cahaya matahari akan berlindung di sela-sela daun.

Serangan pada buah tua ditandai oleh munculnya bercak-bercak cekung berwarna coklat muda yang lama kelamaan berubah menjadi kehitaman. Serangan berat pada buah muda menyebabkan permukaan kulit menjadi retak dan terjadi perubahan bentuk sehingga menghambat perkembangan biji. Serangan pada pucuk atau ranting menyebabkan layu, kering dan kemudian mati. Daun akan gugur dan ranting tanaman seperti lidi. Penurunan produksi buah bisa mencapai 50-60%.

Semut hitam dapat digunakan untuk mengendalikan *Helopeltis* spp. Semut ini merupakan bagian dari perkebunan kakao sejak 80 tahun yang

http://cerianbpsekp

lalu. Semut selalu hidup bersama dengan kutu putih karena kutu mengeluarkan kotoran yang rasanya manis. Aktivitas semut hitam di permukaan buah menyebabkan *Helopeltis* tidak sempat bertelur atau menusukkan alat pada mulutnya ke buah. Peningkatan populasi semut dapat dilakukan dengan membuat sarang semut dari lipatan-lipatan daun kelapa.

Penyakit Busuk Buah

Penyakit busuk buah merupakan penyakit terpenting karena menginfeksi hampir seluruh area pertanaman kakao dan kerugiannya dapat langsung dirasakan. Penyakit ini disebabkan oleh *Phytopthora palmivora* Bute, sejenis jamur yang dapat mempertahankan hidupnya dalam tanah selama bertahun-tahun. Pada musim kering, spora hidup dalam tanah dalam bentuk siste yang mempunyai dinding tebal.

Jamur menyebar dari buah satu ke buah lain melalui berbagai cara, yakni melalui percikan air hujan, persinggungan antara buah sakit dan buah sehat, dan melalui hewan penyebar seperti tikus, tupai atau bekicot. Kerugian yang disebabkan oleh penyakit ini cukup besar, berkisar antara 30-50%.

Gejala penyakit ini dapat terlihat mulai dari buah muda sampai buah dewasa. Buah yang terinfeksi akan membusuk disertai bercak coklat kehitaman dengan batas yang jelas. Gejala ini dimulai dari ujung atau pangkal buah. Hal ini disebabkan oleh adanya lekukan pada pangkal buah yang menjadi tempat tergenangnya air sehingga spora menyebabkan infeksi mulai dari pangkal atau ujung buah tempat air menggenang. Pembusukan pada buah hanya berlangsung beberapa hari sehingga tidak dapat dipanen. Pengendalian penyakit ini dapat dilakukan dengan memadukan tindakan sanitasi, penyemprotan fungisida, dan memperbaiki lingkungan.

Penyakit *Vascular Streak Dieback*

Penyakit *vascular streak dieback* (VSD) *Oncobasidium theobromae* (Ceratobasidiales: Ceratobasideceae) menginfeksi semua stadia tanaman, mulai dari pembibitan hingga stadia produktif. Penyakit menular dari satu pohon ke pohon lain melalui spora yang diterbangkan oleh angin pada tengah malam. Spora yang jatuh pada daun muda akan berkecambah apabila tersedia air dan tumbuh masuk ke jaringan xilem. Setelah 3-5 bulan baru terlihat gejala daun menguning dengan bercak hijau sehingga daun mudah gugur. Kerugian hasil karena penyakit VSD berkisar antara 3-60%.

Gejala khusus yang terlihat adalah daun kedua atau ketiga dari titik tumbuh menguning dengan bercak-bercak berwarna hijau. Daun akhirnya gugur sehingga tampak gejala ranting ompong. Bila bekas dudukan daun

disayat terlihat noktah tiga buah berwarna coklat kehitaman. Bila ranting dibelah membujur terlihat garis-garis coklat pada jaringan xilem yang bermuara pada bekas dudukan daun. Jika dari bekas dudukan daun, potongan ranting, dan potongan daun muncul benang berwarna mutih maka penyebabnya dipastikan *O. theobromae*.

PERMASALAHAN DI LAPANGAN DAN UPAYA PEMECAHANNYA

Permasalahan

Lingkungan alami asal tanaman kakao adalah hutan tropis sehingga interaksi antara curah hujan, suhu udara, dan sinar matahari merupakan resultan yang menentukan mutu buah dan biji kakao. Tanaman kakao tumbuh dan berkembang di antara 7° LU dan 18°LS. Hal ini berhubungan dengan distribusi curah hujan dan penyinaran matahari sepanjang tahun. Namun, kakao masih dapat tumbuh pada 20° LU dan 20° LS sehingga Indonesia sangat sesuai untuk pengembangan kakao. Ketinggian tempat yang paling ideal adalah 0-800 m dpl.

Semua persyaratan pertumbuhan dan perkembangan kakao bersifat selaras, artinya suhu yang dibutuhkan tidak terlalu rendah dan tidak terlalu tinggi, cahaya matahari untuk fotosintesis hanya 20% pada saat pembungaan, curah hujan sepanjang tahun dan kelembapan di atas 80%. Kondisi seperti ini merupakan faktor lingkungan yang cocok untuk tanaman C3.

http://balitbu.litbang.deptan.go.id/pseme

Lingkungan yang dibutuhkan oleh tanaman kakao ternyata merupakan ekosistem yang juga disukai oleh hama PBK dan Helopeltis. Keduanya menyukai iklim mikro (*niche*) dengan suhu yang tidak terlalu tinggi dan teduh (terhindar dari paparan sinar matahari). Kelembapan yang tinggi (>80%) merupakan lingkungan yang kondusif bagi pertumbuhan jamur dan bakteri. Penyakit utama kakao adalah VSD dan busuk buah (*Phythopthora*). Keempat jenis hama penyakit tersebut ditemukan di sentra produksi dan saat ini menjadi permasalahan utama.

Faktor lain yang mendukung perkembangan hama penyakit adalah petani jarang sekali melaksanakan pemeliharaan (pemangkasan dan pemupukan) sehingga banyak cabang-cabang yang tumpang-tindih. Banyak pula petani yang menerapkan pola tanam campuran sehingga kebun menjadi gelap. Jenis tanaman sela sangat menentukan populasi awal Helopeltis, terutama yang menjadi inang alternatif (Karmawati *et al.* 2001). Kestabilan Helopeltis dalam lingkungannya juga ditemukan di Nusa Tenggara

Barat karena faktor yang mendukung, yaitu curah hujan, kelembapan, inang alternatif, musuh alami, dan faktor biologis lainnya (Karmawati *et al.* 2004; Karmawati 2006).

Distribusi curah hujan yang merata sepanjang tahun dan kelembapan yang tinggi mempercepat perkembangan penyakit busuk buah yang disebabkan oleh *Phytophthora palmivora*. Untuk perkecambahan diperlukan air. Dalam air, sporangium melepaskan 15-30 zoospora yang masing-masing mempunyai dua bulu cambuk untuk bergerak. Pada kondisi kelembapan yang cukup tinggi, pada permukaan buah akan dibentuk sporangiofor dan sporangium (Sukamto 2008). Pada musim hujan, proses pembusukan buah terjadi dalam waktu satu minggu. Dengan percikan air, spora tersebar ke tempat lain untuk menularkan infeksi baru.

Pengaruh faktor-faktor yang sama juga terjadi pada penyakit VSD yang disebabkan oleh *O. theobramae*. Bedanya dengan *Phytophthora*, spora *O. theobramae* peka terhadap cahaya dan menjadi tidak efektif setelah terpapar sinar matahari selama 30 menit. Oleh karena itu, spora aktif pada malam hari. Spora yang jatuh pada daun muda segera berkecambah bila tersedia air, tumbuh dan masuk ke dalam jaringan xilem. Setelah 3-5 bulan baru kelihatan gejala daun menguning. Penyakit ini lebih mudah tersebar di daerah beriklim basah dengan curah hujan merata sepanjang tahun.

http://perpustakaan.litbang.deptan.go.id

Upaya Pemecahan

Upaya pengendalian hama penyakit tanaman kakao berlandaskan pada konsep pengendalian hama terpadu (PHT). Pada prinsipnya, pengendalian hama penyakit dilakukan melalui pendekatan ekologis, yaitu tindakan evaluasi dan penggabungan semua teknik pengendalian secara terpadu. Teknik ini dikembangkan bersamaan dengan dikeluarkannya UU No. 4/1982 yang mengatur ketentuan-ketentuan pokok pengelolaan lingkungan hidup, agar pembangunan yang dilaksanakan tidak merusak dan mencemari lingkungan. Pengaturan pengelolaan lingkungan lebih dipertegas lagi dengan dikeluarkannya UU No. 12/1992 yang mengatur sistem budi daya tanaman. Dalam undang-undang tersebut ditegaskan bahwa PHT merupakan satu-satunya sistem yang digunakan dalam pengendalian hama.

Pendekatan yang dilakukan dalam pengelolaan lingkungan adalah memanipulasi lingkungan agar laju perkembangan hama penyakit dapat terhambat. Untuk menekan keadaan awal dapat digunakan varietas atau klon kakao yang tahan terhadap hama atau penyakit, bergantung kondisi daerah setempat. Hasil penelitian di Pabatu menunjukkan bahwa klon KW 514 dan KW 518 lebih tahan terhadap hama PBK (Susilo *et al.* 2004),

sedangkan klon DRC 16, ICS 6, DR 1 x SCa 12, DRC 16 x Sca 6, dan DRC 16 x Sca 12 tahan terhadap penyakit busuk buah (Winarno dan Sukamto 1988).

Hama penggerek dan pengisap buah kakao sangat menyukai tempat yang gelap dan lembap. Keduanya rentan terhadap cahaya matahari langsung sehingga pemangkasan harus dilakukan, baik pada tanaman kakao maupun pohon penaung. Selain untuk mengurangi kelembapan kebun dan menambah cahaya masuk, cara ini juga untuk memudahkan panen. Pemangkasan tanaman kakao dilakukan dengan memendekkan tanaman sampai 4 m sehingga cabang yang arahnya ke atas dan lebih dari 4 m dipotong. Pada tanaman dewasa yang belum pernah dipangkas, cabang-cabang yang diameternya besar harus dipotong. Alat potong yang digunakan adalah gergaji yang tajam. Luka bekas potongan ditutup dengan obat. Jorket tidak boleh sepenuhnya terbuka untuk menghindari lapuk dan pecah. Pemangkasan sebaiknya dilakukan pada awal musim hujan. Pengaturan ketinggian tajuk sebaiknya dilakukan sejak awal pertumbuhan dengan frekuensi dua kali setahun pada awal dan akhir musim hujan.

Panen pada saat buah masak awal yang diikuti oleh sanitasi dapat menekan populasi PBK karena ulat belum keluar sehingga akan mati jika kulit buah dan plasenta langsung dibenam. Lubang keluar PBK yang paling banyak adalah terdapat pada buah yang masak sempurna (55%), sedang pada buah hijau hanya 10%, dan buah menguning 35%. Buah yang dipanen perlu segera dipecah. Kulit buah, plasenta, buah busuk, dan sisa panen dimasukkan ke dalam lubang pada hari panen, kemudian ditutup dengan tanah setebal 20 cm. Kalau hal ini tidak dapat dilakukan, kulit buah dapat dicacah kemudian difermentasi untuk pakan ternak atau pupuk organik.

Pada tanaman yang sudah tertular penyakit, buah busuk harus dibenamkan sedalam 30 cm. Sanitasi dilakukan seminggu sekali. Apabila penularan sudah sampai ke batang, pengendalian dilakukan dengan mengupas kulit batang sampai batang yang sehat, berwarna putih. Luka bekas kupasan dioles dengan ter, TB 192, atau fungisida tembaga dengan konsentrasi 5-10% formulasi. Tanaman yang sudah tertular berat, baik oleh penyakit busuk buah, kanker batang maupun VSD, harus segera dieradikasi.

Secara alami, fluktuasi populasi serangga pada suatu tempat ditentukan oleh organisme lainnya, seperti parasitoid, predator, serangga lain yang dapat berkompetisi atau musuh alami berupa mikroorganisme (jamur, virus, dan bakteri). Apabila salah satu dari faktor tersebut tidak bekerja atau ada gangguan dari luar seperti perubahan iklim atau gangguan manusia, kestabilan ekosistem akan terganggu karena keefektifan kerja organisme tersebut berkurang. Sebagai contoh, perubahan pertanaman polikultur menjadi monokultur umumnya mengurangi sumber makanan bagi parasit atau predator dewasa yang memerlukan nektar sebagai makanannya.

Penggunaan insektisida kimia yang berlebihan dapat membunuh parasit dan predator sehingga pertumbuhan populasi tidak ada yang membatasi. Contoh lainnya adalah pengaruh pemupukan atau pola tanam. Memasukkan tanaman sela kacang-kacangan di antara tanaman jambu mete dapat mengurangi tingkat kerusakan pada pucuk oleh *Helopeltis* sp. dibandingkan dengan jambu mete monokultur (Karmawati *et al.* 2001). Memasukkan tanaman sela pada pertanaman kakao tidak dimungkinkan, kecuali pada tanaman muda yang belum produktif.

Pemanfaatan komponen ekosistem dalam pengendalian PBK dapat dilakukan dengan meningkatkan populasi semut hitam (*Dolichoderus* sp.) dengan menyediakan sarang yang terbuat dari lipatan daun kelapa atau daun kakao dan koloni kutu putih yang merupakan sumber makanan bagi semut hitam. Hasil penelitian See dan Khoo (1996) *dalam* Sulistyowati (2008) menunjukkan bahwa pada kelimpahan semut hitam yang tinggi, serangan PBK hanya sekitar 4%. Namun, pada kelimpahan semut hitam yang rendah, serangan PBK mencapai 67%. Jenis semut yang sama juga dapat mengendalikan *Helopeltis* spp. Pembiakan semut hitam dalam lipatan daun kelapa lebih baik dibandingkan pada daun kakao atau daun pisang. Peran semut hitam dan semut rangrang sebagai predator telah banyak dipelajari pada agroekosistem kelapa, kopi, dan kakao (Way dan Khoo 1992).

http://serverlib/pertanian/

KESIMPULAN DAN IMPLEMENTASI

Kesimpulan

(1) Tanaman kakao menghendaki lingkungan dengan kelembapan yang tinggi dan konstan, pencahayaan maksimal 75%, curah hujan 1.500-2.500 mm/tahun dan merata sepanjang tahun, suhu udara maksimum 30°-32°C dan minimum 18°-21°C.

(2) Ekosistem yang dikehendaki tanaman kakao juga merupakan lingkungan yang optimal bagi perkembangan hama penggerek buah kakao, *Helopeltis* sp., penyakit busuk buah, dan penyakit *vascular streak dieback*.

(3) Pengelolaan lingkungan sangat diperlukan untuk mengendalikan hama penyakit utama kakao, tetapi masih dalam batas toleransi pertumbuhan vegetatif, pembungaan, dan pembuahan.

Implementasi

(1) Pengelolaan lingkungan sekitar pertanaman kakao harus sudah dimulai sejak tanaman masih dalam pembibitan karena tanaman penaung

harus sudah mulai berada di lapangan, baik yang bersifat sementara maupun bersifat tetap, karena tanaman kakao yang masih muda sangat rentan terhadap pencahayaan matahari. Makin dewasa, kerentanan tanaman kakao makin berkurang.

(2) Pemangkasan pertanaman kakao harus dilakukan secara teratur, mulai dari pemangkasan bentuk, pemeliharaan, dan pemangkasan produktif.

(3) Pengelolaan lingkungan, selain untuk mengendalikan hama penyakit juga diharapkan menjadikan lingkungan yang cocok bagi kehidupan musuh alami.

DAFTAR PUSTAKA

Karmawati, E., T.H. Savitri, W.R. Atmadja, dan T.E. Wahyono. 2001. Pengendalian hama terpadu *Helopeltis antonii* pada tanaman jambu mete. Jurnal Penelitian Tanaman Industri 7(1): 1-5.

Karmawati, E., Siswanto, dan E.A. Wikardi. 2004. Peranan semut (*Oecophylla smaragdina* dan *Dolichoderus* sp.) dalam pengendalian *Helopeltis* spp. dan *Sanurus indecora* pada jambu mete. Jurnal Penelitian Tanaman Industri 10(1): 1-7.

Karmawati, E. 2006. Peranan faktor lingkungan terhadap populasi *Helopeltis* spp. dan *Sanurus indecora* pada jambu mete. Jurnal Penelitian Tanaman Industri 12(4): 129-134.

Karmawati, E. 2007. Pengendalian Hama *Helopettis* spp. pada Jambu Mete Berdasarkan Ekologi: Strategi dan implikasi. Orasi Pengukuhan Profesor Riset Bidang Entomologi Pertanian. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian, Jakarta. 72 hlm.

Karmawati, E., Z. Mahmud, M. Syakir, J. Munarso, K. Ardana, dan Rubiyo. 2010. Budidaya dan Pascapanen Kakao. Pusat Penelitian dan Pengembangan Perkebunan, Bogor. 92 hlm.

Sukamto, S. 2008. Pengendalian penyakit. hlm. 154-169. Dalam: T. Wahyudi, T.R. Panggabean, dan Pujiyanto (Ed.). Kakao, Manajemen Agribisnis dari Hulu hingga Hilir. Pusat Penelitian Kopi dan Kakao, Jember.

Sulistyowati, E. 2008. Pengendalian hama. hlm. 138-151. Dalam: T. Wahyudi, T.R. Panggabean dan Pujiyanto (Ed.). Kakao. Manajemen Agribisnis dari Hulu hingga Hilir. Pusat Penelitian Kopi dan Kakao, Jember.

Susilo, A.W., E. Sulistyowati, dan E. Murtihati. 2004. Eksplorasi genotipe kakao tahan hama penggerek buah kakao. Pelita Perkebunan 20(1): 1-12.

Way, M.J. and K.C. Khoo. 1992. Role of ants in pest management. Ann. Rev. Entomol. 37: 479-503.

http://cenrelibpsekmi

Winarno, H. dan S. Sukamto. 1988. Uji laboratorium ketahanan tongkol beberapa hibrida kakao terhadap penyakit busuk buah. Pelita Perkebunan 2(3): 115-119.

Wibawa, A. dan J.B. Baon. 2008. Kesesuaian lahan. hlm. 63-67. Dalam: T. Wahyudi, T.R. Panggabean dan Pujiyanto (Ed.). Kakao. Manajemen Agribisnis dari Hulu hingga Hilir. Pusat Penelitian Kopi dan Kakao, Jember.

http://serverlib/psekp/

Potensi dan Teknologi Pemanfaatan Cacing Tanah sebagai Pakan dan Pupuk Organik

HETI RESNAWATI

Balai Penelitian Ternak
Jalan Banjarwaru, Kotak Pos 221, Bogor 16002
E-mail: heti.resnawati@yahoo.com

ABSTRAK

Berkembangnya industri peternakan berdampak terhadap meningkatnya kebutuhan bahan pakan berkualitas dan bertambahnya limbah ternak yang menimbulkan pencemaran lingkungan. Sistem integrasi budi daya cacing tanah dengan usaha pertanian organik merupakan salah satu alternatif untuk menciptakan pertanian ramah lingkungan. Cacing tanah berpotensi sebagai sumber protein, vitamin, enzim, dan antibakteri, sementara kascing sebagai pupuk organik yang mengandung unsur-unsur yang bersifat biologis dan kimiawi. Teknologi pemanfaatan cacing tanah sudah diaplikasikan dan produk cacing tanah potensial mendukung pengembangan industri pakan, obat-obatan tradisional, farmasi, dan kosmetik. Produk pupuk organik berupa kascing berperan meningkatkan pertumbuhan dan produksi tanaman pangan, hortikultura, perkebunan, dan kehutanan. Program pengembangan agroindustri perlu didukung oleh berbagai kebijakan pemerintah dan kerja sama berbagai pihak untuk memperlancar produksi dan pemasaran.

Kata kunci: cacing tanah, bahan pakan, pupuk organik, potensi, teknologi

http://sehatmanis.com/

PENDAHULUAN

Perkembangan industri peternakan, baik ruminansia maupun nonruminansia, berdampak terhadap peningkatan permintaan bahan pakan, baik kuantitas maupun kualitasnya, serta bertambahnya jumlah limbah ternak yang dapat menimbulkan pencemaran udara dan kontaminasi air tanah. Salah satu alternatif untuk menyediakan bahan baku pakan sumber protein hewani dan mengatasi polusi limbah ternak adalah mengembangkan budi daya cacing tanah.

Cacing tanah sudah sejak lama dikenal masyarakat dengan berbagai istilah, antara lain perut bumi (Yunani), dewa kesuburan (Mesir), dan tilung atau naga tanah (China). Peran cacing tanah dalam menjaga kelestarian lingkungan hidup dan meningkatkan produksi pakan maupun pangan sudah dikenal masyarakat. Beberapa keunggulan cacing tanah adalah memiliki kandungan

protein tinggi, berkisar antara 64-76% dengan komposisi asam-asam amino yang lebih baik dibandingkan dengan tepung ikan dan tepung daging, sehingga dapat mengurangi penggunaan kedua bahan pakan tersebut dalam pakan. Selain itu, cacing tanah mudah dibudidayakan, cepat berkembang biak, dan dapat memanfaatkan berbagai limbah pertanian. Cacing tanah dapat diolah menjadi bahan industri, sementara limbah ternak dapat dikonversi menjadi pupuk organik padat berupa kascing melalui *vermicomposting*. Proses ini merupakan suatu bentuk perubahan bahan organik menjadi kompos yang melibatkan mikroba, dan cacing tanah berperan sebagai perombaknya.

Di Indonesia, penggunaan cacing tanah telah dikenal sejak lama sebagai obat tradisional untuk menyembuhkan berbagai penyakit. Di beberapa tempat di pedesaan, petani biasa memberikan cacing tanah segar untuk pakan unggas, yang menggambarkan bahwa cacing tanah belum dibudidayakan secara komersial dan penggunaannya belum optimal. Pada pertengahan tahun 1980 sudah mulai dilakukan penelitian dan pengkajian cacing tanah sebagai pakan ternak, tetapi tidak berkembang karena belum ada respons yang baik dari masyarakat. Pada tahun 1988, proyek penanggulangan masalah sampah melalui teknologi vermikultur mulai diperkenalkan, tetapi belum berhasil, diduga karena manajemen pengelolaan yang belum profesional. Pada tahun 1977, krisis moneter menyebabkan sektor perunggasan turut terpengaruh, termasuk fluktuasi harga pakan. Selama periode ini, budi daya cacing tanah sebagai usaha alternatif sumber pakan unggas berkembang pesat. Namun, peternak mengalami kerugian karena belum adanya diversifikasi produk cacing tanah dan sosialisasi pemanfaatan kascing sebagai pupuk organik, dan tidak didukung oleh pemasaran yang baik.

Peluang agribisnis cacing tanah ke depan memiliki prospek yang baik secara teknis dan ekonomis. Sementara untuk mengatasi masalah pemasaran dan pascapanen perlu dilakukan kerja sama berbagai pihak terkait, antara lain pemerintah sebagai pembina, peternak cacing tanah sebagai pelaksana usaha, serta perbankan dan koperasi sebagai penyedia permodalan. Dalam tulisan ini diuraikan potensi cacing tanah sebagai bahan pakan dan pupuk organik, beberapa teknologi untuk meningkatkan pemanfaatan cacing tanah, dan kemungkinan pengembangannya di Indonesia.

http://pustaka.deptan.go.id

POTENSI CACING TANAH

Karakteritik dan Kualitas Cacing Tanah

Populasi cacing tanah banyak ditemukan di daerah tropis dan subtropis, yang berjumlah sekitar 3.000 spesies, dan yang paling luas penyebarannya adalah dari famili Lumbricidae. Beberapa jenis cacing tanah yang digunakan dalam *vermicomposting* untuk keperluan komersial adalah *Lumbricus rubellus*, *Eisenia foetida*, *Pheretima asiatica*, dan *Perionyx excavatus* (Catalan 1981).

Cacing tanah *L. rubellus* adalah salah satu spesies untuk produk komersial *waste decomposer*. Keunggulannya antara lain tidak bau, responsif terhadap lingkungan pemeliharaan di luar maupun di dalam ruangan sehingga dapat dijadikan bibit, dapat hidup dalam media sampah atau kotoran hewan, dan cepat menguraikan bahan organik menjadi kompos (Simanjuntak dan Waluyo 1982). Kelemahan cacing tanah *L. rubellus* adalah mudah mengalami kehilangan bobot.

Cacing tanah adalah hewan hermaprodit; setiap individu memiliki kelamin jantan dan betina. Namun untuk terjadinya perkawinan tetap diperlukan kerja sama antara dua individu cacing tanah. Kelamin cacing tanah terdapat di bagian tubuh antara ruas ke-9 hingga ke-15. Keistimewaan hermaprodit adalah setiap individu dapat menghasilkan turunan, berbeda dengan ternak pada umumnya yang hanya betina yang melahirkan anak atau telur (Minnich 1977).

Ciri cacing tanah dewasa atau yang siap melakukan perkawinan adalah terbentuknya klitelum setelah berumur 2,5-3,0 bulan. Cacing tanah kawin dengan cara melekatkan bagian depan (anterior) tubuh dengan posisi saling berlawanan yang diperkuat oleh seta. Pada posisi perkawinan, klitelum masing-masing pasangan cacing tanah akan mengeluarkan lendir yang berfungsi melindungi sel-sel sperma yang dikeluarkan oleh alat kelamin jantan (Rukmana 2003). Bentuk klitelum dan ukurannya berpengaruh terhadap potensi berkembang biak. Menurut Yuliprianto (1994), cacing tanah di daerah subtropis (nonlokal) klitelumnya berbentuk sadell (5-6 segmen), panjang 5,97 cm, bobot 0,43 g, dan lebar 2,9 mm. Cacing tanah daerah tropis (lokal) memiliki klitelum berbentuk cincin dan segmennya tidak jelas, panjang 8,62 cm, bobot 0,42 g, dan lebar 2,1 mm. Klitelum cacing tanah lokal terdapat pada segmen 13-19, mendekati bagian anteriornya, sedangkan klitelum cacing tanah nonlokal terdapat pada segmen 25-31, yang hampir mendekati bagian tengah tubuhnya. Perbedaan sifat-sifat eksternal tersebut menyebabkan potensi perkembangbiakan cacing tanah lokal lebih rendah dibandingkan dengan cacing tanah nonlokal. Namun,

http://sentra.litbang.deptan.go.id/

cacing tanah lokal lebih tahan terhadap lingkungan buruk (Hartenstein 1984; Yuliprianto 1993).

Siklus hidup cacing tanah dibagi dalam empat tahap, yaitu: (1) tahap reproduksi kokon, (2) waktu inkubasi, (3) penetasan, dan (4) pertumbuhan (Lee 1985). Cacing tanah memproduksi telur setiap 7-10 hari dengan hasil 2-20 kokon. Kokon menetas setelah 14-21 hari pada media yang lembap dan suhu 80-85°F. Setiap kokon rata-rata berisi tujuh ekor cacing. Cacing muda yang baru menetas memiliki panjang 0,6 cm dan mencapai dewasa setelah berumur 60-90 hari, yang ditandai munculnya klitelum pada tubuhnya dan dapat bereproduksi kembali (Catalan 1981).

Cacing tanah potensial sebagai sumber bahan pakan karena kandungan zat-zat nutrisinya cukup tinggi. Kandungan protein kasar cacing tanah berkisar antara 59,5% (Wanasurya 1984), 62-64% (Sabine 1981), 64-72% (Simanjuntak dan Waluyo 1982), 72% (Waluyo dan Hidayat 1990), dan 72-84,5% (Rukmana 2003). Menurut Resnawati (2010), kandungan nutrisi cacing tanah *L. rubellus* adalah protein 52%, energi metabolis 4.489 kkal/kg, asam lemak omega-3 1,6-2,5%, dan asam lemak omega-6 2,3-2,9%. Kandungan nutrisi lainnya adalah lemak 7-10%, kalsium 0,6%, fosfor 1,0%, dan serat kasar 1,1% (Palungkun 1999). Kualitas protein ditentukan oleh komposisi asam amino dan rasio asam amino esensial dan nonesensial. Asam amino yang terdapat pada cacing tanah terdiri atas 13 asam amino esensial dan lima asam amino nonesensial yang tidak berbeda dibandingkan tepung daging dan tepung ikan (Tabel 1).

Cacing tanah mengandung asam amino yang lengkap, terutama asam glutamat, leusin, lisin, dan arginin yang lebih tinggi dari tepung ikan, serta triptofan empat kali lebih tinggi dari tepung darah dan tujuh kali lebih tinggi dari hati sapi. Cacing tanah juga mengandung vitamin A dan B, antara lain vitamin B1 0,25 mg dan vitamin B2 2,3 mg/100 mg, serta vitamin D 0,04-0,073% dari bobot basah (Kangmin 2009). Retensi nitrogen cacing tanah segar dan tepung pada ayam broiler umur 5 minggu berturut-turut 2,69 dan 3,08 g/ekor/hari (Resnawati 2003).

Pengolahan (tepung daun segar) dan pemberian cacing tanah (0-15%) berpengaruh nyata terhadap daya cerna bahan kering dan kandungan energi metabolis (Resnawati *et al.* 2001). Tepung cacing tanah mempunyai kandungan asam amino lisin yang lebih tinggi dari tepung daging, sementara kandungan asam amino metionin lebih tinggi dibandingkan dengan tepung daging dan tepung ikan. Ketersediaan kedua asam amino tersebut sering terbatas pada beberapa bahan pakan. Cacing tanah dapat dimanfaatkan sebagai substitusi tepung ikan karena kandungan proteinnya 72% dengan kadar arginin 10,2%, triptofan 4,1%, dan tirosin 3,3% (Waluyo dan Hidayat 1990).

http://cerveninet.id

Tabel 1. Asam amino tepung cacing tanah, tepung daging, dan tepung ikan.

Asam amino	Tepung cacing tanah		Tepung daging	Tepung ikan
	(1)	(2)	(3)	(4)
Esensial				
Arginin	6,94	7,2	6,7	6,5
Sistin	0,82	1,8	1,1	1,1
Glisin	5,48	4,3	4,0	7,2
Histidin	4,32	3,7	2,0	2,5
Isoleusin	4,73	5,2	3,5	6,0
Leusin	8,74	6,4	6,4	8,4
Lisin	8,74	7,2	6,9	10,4
Metionin	1,93	2,0	1,5	3,0
Fenilalanin	4,37	5,0	3,5	4,2
Treonin	5,20	6,1	3,3	4,6
Triptofan	1,24	2,1	0,5	1,1
Tirosin	4,40	4,6	1,6	3,0
Valin	5,14	4,3	4,7	5,7
Nonesensial				
Alanin	5,84	t.a.d	t.a.d	t.a.d
Prolin	3,84	t.a.d	t.a.d	t.a.d
Serin	5,34	t.a.d	t.a.d	t.a.d
Asam glutamat	14,48	t.a.d	14,8	13,8
Asam aspartat	11,38	t.a.d	t.a.d	t.a.d

t.a.d.= tidak ada data
Sumber : (1) Yoshida dan Hoshii (1978);
(2) Ravindran dan Blair (1993);
(3) dan (4) Sabine (1981)

repo.iseverlibrsekp/

Cacing tanah dapat menghambat perkembangan bakteri *Salmonella typhimurium, S. pullorum, Staphylococcus epidermidis, S. agalactiae, S. aureus, Escherichia coli, Bacillus cereus*, dan *Listeria monocytogenes*. Cacing tanah juga mengandung enzim lumbrokinase yang sangat efektif untuk penyembuhan penyakit hipertensi atau hipotensi, asam arakidonat sebagai penurun suhu tubuh yang disebabkan infeksi, serta peroksidase dan katalase yang bermanfaat untuk membantu proses penyembuhan penyakit degeneratif (Poeloengan *et al.* 2001; Kangmin 2009).

Kualitas Kascing

Untuk mengoptimalkan hasil pertanian biasanya digunakan pupuk organik maupun anorganik. Pupuk organik dihasilkan dari proses perombakan

bahan organik oleh sejumlah mikroba atau organisme pengurai. Kemampuan cacing tanah mengurai limbah organik menjadikan cacing tanah sangat potensial sebagai penghasil pupuk organik yang dikenal sebagai kascing (bekas cacing). Kascing adalah kotoran cacing tanah yang bercampur dengan media bekas perkembangbiakannya. Campuran ini mengandung berbagai bahan atau komponen yang bersifat biologis maupun kimiawi yang sangat dibutuhkan tanaman. Kascing yang baik biasanya berwarna hitam atau gelap dan ukuran partikel atau teksturnya halus. Kualitas kascing secara kimiawi didasarkan pada kandungan N, P, K, Ca, Mg, C/N rasio, pH, dan kandungan bahan organik (Mashur 2001).

Vermicomposting merupakan proses dekomposisi limbah organik yang memanfaatkan aktivitas mikroorganisme dan cacing tanah. Cacing tanah yang digunakan untuk *vermicomposting* antara lain adalah *L. rubellus, E. foetida,* dan *P. axcavatus.* Melalui proses *vermicomposting*, penguraian limbah organik dapat dipercepat 2-3 kali dibandingkan dengan mikroorganisme lain (Sihombing 1999).

Produk *vermicomposting* adalah vermikompos atau kascing yang diperoleh dari hasil perombakan bahan organik oleh cacing tanah. Kascing merupakan campuran kotoran cacing tanah dengan sisa media atau pakan dalam budi daya cacing tanah. Produk tersebut merupakan pupuk organik dan memiliki keunggulan dibandingkan dengan kompos lainnya (Mashur 2001). Kascing mengandung berbagai unsur hara yang dibutuhkan tanaman seperti N, P, K, Ca, Mg, S, Fe, Mn, Al, Na, Cu, Zn, Bo, dan Mo, bergantung pada bahan yang digunakan dalam *vermicomposting*.

Secara fisik kascing memiliki tekstur yang remah dan seragam, secara biologis mengandung berbagai mikroorganisme, dan secara kimiawi mengandung unsur hara yang lengkap (Catalan 1981; Scullion dan Malik 2000). Kegunaan kascing antara lain dapat memperbaiki tekstur tanah untuk menahan air, menyediakan nutrisi bagi tananam, meningkatkan jumlah agregat tanah sehingga aerasi tanah menjadi lebih baik, dan menetralkan pH tanah (Syer *et al.* 1979; Yuliprianto 1994). Kascing adalah bahan berbentuk seperti tanah yang merupakan hasil ekskresi dari aktivitas metabolisme cacing tanah sebagai *by product* alami (Syer *et al.* 1979; Catalan 1981). Kascing mengandung berbagai unsur yang bersifat biologis maupun kimiawi yang dibutuhkan untuk pertumbuhan tanaman. Unsur biologis yang terkandung dalam kascing adalah hormon pertumbuhan tanaman, yaitu giberelin, sitokinin, dan auksin (Goddie dan Douglas 1975; Palungkun 1999). Unsur kimiawi pada kascing, berdasarkan beberapa hasil penelitian, ditampilkan pada Tabel 2.

Unsur-unsur yang terdapat pada kascing adalah nutrisi esensial bagi pertumbuhan tanaman. Dalam kascing juga ditemukan banyak mikroba

tanah yang berguna, seperti actinomycetes 2,8 x 10^6 sel/g BK, bakteri 1,8 x 10^8 sel/g BK, dan fungi 2,6 x 10^5 sel/g BK (Tomatti *et al.* 1988). Populasi mikroorganisme pada kascing lebih besar daripada tanah biasa. Tanah yang bercampur kascing mengandung bakteri 3,2 x 10^7 per g tanah, sedangkan tanah tanpa kascing mengandung 6 x 10^6 sampai 9 x 10^6 per g tanah (Edwards dan Lofty 1977). Cacing tanah berpengaruh terhadap ketersediaan mineral dalam tanah. Tanah yang mengandung kascing lebih banyak memiliki unsur mineral (Tabel 3). Berdasarkan sifat kimia dan kandungan unsur hara, terlihat perbedaan antara kascing dan kompos (Tabel 4). Beberapa keistimewaan kascing antara lain dapat memperbaiki tekstur tanah untuk menahan air, menyediakan nutrisi dalam bentuk tersedia bagi tanaman, meningkatkan jumlah agregat tanah sehingga aerasi tanah menjadi lebih baik, dan menetralkan pH tanah (Syer *et al.* 1979).

Tabel 2. Kandungan unsur kimiawi pada kascing.

Unsur kimiawi	Kandungan unsur kima (%)				
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
Nitrogen (N)	0,50-2,00	0,50-0,90	0,45	1,10-4,00	0,36-0,65
Fosfor (P)	0,60-0,68	0,06-0,68	1,43	0,30-3,50	0,10-0,21
Kalium (K)	0,10-1,10	0,10-0,68	0,33	0,20-2,00	0,35-0,70
Karbon (C)	-	-	-	-	52,68-54,90
Rasio C/N	-	-	-	-	83,03-149,50

Sumber: (1) Goddie dan Douglas (1975)
(2) Syer *et al.* (1979)
(3) Catalan (1981)
(4) Palungkun (1999)
(5) Resnawati (2006)

http://perverlib.ekp/

Tabel 3. Kandungan mineral pada tanah yang bercampur kascing dan tanah tanpa kascing.

Mineral	Tanah dengan kascing	Tanah tanpa kascing
Karbon (C), %	5,17	0,24
Ntrogen (N), %	0,35	0,24
Kalsium (Ca), %	1,19	0,88
Magnesium (Mg), %	0,54	0,51
Fosfor (P), ppm	150,00	21,00
Potasium (Pt), ppm	358,00	32,00
pH	7,00	6,40

Sumber: Edwards (1981)

Tabel 4. Perbandingan sifat kimia dan kandungan hara dalam kascing dan kompos.

Parameter	Kascing	Kompos
pH (H_2O)	6,80	6,00
C-organik, %	20,69	25,04
N total, %	1,90	1,19
P tersedia, ppm	33,54	-
P total, ppm	61,42	-
Ca, me/100 g	30,00	10,75
Mg, me/100 g	15,23	3,13
K, me/100 g	10,31	7,26
Na, me/100 g	2,42	5,30
Kapasitas tukar kation (KTK), me/100 g	68,95	35,50
Kejenuhan basa (KB), %	84,00	74,48

Sumber: Rukmana (2003)

INOVASI TEKNOLOGI PEMANFAATAN CACING TANAH

Peternakan cacing tanah telah berkembang pesat di beberapa negara, di mana biomassa cacing tanah digunakan untuk pakan ternak dan ikan serta makanan manusia. Kascing digunakan sebagai pupuk tanaman padi dan sayuran di Filipina dan limbah industri kayu diolah menjadi kascing di Jepang. Cacing tanah dipakai untuk memusnahkan sampah kota di Italia, sebagai campuran bahan makanan di restoran-restoran di Taiwan dan Perancis, serta memperbaiki kesuburan tanah dan padang penggembalaan di Selandia Baru, Australia, dan Amerika Serikat (Minnich 1977; Catalan 1981; Sihombing 1999).

Manfaat cacing tanah dapat ditinjau dari aspek ekonomi, sosial, dan lingkungan hidup. Aspek ekonomi adalah sebagai penghasil bahan baku industri, untuk meningkatkan produksi tanaman, peternakan dan perikanan, usaha agribisnis terpadu, peningkatan gizi masyarakat, dan industri obat tradisional. Aspek lingkungan hidup mencakup bidang pertanian dan agribisnis, penanggulangan sampah, serta rehabilitasi lahan kritis dan bekas pertambangan. Aspek sosial adalah menciptakan lapangan kerja baru, meningkatkan kesejahteraan masyarakat, serta menciptakan iklim yang kondusif bagi dunia usaha yang secara langsung maupun tidak langsung meningkatkan ekonomi nasional (Departemen Pertanian 2000).

Bidang Industri

Sumber protein yang biasa digunakan untuk bahan pakan ternak adalah tepung ikan yang ketersediaannya terbatas. Cacing tanah mempunyai potensi yang tinggi sebagai bahan pakan sumber protein hewani dan dapat mensubstitusi tepung ikan karena kandungan protein cacing tanah lebih tinggi dibanding tepung ikan. Kandungan beberapa asam amino, yakni lisin, sistin, dan triptofan masing-masing 6,77%, 2,29%, dan 1,31% untuk tepung cacing tanah, serta 5,41%, 0,80%, dan 1,22% untuk tepung ikan. Daya cerna tepung cacing tanah lebih dari 80% dan energi metabolis 3.760 kkal/kg (Sugimura *et al.* 1984).

Cacing tanah adalah sumber protein alternatif untuk mensubstitusi tepung ikan dalam ransum unggas. Penggunaan cacing tanah dalam bentuk segar maupun tepung dapat meningkatkan palatabilitas pada ayam (Taboga 1980). Tepung cacing tanah dapat digunakan sebagai pakan ternak 10-25% dalam ransum, bergantung pada jenis ternak. Penggunaan tepung cacing tanah 10% dan 15% dalam ransum broiler sampai umur 8 minggu dapat meningkatkan efisiensi penggunaan ransum sebanyak 13%, dibandingkan dengan penggunaan ransum komersial (Santoso 1989). Sugimura *et al.* (1984) melaporkan bahwa pemberian 6% tepung cacing tanah dalam ransum broiler tidak menunjukkan perbedaan keragaan dibanding tanpa pemberian tepung cacing tanah. Pemberian tepung cacing tanah *L. rubellus* 5-15% tidak nyata meningkatkan bobot badan, konsumsi pakan, rasio konversi ransum, dan organoleptik (Tabel 5). Gandjarnegara (2001) melaporkan

http://servicebiotech.com

Tabel 5. Keragaan ayam broiler yang diberi ransum tepung cacing tanah pada beberapa taraf.

Parameter	Taraf pemberian tepung cacing tanah[1)]			
	0%	5%	10%	15%
Keragaan				
Pertambahan bobot badan (g)	1.400,90	1.412,70	1.397,20	1.401,50
Konsumsi ransum (g)	2.534,70	2.561,60	2.577,30	2.508,40
Konversi ransum	1,81	1,81	1,84	1,79
Uji organoleptik				
Tekstur	4,00	3,04	3,03	2,95
Warna	3,09	3,04	3,03	2,30
Bau	2,07	2,08	2,07	2,04
Rasa	3,03	2,03	3,01	2,67
Keempukan	3,02	3,05	3,05	3,01

[1)] Semua parameter tidak berbeda nyata ($P > 0,05$)
Sumber: Resnawati (2006, 2008)

bahwa pemberian ransum yang mengandung tepung cacing tanah *L. rubellus* 10-15% tidak berpengaruh terhadap konsumsi ransum, pertambahan bobot badan, konversi ransum, dan bobot karkas puyuh (*Coturnix coturnix japonica*) jantan dalam periode pertumbuhan.

Cacing tanah, selain berpotensi sebagai bahan pakan, juga dapat digunakan untuk bahan baku obat-obatan dan kosmetik. Di bidang industri obat-obatan, cacing tanah berguna sebagai obat penurun demam (antipiretik), obat pereda sakit kepala (antipirin), dan penawar racun (antidot). Selain itu, ekstrak cacing tanah berguna untuk penyubur rambut. Di China, cacing tanah sudah lama digunakan sebagai ramuan dalam resep obat-obatan tradisional. Perkembangan teknologi biokimia menggunakan ekstrak cacing tanah sebagai bahan baku obat-obatan (Kangmin 2009).

Kecernaan protein, penampilan dari villi usus, dan aktivitas antibakteri lumbricus dapat ditingkatkan dengan pemberian tepung cacing tanah 1,5% dalam ransum ayam broiler (Julendra *et al.* 2010). Di samping itu, cacing tanah mempunyai daya hambat terhadap aktivitas bakteri *Salmonella pullorum, S. typhi, S. epidermis,* dan *S. agalactiae* pada ayam broiler (Poeloengan *et al.* 2001).

Kandungan protein cacing tanah lebih tinggi dibandingkan dengan daging, sementara kandungan lemaknya 2% lebih rendah, sehingga merupakan salah satu makanan yang cukup baik untuk kesehatan manusia. Beberapa negara bahkan sudah menggunakan cacing tanah sebagai makanan, di antaranya China, Taiwan, Jepang, dan Filipina. Cacing tanah dikonsumsi dalam bentuk jus vermi, perkedel, pasta, burger, spageti, baso, dan berbagai campuran menu makanan lainnya. Di Amerika Serikat, ada sekitar 200 macam produk makanan yang dibuat dari cacing tanah (Kangmin 2009). Dalam jangka panjang, cacing tanah dapat dikembangkan sebagai pakan ternak, diversifikasi makanan berkualitas, bahan baku obat-obatan, dan kosmetik untuk menunjang sektor industri.

Di Indonesia, pemanfaatan cacing tanah sebagai obat tradisional dan makanan perlu dipertimbangkan dari berbagai aspek, yaitu dari segi keamanan dan manfaatnya, biaya produksi yang murah, serta etika, budaya dan agama. Produk obat-obatan dan makanan yang berasal dari cacing tanah perlu memiliki sertifikasi halal dari Majelis Ulama Indonesia dan terdaftar secara resmi di Badan Pengawasan Obat dan Makanan, Kementerian Kesehatan.

http://balitnak.litbang.deptan.go.id/

Kascing banyak mengandung unsur-unsur penting untuk pertumbuhan tanaman, yaitu unsur hara makro dan mikro. Selain itu, dalam kascing terdapat zat perangsang tumbuh (sitokinin 1,05 mg/kg BK dan giberelin 2,75 mg/g BK), asam humat, serta enzim protease, amilase, lipase, dan selulase yang berfungsi dalam perombakan bahan organik (Mustafa 1996). Dikemukakan juga bahwa struktur remah yang dimiliki kascing dapat mempertahankan kestabilan dan aerasi tanah sehingga bakteri aerob yang sangat berperan untuk kesuburan tanah dapat tumbuh dengan baik.

Kascing dapat digolongkan sebagai pupuk organik dan bermanfaat bagi pertanian. Pemberian pupuk organik bertujuan untuk memperbaiki struktur tanah agar menjadi gembur dan terjadi penambahan hara terutama hara makro ke dalam tanah (Permini 1993). Unsur hara makro dalam kascing yaitu N, P, K, Ca, dan Mg dalam bentuk siap diserap tanaman untuk pertumbuhan (Febrisiantosa 2004). Beberapa penelitian menunjukkan bahwa kascing mampu meningkatkan pertumbuhan dan produksi berbagai tanaman. Rumput *Panicum maximum* cv *Purple guinea* yang diberi pupuk organik kascing menunjukkan pertumbuhan dan produksi yang lebih baik selama lima kali pemanenan dibanding rumput dengan pupuk anorganik. Tabel 6 menunjukkan bahwa tinggi rumput, lebar rumput, jumlah rumpun,

http://sitaverlib/pse.id

Tabel 6. Pertumbuhan dan produksi rumput *Panicum maximum* cv *Purple guinea* pada berbagai perlakuan kascing dan pupuk anorganik.

Perlakuan	Pertumbuhan			Produksi	
	TR	LR	JR	BSRR	BKRR
Kascing 20%	56,66-158,33	25,33-105,00	6,00-11,33	18,72-49,88	5,25-13,30
Kascing 40%	69,66-110,00	33,33-133,00	9,33-11,00	37,38-156,87	9,70-37,93
Kascing 60%	63,33-120,00	36,67-105,33	15,00-21,33	55,85-79,29	14,34-20,68
Kascing 80%	79,33-147,33	46,67-133,67	13,00-20,67	65,61-159,05	15,28-38,01
NPK	43,33-123,33	23,33-121,67	8,33-21,33	12,01-139,97	3,52-38,11
Urea 300 kg/ha	36,66-74,33	5,00-85,67	2,33-4,33	3,50-16,88	1,00-4,21
TSP 150 kg/ha	42,00-96,67	6,67-60,33	2,33-3,67	3,56-7,53	1,26-2,40
KCl 150 kg/ha	43,33-76,67	8,33-46,67	2,67-3,67	4,69-8,28	1,89-2,41
Kontrol (100% tanah)	37,66-75,00	10,00-51,00	2,33-3,67	4,20-7,51	1,36-1,85

TR = tinggi rumput; LR = lebar rumput; JR = jumlah rumpun
BSRR = berat segar per rumpun rumput
BKRR = berat kering per rumpun rumput
Sumber: Fanindi *et al.* (2005)

dan produksi rumput yang diberi pupuk organik kascing 40-80% lebih baik dibandingkan dengan yang dipupuk anorganik, NPK, urea, TSP, dan KCl. Hal ini menunjukkan bahwa pupuk kascing dapat menyediakan unsur hara bagi tanaman dalam waktu lebih lama dan menstabilkan agregat tanah yang sangat penting untuk kesuburan tanah. Di samping itu, tanah akan mempunyai drainase dan aerasi yang baik, berfungsi sebagai bahan perekat yang mampu berikatan dengan ion-ion logam dan memiliki kemampuan sebagai bahan penyangga dengan kapasitas pertukaran ion yang tinggi (Asmara dan Enny 2001).

Pemberian pupuk organik kascing, kotoran domba, dan kompos memberikan pertumbuhan rumput yang bervariasi (Tabel 7). Pemberian pupuk organik berupa kompos sisa tanaman menghasilkan hijauan yang lebih banyak dibandingkan dengan pemberian kotoran domba dan kascing. Produktivitas rumput dengan penambahan pupuk organik lebih tinggi dibandingkan dengan tanpa pupuk organik.

Menurut Edwards (1981), pemeliharaan cacing tanah pada tanah yang ditanami berbagai tumbuhan dapat meningkatkan produktivitas. Pada tanaman buncis, produktivitasnya meningkat 291%, kacang hijau 70%, gandum hitam 41%, gandum 201-300%, dan rumput 73-100%. Perbedaan tersebut memberikan gambaran bahwa kualitas dan kuantitas kascing selama proses *vermicomposting* berpengaruh terhadap pertumbuhan dan produksi tanaman.

Produksi Cacing Tanah dan Kascing

Penelitian menunjukkan bahwa potensi produksi cacing tanah dan kascing bervariasi. Biomassa cacing tanah *L. rubellus* pada pemeliharaan selama 90 hari meningkat rata-rata 0,41 g/ekor dengan pemberian pakan ampas tahu (Brata

Tabel 7. Produktivitas hijauan rumput segar rata-rata pada media kascing dan pupuk organik.

Jenis hijauan	Produktivitas (g bobot segar/pot)		
	Kascing	Kotoran domba	Kompos bahan tanaman
Cynodon dactylon	52,64	49,38	118,98
Panicum maximum	13,48	45,30	81,92
Paspalum notatum	7,17	11,42	48,66
Vetiveria zizanioides	5,21	10,23	18,70

Sumber: Purwantari *et al.* (2010)

2003). Selama tiga minggu, pertumbuhan biomassa cacing tanah pada media rumput meningkat 47,5%, sedangkan pada media jerami meningkat 31,8% (Puspitasari 1995) dan pada media feses sapi dalam waktu 22 hari meningkat 79,5% (Waluyo *et al.* 1991). Selama 7 bulan pemeliharaan, dari bobot awal 10 kg dapat dihasilkan 150 kg cacing tanah (Catalan 1981); satu kg cacing tanah dapat menghasilkan 225 kg cacing tanah per tahun (Rukmana 2003); satu kg cacing tanah menghasilkan 1,5 kg cacing tanah dan 4 kg kascing per bulan (Resnawati *et al.* 2002); empat kg cacing tanah dalam waktu 4 bulan menghasilkan 15 kg cacing tanah (Palungkun 1999). Proses *vermicomposting* menurunkan timbunan rata-rata 50% dari bobot timbunan awal. Konversi bobot dari bahan organik yang digunakan cacing tanah sebagai pakan adalah 2:1. Cacing tanah 50 kg mengonsumsi pakan 375 kg bobot kering atau 1.500 kg bobot basah limbah dalam sebulan, dan akan menghasilkan kascing 187,5 kg berat kering (Catalan 1981). Selama pemeliharaan 4 bulan, dari 49 kg bibit cacing tanah dapat dihasilkan 1.200 kg kascing (Palungkun 1999); satu kg cacing tanah dapat menghasilkan 10 kg kascing dalam waktu 2 bulan (Rukmana 2003), dan satu kg cacing tanah menjadi 4 kg kascing dalam waktu sebulan (Resnawati *et al.* 2002).

Potensi produksi dan reproduksi cacing tanah untuk menghasilkan cacing tanah sebagai bahan pakan dan kascing sebagai pupuk organik sangat bervariasi. Hal ini merupakan pertimbangan dalam analisis budi daya cacing tanah untuk memperoleh keuntungan yang maksimal.

http://perverlipan.kp/

KESIMPULAN DAN IMPLIKASI KEBIJAKAN

Kesimpulan

Cacing tanah memiliki potensi memproduksi bahan pakan sumber protein dan pupuk organik sebagai sumber mineral makro dan mikro untuk pertumbuhan tanaman. Teknologi *vermicomposting* dapat meningkatkan pemanfaatan cacing tanah di bidang industri bahan pakan, farmasi, kosmetik, obat-obatan tradisional, dan di bidang pertanian untuk pertanian organik, perikanan, kehutanan, serta pelestarian alam dan lingkungan. Sistem integrasi budi daya cacing tanah dengan pertanian organik diharapkan dapat mendukung pengembangan agroindustri yang berdaya saing.

Implikasi Kebijakan

(1) Program pengembangan sistem integrasi budi daya cacing tanah dengan pertanian organik perlu mendapat dukungan dari berbagai pihak,

terutama pemerintah pusat dan daerah, Kementerian terkait melalui penyediaan modal dengan fasilitas kredit berbunga rendah, diversifikasi inovasi teknologi tepat guna, kelembagaan, dan promosi.

(2) Program kemitraan yang saling menguntungkan antara asosiasi peternak cacing tanah dengan instansi pemerintah, lembaga swadaya masyarakat, koperasi, pengusaha, dan para profesional lainnya perlu direalisasikan dan ditingkatkan.

(3) Program percepatan sosialisasi dan aplikasi penggunaan produk berbahan baku cacing tanah dan pupuk organik secara nasional perlu dilakukan sehingga dapat meningkatkan kesejahteraan masyarakat pertanian.

DAFTAR PUSTAKA

Asmara, A.A. dan R. Enny. 2001. Peran bahan organik terhadap kesuburan tanah. Buletin Ilmiah INSTIPER 8(1): 69-78.

Brata, B. 2003. Pertumbuhan, Perkembangbiakan dan Kualitas Kascing dari Beberapa Spesies Cacing Tanah pada Kondisi Lingkungan yang Berbeda. Skripsi. Institut Pertanian Bogor, Bogor.

Catalan, G.I. 1981. Earthworm, A New Source of Protein. Philippine Earthworm Center, San Juan, Metro Manila.

Departemen Pertanian. 2000. Melalui Vermikultur Menuju Rakyat Sejahtera. Departemen Pertanian, Jakarta.

Edwards, C.A. and J.R. Lofty. 1977. Biology of Earthworms. Vol. 1. Scientific Earthworm Center. Book Worm Publishing Company, South Palmento, Ontario.

Edward, C.A. 1981. Earthworm, soil fertility and plant growth. Proceeding of Workshop on the Role of Earthworm in the Stabilization of Organic Residues. Vol 1. Western Michigan University and Kalamazov Nature Center. Beech Leaf Press, Kalamazov, Michigan.

Fanindi, A., H. Resnawati, dan E. Sutedi. 2005. Evaluasi pertumbuhan rumput *Panicum maximum* cv Purple guinea pada beberapa level pemberian pupuk organik kascing. hlm. 903-909. Prosiding Seminar Nasional Teknologi Peternakan dan Veteriner. Pusat Penelitian dan Pengembangan Peternakan, Bogor.

Febrisiantosa, A. 2004. Pengaruh berbagai nisbah C/N kompos terhadap biokonversi feses sapi potong menjadi biomass cacing tanah *Lumbricus rubellus* dan pupuk organik kascing. Skripsi. Program Sarjana, Universitas Padjadjaran, Sumedang.

http://sitaveribisnis.id/

Gandjarnegara, P. 2001. Pengaruh Pemberian Ransum Mengandung Tepung Cacing Tanah (*Lumbricus rubellus*) terhadap Performans Puyuh (*Cortunix cortunix japonica*) Jantan Periode Pertumbuhan. Skripsi. Fakultas Peternakan, Universitas Padjadjaran, Sumedang.

Goddie, R.E. and D.E. Douglas. 1975. Earthworms for Ecology and Profit. Vol. 1. Bookworm Publishing Company, Ontario, California.

Hartenstein, R. 1984. Rate of production and lose of earthworm biomass in relation to species and size. Soil Biol. Biochem. 16(6): 643-649.

Julendra, H., Zuprizal, and Supadmo. 2010. The effect of using earthworm (*Lumbicus rubellus*) meal addition as growth promoters on protein digestibility and performance of intestinal villi. pp. 72-78. In: Proceeding of 5th International Seminar on Tropical Animal Production, Part I. Faculty of Animal Science, Gadjah Mada University, Yogyakarta.

Kangmin, L. 2009. Vermiculture Industry in Circular Economy. Chinese Academy of Fishery Sciences, Freshwater Fisheries Research No. 9. Shansui West Road, Wuxi.

Lee, K.E. 1985. Earthworms: Their ecology and relationships with soils and land use. Division of Soil Adelaide, Sydney.

Mashur. 1999. Kajian Perbaikan Teknologi Budidaya Cacing Tanah *Eisenia foetida* untuk Meningkatkan Produksi Biomass dan Kualitas Kasting dengan Pemanfaatan Limbah Ternak Sebagai Media. Tesis. Program Studi Ilmu Ternak, Program Pascasarjana, Institut Pertanian Bogor, Bogor.

Minich, J. 1977. The Earthworms Book. How to Raise and Use Earthworms for Your Farm and Garden. Rodale Press, New York.

Mustafa, D. 1996. Kascing Cacing Tanah *(Eisenia foetida* Sav) untuk Perbaikan Beberapa Sifat Fisik Hapludult dari Gajrug serta Pertumbuhan dan Produksi Jagung Semi. Skripsi. Fakultas Pertanian, Institut Pertanian Bogor, Bogor.

Palungkun, R. 1999. Sukses Beternak Cacing Tanah *Lumbicus rubellus*. Penebar Swadaya, Jakarta.

Permini, R.D. 1993. Pengomposan Berbagai Limbah Organik dengan Menggunakan Cacing Tanah. Skripsi. Jurusan Tanah, Fakultas Pertanian Institut Pertanian Bogor, Bogor.

Poeloengan, M., S.M. Noor, H. Hamid, H. Resnawati, dan A.G. Nataamijaya. 2001. Pengaruh cacing tanah *Lumbricus rubellus* terhadap pertumbuhan bakteri *S. typhi*, S. *pullorum, S. epidermis* dan *S. agalactiae* dengan beberapa macam temperatur dan konsentrasi. Media Peternakan, Edisi Khusus, Jurusan Ilmu Nutrisi dan Makanan Ternak Institut Pertanian Bogor, Bogor.

Purwantari, N.D., Sajimin, H. Resnawati, dan T. Herawati. 2010. Seleksi jenis rumput yang toleran terhadap logam berat. hlm. 208-215. Dalam: Prosiding Seminar dan Lakakarya Nasional Ilmu Tanaman Pakan Tropik. Fakultas Peternakan Universitas Udayana, Denpasar, Bali.

Puspitasari, W. 1995. Pengaruh Beberapa Media Terhadap Pertumbuhan dan Perkembangbiakan Cacing Tanah *Eisenia foetida savigny*. Skripsi. Institut Pertanian Bogor, Bogor.

Ravindran, V. and R. Blair. 1993. Feed resource for poultry production in Asia and the Pacific. III. Animal protein source. World's Poult. Sci. J. 49: 230-231.

Resnawati, H., I.A.K. Bintang, dan Haryono. 2001. Energi metabolis dan daya cerna bahan kering ransum yang mengandung berbagai pengolahan dan level cacing tanah (*Lumbricus rubellus*). hlm. 568-573. Dalam: Prosiding Seminar Nasional Teknologi Peternakan dan Veteriner. Pusat Penelitian dan Pengembangan Peternakan, Bogor.

Resnawati, H., T. Murtisari, Nurhayati, dan Sorayah. 2002. Produktivitas kascing dan kualitas cacing tanah *Lumbricus rubellus* pada berbagai media dan pakan. hlm. 298-301. Dalam: Prosiding Seminar Nasional Teknologi Peternakan dan Veteriner. Pusat Penelitian dan Pengembangan Peternakan, Bogor.

Resnawati, H. 2003. Pengaruh pengolahan cacing tanah (*Lumbricus rubellus*) dan kascing terhadap retensi nitrogen dan energi metabolis murni pada ayam jantan. hlm. 387-390. Dalam: Prosiding Seminar Nasional Teknologi Peternakan dan Veteriner. Pusat Penelitian dan Pengembangan Peternakan, Bogor.

Resnawati, H. 2006. The effect of dietary earthworm *Lumbricus rubellus* levels on performance of broiler chicken. pp. 396-400. In: Proceeding of the 4th International Seminar on Tropical Animal Production. Animal Production and Sustainable Agriculture in the Tropic. Part 2. Supporting Papers. Faculty of Animal Science, Gadjah Mada University, Yogyakarta.

Resnawati, H. 2008. Uji organoleptik terhadap daging paha ayam pedaging yang diberi ransum mengandung berbagai taraf cacing tanah (*Lumbricus rubellus*). hlm. 599-603. Dalam: Prosiding Seminar Nasional Teknologi Peternakan dan Veteriner, Bogor, 11-12 November 2008. Pusat Penelitian dan Pengembangan Peternakan, Bogor.

Resnawati, H. 2010. Inovasi Teknologi Pemanfaatan Bahan Lokal Mendukung Pengembangan Industri Ayam Kampung. Orasi Pengukuhan Profesor Riset Bidang Pakan dan Nutrisi Ternak. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian, Jakarta.

http://www.pustaka.litbang.deptan.go.id

Rukmana, R. 2003. Budidaya Cacing Tanah. Cetakan ke-5. Penerbit Kanisius, Yogyakarta.

Sabine, J.R. 1981. Vermiculture as an option for resource recovery in the intensive animal industries. Proceedings of Workshop on the Role of Earthworms in the Stabilization of Organic Residues. Vol. I. Western Michigan University. Biech Lead Press, Kalamazov, Michigan.

Santoso, M. 1989. Limbah Bahan Ransum Unggas yang Rasional. PT Bharata Karya Aksara, Jakarta.

Scullion, J. and Malik. 2000. Earthworm activity affecting organic matter, agregation and microbial activity in soil restored after opencast mining for coal. Soil Biol. Biochem. J. 32: 119-126.

Sihombing, D.T.H. 1999. Satwa Harapan I. Pengantar Ilmu dan Teknologi Budidaya. Cetakan 1. Pustaka Wirausaha Muda, Bogor.

Simanjuntak, A.K. dan D. Waluyo. 1982. Cacing Tanah, Budidaya dan Pemanfaatannya. Penebar Swadaya, Jakarta.

Sugimura, K., E. Hori., Y. Kurihara, and S. Itoh. 1984. Nutritional value of earthworm and grasshoppers as poultry feed. Japan Poult. Sci. 21: 1-7.

Syer, J.K., A.N. Sharpley, and D.R. Keeney. 1979. Cycling of nitrogen by surface-casting earthworms in a pasture ecosystem. Soil Biol. Biochem. J. : 181-185.

Taboga, L. 1980. The nutritional value of earthworms for chickens. British Poult. Sci. 21: 405-410.

http://server.litbang.deptan.go.id

Peranan Varietas Tahan dalam Pengendalian Hama Wereng Coklat pada Padi

ARIFIN KARTOHARDJONO

Balai Besar Penelitian Tanaman Padi
Jalan Raya No 12, Sukamandi, Subang 41256
Email: kartohardjono@yahoo.co.uk

ABSTRAK

Serangan yang ditimbulkan oleh wereng coklat (WCK) pada tanaman padi dapat menggagalkan panen. Upaya pengendalian dengan menggunakan varietas tahan didasarkan pada sifat varietas yang dipilih dan biotipe WCK di lapangan. Dasar sifat ketahanan tanaman terhadap hama atau mekanisme ketahanan terdiri atas preferensi/nonpreferensi (*antixenosis*), antibiosis, toleransi, dan hubungan antara tanaman dengan serangga. Upaya mendapatkan varietas tahan WCK dilakukan melalui hibridisasi, kemudian galur-galur keturunannya diuji ketahanannya terhadap populasi koloni WCK. Penanaman varietas tahan secara terus-menerus dalam jangka waktu lama dapat menyebabkan WCK beradaptasi hingga menimbulkan biotipe baru. Upaya mengatasinya antara lain dengan mengetahui sebaran biotipe dan melakukan persilangan dengan tetua varietas diferensial tahan. Pengendalian dengan varietas tahan dapat dikombinasikan dengan cara pengendalian lainnya, terutama pengendalian hayati.

Kata kunci: padi, inbrida, hibrida, wereng coklat, ketahanan varietas

http://servalitnet.or.id/

PENDAHULUAN

Pertanaman padi di lapangan sering kali diserang oleh organisme pengganggu tanaman (OPT), termasuk wereng coklat (WCK). Wereng coklat merupakan hama utama tanaman padi. Serangannya akan menyebabkan pertumbuhan tanaman tidak sempurna karena hama tersebut menyerang dengan cara mengisap cairan tanaman. Di samping itu, WCK juga berperan sebagai vektor virus kerdil hampa dan kerdil rumput. Pada serangan berat, tanaman akan puso.

Serangan WCK pertama kali dilaporkan pada tahun 1931, pada pertanaman padi di Dramaga, Bogor, kemudian pada tahun 1939 di Mojokerta dan tahun 1940 di Yogyakarta. Sampai tahun 1951, luas area terserang WCK di Jawa berkisar antara 50-150 ha (Suhardjan 1973).

Serangan hebat WCK mulai terjadi pada tahun 1969/1970 di Jawa dan 1972/1973 di Sumatera (Mochida 1979). Pada tahun 1976/1977, lebih dari

450.000 ha tanaman padi terserang WCK dan kerugian yang ditimbulkan mencapai US$100 juta (Oka dan Bahagiawati 1982). Pada tahun 2004-2010, luas serangan WCK rata-rata 43.615 ha dan puso 1.426 ha (Harsono 2010).

Upaya pengendalian WCK dilakukan dengan pendekatan pengendalian hama terpadu (PHT). Sejak tahun 2008, dengan dilaksanakannya sekolah lapang pengelolaan tanaman terpadu (SL-PTT), komponen PHT seperti pengendalian secara fisik, mekanis, kimiawi, hayati, dan budi daya dengan menggunakan varietas tahan hama termasuk ke dalam SL-PTT.

Pertanaman padi terdiri atas berbagai varietas. Tidak semua pertanaman padi dapat diserang WCK karena beberapa varietas padi, khususnya varietas padi diferensial, memiliki sifat tahan WCK. Varietas tahan tersebut jika terserang WCK masih dapat mempertahankan pertumbuhannya sehingga masih dapat diperoleh hasil panen. Karena sifat ketahanan tersebut maka salah satu komponen dalam pengendalian WCK adalah dengan menggunakan varietas tahan.

Ketahanan varietas padi terhadap WCK bersifat genetis sehingga sifat tahan tersebut dapat digunakan untuk merakit varietas unggul tahan terhadap WCK. Peneliti pemuliaan menggunakan varietas/galur padi tahan sebagai tetua sumber gen ketahanan, yang disilangkan dengan tetua lain yang mempunyai sifat-sifat unggul lainnya. Varietas padi tahan WCK telah digunakan pada tahun 1974 di Sumatera Utara dengan menanam varietas PB26 dari IRRI, kemudian disusul PB28, PB30, dan PB4. Varietas tersebut memiliki gen ketahanan WCK biotipe 1 (Oka dan Bahagiawati 1983).

Varietas padi tahan hama adalah varietas yang mampu menghindar, menoleransi atau menyembuhkan diri dari kerusakan yang disebabkan oleh serangan populasi hama yang dapat menyebabkan kerusakan lebih besar pada tanaman lain dari spesies dan kondisi lingkungan yang sama (Kogan 1975). Selanjutnya Kogan (1975) menyatakan bahwa ketahanan tanaman terhadap hama bersifat genetis, diturunkan pada generasi berikutnya. Beberapa sifat tahan hama sangat labil dan fluktuatif karena pengaruh kondisi lingkungan. Mekanisme ketahanan merupakan faktor utama dari ketahanan genetis tersebut. Dalam memilih varietas padi tahan WCK yang digunakan sebagai komponen pengendali, perlu diketahui dasar dari sifat tahan tersebut, yaitu mekanisme ketahanan varietas, serta keadaan populasi WCK di lapangan atau biotipenya.

Makalah ini memberikan gambaran tentang mekanisme ketahanan varietas unggul baru (VUB) padi terhadap WCK, perakitan VUB padi tahan untuk mengatasi serangan WCK, dan penggunaan VUB tahan WCK yang dikombinasikan dengan pengendalian lain, terutama pengendalian hayati sehingga dapat menstabilkan produksi padi.

MEKANISME KETAHANANAN

Pengendalian hama dengan menggunakan varietas tahan didasarkan atas sifat ketahanan tanaman terhadap hama atau mekanisme ketahanan, yang terdiri atas nonpreferensi, antibiosis, toleransi (Painter 1951), dan hubungan antara tanaman dengan serangga. Istilah nonpreferensi oleh Smith (1989) diubah menjadi *antixenosis.*

Antixenosis adalah sifat dari suatu tanaman yang menyebabkan tanaman kurang disukai dibanding tanaman yang lebih disukai serangga. Hal tersebut disebabkan oleh sifat morfologis atau kimia tanaman yang tidak disukai serangga. Sifat morfologis tanaman yang tidak disukai serangga antara lain adalah lapisan epidermis yang tebal, bagian batang atau daun yang berlilin, dan bulu pada tanaman. Adanya sifat-sifat tersebut menyebabkan serangga menghindar dari tanaman. Sifat *antixenosis* terhadap WCK pada 24 jam setelah tanaman diinokulasi belum menunjukkan perbedaan dalam jumlah serangga yang hinggap pada varietas tahan dan rentan. Namun, setelah 48 jam, pada varietas rentan (TN1) terdapat 24,6% WCK yang hinggap, lebih banyak dibanding pada varietas tahan (IR36) yang hanya 3,4% (Kartohardjono 1982). Wereng punggung putih (WPP) juga ditemukan lebih banyak pada varietas rentan (TN1) (13,5 ekor) dibanding pada varietas tahan Rathu Henathi dan B 4032d-Mr-1-3-1 (1,0 dan 2,5 ekor) (Kartohardjono 1988). Tanaman oleh serangga digunakan sebagai tempat untuk hidup, berkembang biak, bertelur, makan, dan berlindung. Pada varietas rentan (TN1) ditemukan jumlah telur WPP yang lebih banyak (36,8 butir) dibanding pada varietas tahan Rathu Henati dan B 4032d-Mr-1-3-1 (11,2 dan 13,0 butir) (Kartohardjono 1988). Pengisapan cairan makanan oleh WPP pada varietas rentan TN 1 lebih besar (1,08 mg) dibanding pada varietas tahan Colombo dan B 4032d-Mr-1-3-1 (0,37 dan 0,06 mg) (Kartohardjono 1988). Pengisapan cairan tanaman oleh WCK biotipe 1, 2 dan 3 pada varietas padi rentan (TN1, Pelita, dan IR26) relatif tinggi, berturut-turut 667-999 mm^2, 492-710 mm^2, dan 810-897 mm^2 dan relatif rendah pada varietas tahan (PTB 33, IR74, dan RH), yaitu berturut-turut 64-106 mm^2, 45-56 mm^2, dan 99-166 mm^2 (Rahmini *et al.* 2011).

Antibiosis tanaman padi terhadap hama ditandai oleh adanya bahan pada tanaman sehingga hama tersebut tidak dapat berkembang. Pengaruh antibiosis pada WCK tampak pada tanaman umur 30, 60, dan 90 hari setelah tanam pada varietas tahan (IR36) dengan jumlah serangga yang lebih sedikit (51-78 ekor) dibanding pada varietas rentan (TN1) yang berjumlah 562-769 ekor, demikian pula WCK yang hidup pada varietas uji (75-95%). Namun, pada 10 hari setelah inokulasi, pada varietas tahan (IR36) ditemukan 40% WCK yang hidup, lebih rendah dibanding pada varietas rentan (TN1) dengan jumlah WCK yang hidup 88%. Demikian pula WPP pada varietas rentan (TN1) ditemui 368 ekor, sedang pada varietas tahan (Colombo) hanya 9,3

ekor (Kartohardjono 1988). Sifat antibiosis dari ketahanan suatu varietas ditandai oleh kandungan senyawa kimia (allomones atau kairome) yang merupakan nutrisi dasar yang bersifat toksik terhadap serangga. Pengamatan Ardiwinata *et al.* (1991) menunjukkan bahwa varietas tahan (IR42) mengandung asam amino, khususnya glutamat yang lebih banyak dibanding varietas rentan (Pelita).

Toleransi adalah kemampuan tanaman untuk menyembuhkan bagian tanaman yang terserang hama. Tanaman yang bersifat toleran akan memberikan hasil yang lebih besar dibanding tanaman yang tidak toleran (Smith 1989). Sifat toleransi terhadap WCK pada varietas tahan ditandai oleh perubahan warna tanaman menjadi kuning dan layu yang lebih lambat dibanding pada varietas rentan (Qiu *et al.* 2011).

PERAKITAN VARIETAS TAHAN

Masalah yang dihadapi dalam upaya peningkatan produksi padi antara lain adalah serangan hama WCK. Pengendalian dengan menggunakan varietas tahan didasarkan pada sifat-sifat ketahanan yang dimiliki oleh varietas, termasuk gen tahan. Qiu *et al.* (2011) mengemukakan, sifat ketahanan varietas/galur padi terhadap WCK diperoleh dengan melakukan pengujian massal pada tanaman muda, indikasi sifat tahan yang dilengkapi dengan mengetahui mekanisme ketahanan, yaitu antibiosis diamati dari ekskresi *honey dew* (embun jelaga), daya ketahanan hidup, dan munculnya nimfa. Di samping itu, sifat toleransi tanaman dapat diketahui dari lambatnya periode tanaman menjadi layu. Berdasarkan sifat genetik tanaman, varietas padi memiliki gen sebagai sumber ketahanan. Beberapa varietas padi yang digunakan sebagai sumber ketahanan terhadap WCK disajikan pada Tabel 1 (Suwito *et al.* 1983).

Tabel 1. Varietas padi yang memiliki gen tahan terhadap wereng coklat.

Varietas	Gen
TN1, Pelita I-1, PB5, C4-63	-
Mudgo, CO22, MTU15, MGL2, Balamawee, Sudurvi	Bph 1
ASD7, PTB18, CR94-13, H105, Sinna Karuppan, H5	bph 2
Rathu Heenati, PTB19, Horana Mawee, Muthumanikam	Bph 3
Babawe, Gambada Samba, Sotel Sumba, Sulai	bph 4
PTB33, Sinna Sivapu, PTB21, Sudu Hondarawala	a

a = dua pasang gen yang belum diidentifikasi.

Padi Inbrida

Serangan WCK ditemui di berbagai agroekosistem pertanaman padi, yaitu lahan irigasi, tadah hujan, dan rawa. Sifat ketahanan padi terhadap WCK dirakit sesuai dengan agroekosistem tersebut. Perakitan dilakukan pada padi tipe baru, yaitu padi yang mempunyai batang pendek dan kuat, jumlah anakan sedikit (8-10 batang) tetapi semua produktif, jumlah gabah per malai 200-250 butir, bobot 1.000 gabah bernas 25 g, daun tegak berwarna hijau tua, dan sistem perakaran banyak dan dalam (Abdullah 2008). Sejak 2007 sampai 2009 telah diuji 635 galur padi tipe baru dan telah dihasilkan varietas tahan WCK, di antaranya Inpari 1.

Dengan berkembangnya varietas padi dan adanya padi fungsional, yaitu padi yang bukan saja berperan sebagai sumber energi dan gizi, tetapi juga mengandung komponen aktif dengan fungsi fisiologis yang bermanfaat bagi kesehatan, telah dilakukan perakitan varietas dimaksud. Sejak 2010 sampai 2011 telah diuji 629 galur padi fungsional dan telah dihasilkan varietas tahan antara lain Inpari 17, Inpari 18, dan Inpari 19 (Suprihatno *et al.* 2009).

Pada padi lahan rawa, sifat tahan yang dikembangkan tidak hanya untuk WCK, tetapi juga penyakit blas dan hawar daun bakteri (HDB). Sifat ketahanan tersebut diturunkan dari induk persilangannya. Galur yang diuji memiliki induk persilangan dari berbagai sumber ketahanan dan galur keturunannya diseleksi terhadap beberapa sifat yang terpilih, khususnya ketahanan terhadap WCK, HDB, dan blas.

Sejak tahun 2007 sampai 2011 telah diuji 891 galur terhadap WCK dan varietas yang memiliki sifat tahan WCK yaitu Inpara 3 (Suprihatno *et al.* 2009). Teknologi mutakhir, seperti marka molekuler, dapat digunakan dalam pemuliaan varietas tahan WCK. Dengan bantuan marka molekuler, sebagian besar gen tahan telah dipetakan letaknya pada kromosom padi tahan WCK (Bahagiawati 2011).

Padi Hibrida

Keunggulan padi hibrida adalah memiliki daya hasil 10-25% lebih tinggi dibanding padi inbrida yang ada pada saat ini (Satoto *et al.* 2008). Varietas unggul padi hibrida (VUH) yang dilepas di Indonesia dirakit dengan menggunakan sistem tiga galur, yaitu galur mandul jantan (GMJ atau CMS = *cytoplasmic male sterility* atau galur A), galur pelestari (*maintener* atau galur B), dan tetua jantan yang sekaligus berfungsi sebagai pemulih kesuburan (*restorer* atau galur R). Beberapa varietas padi hibrida memberikan hasil yang lebih tinggi dibanding varietas inbrida, meskipun dengan budi daya yang lebih intensif (Satoto *et al.* 2009). Faktor genetis, keragaman, dan

ketidakstabilan hasil padi hibrida terkait dengan kesesuaian agroklimat, agronomis, serta gangguan hama dan penyakit. Faktor selanjutnya adalah risiko gangguan hama dan penyakit (Satoto *et al.* 2008).

Heterosis (vigor hibrida) tidak membuat padi hibrida lebih atau kurang tahan dibanding tetuanya. Galur-galur harapan yang telah homogen dan homozigot dari perakitan padi inbrida dan kombinasi hibrida unggul hasil perakitan padi hibrida, telah diuji untuk mendapatkan varietas unggul padi hibrida tahan WCK. Sejak tahun 2009 sampai 2011 telah diuji 747 galur padi hibrida dan telah dihasilkan varietas padi hibrida tahan WCK, yaitu Hipa 12, Hipa 13, Hipa 14 SBU, Hipa Jatim 1, Hipa Jatim 2, dan Hipa Jatim 3 (Suprihatno *et al.* 2009).

Adaptasi Serangga terhadap Varietas Tahan

Penanaman varietas unggul baru tahan WCK secara luas dan terus-menerus menyebabkan suatu populasi WCK dapat beradaptasi dan berkembang biak dengan cepat pada varietas tersebut sehingga suatu saat varietas tahan akan patah ketahanannya (Baehaki 2005). Varietas-varietas baru yang tahan atau patah ketahanannya terhadap suatu biotipe WCK akan membawa konsekuensi terhadap pola tanam petani. Untuk mengatasi masalah tersebut, sifat ketahanan tanaman harus dapat bertahan lama (Oka dan Bahagiawati 1991). Agar varietas tidak cepat rentan terhadap WCK maka perlu diketahui biotipe WCK yang ada di lapangan dan varietas yang ditanam petani. Pengamatan pada tahun 2006 terhadap populasi WCK di Pamanukan pada varietas padi diferensial (TN1, IR26, IR42, ASD7, Babawe, Rathu Henathi, dan PTB 33) dibandingkan dengan populasi biotipe 3 (dari rumah kaca pada IR42) menunjukkan terjadinya perubahan populasi WCK dari biotipe 2 ke biotipe 3 (Trisnaningsih dan Kartohardjono 2008). Pada tahun 2008 diamati populasi WCK koloni IR64 dibandingkan dengan biotipe 3 (IR42) pada uji ketahanan terhadap varietas diferensial (PTB33, Rathu Henathi, Babawe, Mudgo, ASD7, IR64, IR26, dan IR42) dan perkembangan populasinya. Berkembangbiaknya koloni WCK pada varietas IR64 menunjukkan bahwa koloni tersebut membentuk biotipe baru (Kartohardjono *et al.* 2009).

Hasil evaluasi biotipe pada tahun 2006 menunjukkan bahwa biotipe WCK di Jawa Barat (Subang, Indramayu, Cirebon), Jawa Tengah (Demak, Kudus, Pati), Jawa Timur (Lamongan, Tuban), Sulawesi Selatan (Maros), Sumatera Selatan (OKU) masih tetap biotipe 3. Namun di Sumatera Utara (Asahan) terdapat campuran biotipe 3 dan 4. Pengujian pada tahun 2007 menunjukkan bahwa di Jawa Barat (Cianjur), Jawa Tengah (Pati, Kudus, Klaten), DI Yogyakarta (Bantul dan Kulon Progo), dan Jawa Timur (Ngawi) telah berkembang WCK biotipe 4 (Baehaki dan Widiarta 2008).

PENGGUNAAN VARIETAS TAHAN

Penggunaan varietas tahan akan berpengaruh terhadap perkembangan hama dan lingkungannya, terutama dalam hubungan dengan musuh alaminya yang berperan dalam pengendalian secara hayati.

Hubungan Varietas Tahan dengan Hama

Wereng coklat dewasa memiliki dua bentuk sayap, yaitu makroptera dan brakiptera. Ketahanan varietas berpengaruh terhadap terbentuknya sayap tersebut. Pada makroptera, sayap digunakan untuk terbang mencari area pertanaman padi baru, sedangkan brakiptera digunakan sebagai adaptasi untuk reproduksi (perkembangbiakan di pertanaman). Pada beberapa serangga, polimorfisme sayap sebagian dikendalikan oleh faktor genetis, seperti pada WCK. Selain pengaruh genetis, faktor lingkungan juga berperan penting dalam pembentukan sayap makroptera (Yamada 1990).

Pengamatan pada varietas rentan (TN1, IR 42, dan IR 64) yang diinokulasi 10 pasang WCK biotipe 3 menemukan 704-1.263 ekor serangga dewasa keturunan dengan perbandingan 90-92% brakiptera dan 8-10% makroptera. Pada varietas tahan (Ptb 33 dan Inpari 13) dengan perlakuan sama dijumpai 13-92 ekor serangga dewasa dengan perbandingan 76-78% brakiptera dan 22-24% makroptera (Ratna *et al.* 2011). Pada varietas rentan, brakiptera akan lebih banyak terbentuk dan WCK akan lebih banyak meletakkan telur dan mengisap cairan sehingga tanaman cepat layu. Saxena *et al.* (1981) mengemukakan bahwa kemunculan makroptera lebih banyak pada tanaman tua dibanding pada tanaman muda dan lebih banyak pada tanaman sakit dibanding pada tanaman sehat

Hubungan Varietas Tahan dengan Lingkungan

Hubungan varietas tahan dengan lingkungannya terutama terjadi dengan musuh alami yang berupa predator. Wereng coklat memiliki beberapa predator. Dengan digunakannya varietas tahan sebagai agen pengendali maka pengaruhnya dalam pengendalian hayati akan kompatibel. Pada tahun 1981, pengamatan terhadap populasi WCK dan predatornya (*Lycosa pseudoannulata, Callitrichia formosana,* dan *Cyrtorhinus lividipennis*) pada varietas tahan dan varietas rentan menunjukkan bahwa perbandingan WCK dan predator pada varietas tahan lebih rendah dibanding pada varietas rentan. Di samping itu, pemangsaan predator pada varietas tahan lebih tinggi dibanding pada varietas rentan (Kartohardjono 1982). Predasi predator (*L. pseudoannulata* dan *C. lividipennis)* juga lebih tinggi pada varietas tahan. Pada gabungan antara varietas agak tahan dengan predator (*L.*

pseudoannulata dan *C. lividipennis)*, populasi WCK di bawah nilai ambang ekonomi (Smith 1989).

Pengamatan terhadap WPP pada tahun 1984/1985 di Bogor menunjukkan bahwa perbandingan antara WPP dan *Cyrtorhinus* pada varietas tahan (Colombo) lebih rendah dibanding pada varietas rentan (TN1) (Kartohardjono 1990). Di Bojongsari, Purwokerto, pada tahun 1987/1988 perbandingan WCK, *Lycosa, Paederus,* dan *Cyrtorhinus* pada varietas rentan (Pelita) lebih tinggi dibanding pada varietas tahan (IR64) (Kartohardjono 1990). Demikian pula pengamatan pada tahun 2005 di Ciberes, Subang, pada pertanaman padi golongan air III, perbandingan WCK dan *Cyrtorhinus* pada varietas padi tahan IR74 dan BP360 lebih rendah dibanding pada varietas rentan IR64 dan Muncul (Munawar dan Baehaki 2010).

KESIMPULAN DAN SARAN

(1) Upaya mengatasi serangan WCK dengan membentuk persilangan dengan varietas induk diferensial baru diperlukan untuk menghasilkan varietas baru yang tahan.

(2) Penanaman varietas tahan secara terus-menerus dalam beberapa tahun dapat menurunkan sifat ketahanan hingga akan terbentuk WCK botipe baru.

(3) Cara pengendalian dengan menggunakan varietas tahan yang digabungkan dengan cara pengendalian lain seperti penggunaan musuh alami dapat lebih menekan populasi WCK.

(4) Untuk mengatasi serangan WCK perlu digunakan varietas tahan yang sesuai dengan lingkungan setempat.

(5) Varietas tahan yang digunakan agar disesuaikan dengan populasi koloni WCK di lokasi tersebut.

(6) Perlu dilakukan pengujian untuk mendapatkan varietas tahan baru guna mengantisipasi timbulnya WCK biotipe baru.

DAFTAR PUSTAKA

Abdullah, B. 2008. Perakitan dan pengembangan varietas padi tipe baru. hlm. 67-89. Dalam: A.A. Daradjat, A. Setyono, A.K. Makarim, dan A. Hasanuddin (Ed.). Padi. Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanaman Pangan, Bogor.

Ardiwinata, A.N., A.H. Bahagiawati, dan M. Iman. 1991. Komposisi asam amino dalam batang padi, wereng batang coklat (*Nilaparvata luge*ns Stal) dan cairan ekskretanya. hlm. 180-197. Dalam: Kumpulan Makalah

Seminar Hasil Penelitan Tanaman Pangan, Balai Penelitian Tanaman Pangan Bogor, 19-20 Februari 1991.

Baehaki, S.E. dan I.N. Widiarta. 2008. Hama wereng dan cara pengendaliannya pada tanaman padi. hlm. 347-383. Dalam: A.A. Daradjat, A. Setyono, A.K. Makarim, dan A. Hasanuddin (Ed.). Padi. Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanaman Pangan, Bogor.

Bahagiawati, A.H. 2011. Kontribusi Teknologi Marka Molekuler dalam Pengendalian Wereng Coklat. Orasi Pengukuhan Profesor Riset Bidang Bioteknologi Pertanian, Bogor 11 Oktober 2011. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian, Jakarta. 58 hlm.

Harsono, A. 2010. Status dan prakiraan serangan wereng batang coklat (WBC) MT 2010/2011. Seminar Wereng Batang Coklat, Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanaman Pangan, Bogor, 30 Agustus 2010.

Kartohardjono, A. 1982. Integration of Some Arthropod Predators and Varietal Resistance for the Control of the Brown Planthopper, *Nilaplarvata lugens* Stal. MSc Thesis UPLB. 132 pp.

Kartohardjono, A. 1988. Study on whitebacked planthopper (WBPH) *Sogatella furcivera* (Horvath) on rice plant and its control. pp. 63-69. In: Proceedings of the Symposium on Pest Ecology and Pest Management, Bogor, Indonesia, 9-11 April 1985. SEAMEO-BIOTROP, Bogor.

Kartohardjono, A., B. Abdullah, dan E.S. Ratna. 2009. Ketahanan varietas padi terhadap wereng coklat. Makalah Seminar Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanaman Pangan, Bogor, 10 Desember 2009. 14 hlm.

Kogan, M. 1975. Plant resistance in pest management. In: R.L. Metcalf and W.H. Luckman. Introduction to Insect Pest Management. John Wiley and Sons, New York.

Mochida, O. 1979. Brown planhopper reduce rice production. Indones. Agric. Res. Dev. J. 1 (1 and 2): 2-7.

Munawar, D. dan S.E. Baehaki. 2010. Populasi perkembangan wereng pada padi hibrida dan padi tipe baru di berbagai golongan tanam. hlm. 63-83. Dalam: Prosiding Seminar Nasional PEI V, Cibinong, Bogor, 18 Maret 2008.

Oka, I.N. dan A.H. Bahagiawati. 1982. Perkembangan biotipe baru wereng coklat *N. lugens* di Sumatera Utara. Seri Makalah Peneliti No 1. Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanaman Pangan, Bogor. 5 hlm.

Oka, I.N. dan A.H. Bahagiawati. 1983. Wereng coklat dan pengendaliannya dalam perspektif. hlm. 87-101. Dalam: Risalah Lokakarya Penelitian Padi, Cibogo, Bogor, 22-24 Maret 1983.

http://cybex.pertanian.go.id/

Oka, I.N. dan A.H. Bahagiawati. 1991. Pengendalian hama terpadu. hlm. 653-680. Dalam: Padi, Buku 3. Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanaman Pangan, Bogor.

Painter, R.H. 1951. Insect Resistance in Crop Plants. The MacMillan Co., New York. 520 pp.

Qiu, Y., J. Guo, S. Jing, M. Tang, L. Zhu, and G. He. 2011. Identification of antibiosis and tolerance in rice varieties carrying brown planthopper resistance genes. Entomologia Experimentalis et Applicata141: 224-231.

Rahmini, E.S. Ratna, dan A. Kartohardjono. 2011. Pola aktivitas makan tiga biotipe wereng batang cokelat pada tanaman padi. Makalah pada Seminar PEI Cabang Bandung, 16 Februari 2011.

Ratna, E.S., W. Fitriningtyas, Rahmini, dan A. Kartohardjono. 2011. Pengaruh varietas unggul baru terhadap perkembangan wereng coklat brakiptera dan makroptera biotipe 2 dan 3. Makalah pada Seminar PEI Cabang Bandung, 16 Februari 2011. 14 hlm.

Satoto, B. Sutaryo, dan B. Suprihatno. 2008. Prospek pengembangan padi hibrida. hlm. 29-65. Dalam: A.A. Daradjat, A. Setyono, A.K. Makarim, dan A. Hasanuddin (Ed.). Padi, Buku 2. Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanaman Pangan, Bogor.

Satoto, Sudibyo, T.W. Utomo, M. Direja, dan T.S. Kadir. 2009. Perbaikan ketahanan padi hibrida terhadap penyakit hawar daun bakteri. hlm. 295-306. Dalam: Prosiding Seminar Nasonal Padi 2008. Buku I. Balai Besar Penelitian Tanaman Padi, Sukamandi.

Saxena, R.C., S.H. Okech, and N.J. Liquido. 1981. Wing morphism in the brown planthopper, *Nilaparvata lugens*. Insect Sci. Appli. 1(4): 343-348.

Smith, C.M. 1989. Plant Resistance to Insect. John Wiley and Sons. 286 pp.

Suhardjan, M. 1973. Observation on leaf and planthopper on rice in West Java. Contr. Central Res. Inst. Agric. 3: 1-10.

Suprihatno, B., A.A. Daradjat, Satoto, S.E. Baehaki, Suprihanto, A. Setyono, S.D. Indrasari, M.Y. Samaullah, dan H. Sembiring. 2009. Deskripsi Varietas Padi. Balai Besar Penelitian Tanaman Padi, Sukamandi. 105 hlm.

Suwito, T., Z. Harahap, dan Suwarno. 1983. Pembentukan varietas padi unggul tahan wereng coklat. hlm. 103-110. Dalam: Risalah Lokakarya Penelitian Padi, Cibogo, Bogor, 22-24 Maret 1983.

http://pustaka.litbang.deptan.go.id/

Trisnaningsih dan A. Kartohardjono. 2008. Pengujian ketahanan wereng batang cokelat populasi lapangan, Pemanukan dibanding populasi biotipe. hlm. 95-99. Dalam: Prosiding Simposium Nasional PEI Cabang Bandung, Sukamandi,10-11 April 2007.

Tyamada, S. 1990. The relation of adult wing-form in the brown planthopper, *Nilaparvata lugens* Stal. (Homoptera: Delphacidae) to wing-pad length of last instar nymphs. Appl. Entomol. Zool. 25(4): 439-446.

http://serverlib/psekp/

Keamanan Pangan Asal Ternak Ditinjau dari Rantai Pangan dan Budi Daya di Tingkat Peternak

SJAMSUL BAHRI

Pusat Penelitian dan Pengembangan Peternakan
Jalan Raya Pajajaran Kav. E-59, Bogor 16151
E-mail: bahri_sjamsul@yahoo.co.id

ABSTRAK

Pangan asal ternak diperlukan sebagai sumber gizi utama bagi manusia, tetapi dapat membahayakan kesehatan apabila tidak aman dikonsumsi. Berbagai dampak negatif pangan asal ternak yang tidak aman antara lain adalah penyakit sapi gila (BSE) di Eropa, penyakit virus nipah di Malaysia, cemaran *Salmonella* di Inggris, penyakit antraks di Indonesia, dan cemaran dioksin di Belgia. Untuk menghasilkan pangan asal ternak yang aman perlu mengikuti proses yang menyertainya, mulai dari budi daya/pemeliharaan di peternakan (*farm*) sampai di piring konsumen (*from farm to fork*), di mana tahap kritisnya terdapat pada proses pemeliharaan di peternakan. Pengawasan yang ketat harus dilakukan pada titik kritis dari setiap tahap rantai pangan tersebut dengan menerapkan prinsip *Hazard Analysis Critical Control Points* (HACCP). Titik kritis yang penting adalah pada tahap pemeliharaan (budi daya) di peternakan di mana faktor pakan, pemakaian obat hewan dan bahan kimia, cemaran pada air, tanah dan lingkungan, serta pemeliharaan kesehatan dan kesejahteraan hewan harus diikuti sesuai ketentuan dan diawasi dengan sungguh-sungguh. Upaya ini perlu didukung oleh sistem identifikasi dan registrasi pada ternak dan peternakan sehingga bila terjadi permasalahan pada pangan asal ternak dapat ditelusuri. Patogen penting yang perlu diperhatikan terkait dengan keamanan pangan asal ternak adalah kuman *Salmonella*, antraks, *Clostridium*, dan *Escherichia coli* serta cemaran mikotoksin, pestisida, dan obat hewan.

Kata kunci: protein hewani, pangan asal ternak, keamanan pangan, budi daya

PENDAHULUAN

Produk ternak dibutuhkan sebagai sumber gizi utama dalam pertumbuhan dan kehidupan manusia, tetapi produk tersebut tidak berguna dan membahayakan kesehatan apabila tidak aman. Oleh karena itu, keamanan produk ternak (pangan asal ternak) merupakan suatu keharusan sebagai persyaratan yang tidak dapat ditawar lagi. Bahan pangan asal ternak yang tidak memenuhi persyaratan mutu dan keamanan, tidak hanya menyebabkan gangguan kesehatan, tetapi juga memengaruhi pertumbuhan

fisik dan kecerdasan masyarakat yang mengonsumsi pangan tersebut, bahkan dapat menyebabkan kematian. Dengan adanya tuntutan kualitas hidup dan kehidupan yang semakin meningkat, pembangunan peternakan tidak hanya dituntut untuk meningkatkan kuantitas pangan, tetapi juga dapat menyediakan bahan pangan asal ternak yang berkualitas dan aman bagi konsumen. Keadaan ini diperkuat dengan diundangkannya UU No. 8/1998 tentang Perlindungan Konsumen maupun UU No. 18/2009 tentang Peternakan dan Kesehatan Hewan.

Kasus penyakit sapi gila (*mad cow*) di Inggris dan beberapa negara Eropa lainnya pada tahun 1990-an, cemaran dioksin pada produk asal ternak di Belgia dan Belanda pada tahun 1999, serta kasus penyakit antraks pada domba dan kambing di Bogor pada tahun 2001, kasus antraks pada kuda dan sapi di Gowa Sulawesi Selatan pada tahun 2008, dan kasus antraks di Jawa Tengah pada tahun 2011, menggambarkan betapa pentingnya masalah keamanan pangan asal ternak karena tidak hanya berdampak terhadap kesehatan manusia (konsumen), tetapi juga perdagangan dan perekonomian negara (Darminto dan Bahri 1996; Putro 1999; Sitepu 2000; Noor *et al.* 2001; Alfinus *et al.* 2008; Djoko 2011). Oleh karena itu, topik keamanan pangan asal ternak diangkat dalam tulisan ini.

http://serealib/pse

PROTEIN HEWANI DAN PEMBANGUNAN SUMBER DAYA MANUSIA

Indeks Pembangunan Manusia (IPM) antara lain digunakan untuk mengklasifikasi apakah suatu negara masuk kategori maju, berkembang atau terbelakang. Penetapan IPM didasarkan pada perbandingan tingkat harapan hidup, melek huruf, pendidikan, dan standar hidup yang terkait dengan tingkat pendapatan per kapita/produk domestik bruto dan daya beli. Berdasarkan data tahun 2011, IPM Indonesia berada pada urutan ke-124 dari 187 negara, atau termasuk ke dalam kategori negara berkembang dengan nilai IPM 0,617 yang berada pada kelompok sedang. Secara keseluruhan, IPM memiliki keterkaitan dengan kebijakan ekonomi suatu negara terhadap kualitas hidup rakyatnya.

Sementara itu diketahui terdapat hubungan antara tingkat konsumsi protein hewani dengan tingkat harapan hidup, kualitas hidup, dan pendapatan masyarakat suatu negara. Sebagaimana diketahui, protein hewani mempunyai komposisi asam amino yang lengkap yang dibutuhkan untuk pembentukan protein sel-sel organ tubuh, terutama pada anak balita, di mana proses perkembangan otak dan organ tubuh lainnya sangat memerlukan asupan asam-asam amino tersebut. Oleh karena itu, protein hewani penting dalam membentuk kecerdasan, mempertahankan stamina

tubuh, mempercepat regenerasi sel-sel tubuh, dan memelihara sel darah merah. Protein hewani memiliki nilai hayati yang relatif tinggi. Hampir semua bahan pangan asal ternak mempunyai nilai hayati di atas 80, yang menggambarkan banyaknya unsur N dari suatu protein dalam bahan pangan tersebut yang dapat dimanfaatkan tubuh untuk membentuk protein.

Rumusan Seminar Nasional Peranan Protein dalam Pembangunan Bangsa yang diselenggarakan oleh Institut Pertanian Bogor (IPB) pada tahun 1982 juga mengemukakan bahwa protein hewani (pangan asal ternak) sangat dibutuhkan tubuh, baik sebagai protein fungsional maupun pembangun struktur (pertumbuhan), terutama pada anak balita, di mana laju pertumbuhan dan pengembangan sel-sel otaknya sangat tinggi. Protein hewani mengandung asam-asam amino yang lebih mendekati susunan asam amino yang dibutuhkan manusia sehingga akan lebih mudah dicerna dan lebih efisien pemanfaatannya (Tim Protein IPB1982).

Pengertian Pangan Asal Ternak

Pengertian pangan dalam UU No. 7/1996 adalah segala sesuatu yang berasal dari sumber hayati dan air, baik yang diolah maupun tidak diolah, yang diperuntukkan sebagai makanan atau minuman bagi manusia, termasuk bahan tambahan pangan (*food additive*), bahan baku pangan, dan bahan lain yang digunakan dalam proses persiapan, pengolahan, dan pembuatan makanan atau minuman. Bahan pangan hayati terdiri atas bahan pangan nabati (asal tumbuhan) dan bahan pangan hewani (asal ternak dan ikan). Jadi yang dimaksud dengan bahan pangan asal ternak adalah bahan pangan hewani tidak termasuk ikan, terutama telur, susu, dan daging.

http://isjd.pdii.lipi.go.id/

Konsumsi Protein Hewani

The State of Food and Agriculture (edisi *Livestock in the Balance*) yang diterbitkan FAO (2009) menunjukkan asupan protein hewani dunia rata-rata 23,9 g/kat/hari, rata-rata negara maju 49,8 g/kat/hari dan rata-rata negara berkembang 17,4 g/kat/hari. Sementara itu konsumsi protein hewani Indonesia hanya 5,4 g/kat/hari, berada pada urutan ke-158 dari 173 negara atau pada urutan ke-15 dari belakang. Kontribusi asupan protein asal ternak terhadap total protein yang dikonsumsi penduduk Indonesia rata-rata hanya 10,1%, sedangkan kontribusi protein asal ternak dunia 27,9%, untuk negara maju 47,8% dan untuk negara berkembang 22,9%.

Asupan kalori protein hewani Indonesia berada pada urutan yang sama dari 173 negara dengan asupan hanya 82,4 kkal/kat/hari (kontribusi terhadap total asupan kalori hanya 3,4%), sedangkan rata-rata dunia, negara maju,

dan negara berkembang masing-masing 388,2 kkal, 694,6 kkal, dan 311,8 kkal/kat/hari (dengan kontribusi masing-masing 12,9%, 20,3%, dan 11,1%). Informasi ini menunjukkan asupan protein hewani penduduk Indonesia sangat rendah. Oleh karena itu, pangan asal ternak yang merupakan sumber utama protein hewani harus diproduksi dari hewan yang sehat dan dipelihara secara baik mengikuti kaidah kesejahteraan hewan.

Menurut FAO (2010), permintaan produk hewani dunia pada tahun 2050 akan mencapai dua kali lipat dari konsumsi saat ini, dan laju pertumbuhan permintaan produk hewani juga akan lebih tinggi di negara-negara berkembang. Untuk itu, Indonesia akan menghadapi tantangan yang lebih berat untuk mengejar ketertinggalan tersebut, terutama bila dikaitkan dengan pertambahan penduduk sekitar 1,3%/tahun, sehingga kebutuhan produk ternak dan konsumsi protein hewani diperkirakan lebih dari dua kali lipat, bahkan bisa mencapai 4-5 kali lipat pada tahun 2050.

Delgado *et al.* (2001) mengemukakan akan terjadi revolusi peternakan yang dipicu oleh meningkatnya permintaan produk asal ternak, yang juga berarti meningkatnya prospek pasar, terutama di negara-negara berkembang. Revolusi peternakan dicirikan oleh akselerasi peningkatan permintaan produk hewani di dalam negeri. Sesungguhnya revolusi peternakan di Indonesia sudah terjadi pada tahun 1980-an dan 1990-an, yaitu revolusi ayam ras, di mana kenaikan produksi dan konsumsi daging broiler dan telur ayam ras meningkat sangat pesat.

http://server.litbang.deptan.go.id

KEAMANAN PANGAN ASAL TERNAK

Keamanan pangan sangat penting, tidak saja semata-mata terkait dengan kesehatan manusia (konsumen), tetapi juga berhubungan dengan perdagangan, ekonomi, sosial, dan politik. Salah satunya terkait dengan kesepakatan mengenai aplikasi tindakan *sanitary and phytosanitary* (SPS) yang mengatur tindakan perlindungan keamanan pangan dalam bidang kesehatan hewan dan tumbuhan yang perlu dijalankan oleh negara-negara anggota WTO, termasuk Indonesia. Kebijakan ini dimaksudkan untuk melindungi kehidupan manusia dari risiko yang ditimbulkan oleh bahan tambahan makanan (*additive*) dalam pangan, cemaran (*contaminants*), racun (*toxins*) atau organisme penyebab penyakit dalam makanan atau dari penyakit zoonosis. Dalam perjanjian tersebut ditegaskan bahwa setiap negara harus melakukan upaya untuk menjamin keamanan pangan bagi konsumen dan mencegah penyebaran hama dan penyakit pada hewan dan tumbuhan (Bahri 2008).

Dengan diberlakukannya persetujuan GATT dan berdirinya WTO serta terbentuknya perdagangan bebas ASEAN (AFTA) pada 2003 dan juga APEC

(Asia Pacific) pada 2020 dan ASEM (Asia dan Eropa), maka persaingan untuk memasarkan berbagai produk dari dan ke dalam negeri maupun luar negeri diperkirakan semakin ketat. Oleh karena itu, pangan, termasuk yang berasal dari ternak, selain merupakan kebutuhan dasar manusia juga sebagai komoditas dagang yang dituntut keamanannya agar mempunyai daya saing yang tinggi sehingga pada gilirannya turut memberikan sumbangan yang berarti dalam peningkatan pertumbuhan ekonomi nasional (Bahri 2008).

Dalam undang-undang tentang pangan, keamanan pangan tertuang dalam bab tersendiri, yang menunjukkan bahwa keamanan pangan merupakan bagian yang penting. Hal ini dapat dimengerti karena betapa pun nikmatnya suatu makanan, bergizi tinggi, berpenampilan indah, tetapi bila tidak aman maka makanan tersebut tidak ada artinya, bahkan harus dimusnahkan. Dengan kata lain, makanan tersebut tidak berharga sama sekali (Winarno 1996). Oleh karena itu, keamanan pangan merupakan parameter pertama yang harus diperhatikan sebelum parameter lain dipertimbangkan.

Dampak Ekonomi dan Perdagangan

Kerugian ekonomi yang cukup signifikan pernah terjadi pada tahun 1990-an, yaitu kasus penyakit sapi gila (*mad cow*) atau BSE, di mana pemerintah Inggris mengalami kerugian jutaan poundsterling karena ratusan ribu ekor sapi di Inggris harus dimusnahkan dalam rangka memberantas penyakit tersebut (Darminto dan Bahri 1996; Sitepu 2000; Bahri *et al.* 2002). Dampak negatif lainnya adalah hambatan atau penolakan terhadap berbagai komoditas produk ternak tersebut oleh negara pengimpor. Pemerintah Inggris juga kehilangan pasar luar negerinya (ekspornya) yang telah diraih sebelumnya.

Hal yang sama juga pernah dialami oleh Malaysia pada tahun 1999, yang mengalami kerugian jutaan dolar Amerika Serikat akibat terjadinya wabah penyakit "virus nipah" yang menyerang ternak babi dan manusia. Sekitar satu juta ekor babi di Malaysia harus dimusnahkan dalam upaya memberantas penyakit tersebut (CDC 1999; Chua *et al.* 1999; Chua *et al.* 2000). Kerugian lain yang lebih besar berupa penutupan ekspor babi ke Singapura, di mana sebelumnya Malaysia merupakan pemasok daging babi utama bagi Singapura; sekitar 80% kebutuhan daging babi Singapura berasal dari Malaysia (Bahri *et al.* 2002).

Penyakit antraks yang menyerang ternak kambing/domba dan manusia di Kabupaten Bogor pada awal tahun 2001 telah menyebabkan terganggunya pasar lokal kambing/domba di wilayah Jabodetabek. Kelesuan pasar terutama terjadi menjelang hari raya kurban sehingga sempat

meresahkan sejumlah pedagang kambing/domba dan sapi di wilayah Jabodetabek (Bahri *et al.* 2002).

Dampak Kesehatan Manusia

Dampak terhadap kesehatan manusia merupakan dampak negatif lain yang sangat penting dari pangan asal ternak yang tidak aman. Kasus penyakit sapi gila di Inggris dan beberapa negara Eropa lainnya telah menyebabkan kematian sejumlah orang. Dikhawatirkan hal ini akan terus berlangsung karena masa inkubasi penyakit tersebut baru akan terlihat setelah lebih dari 5 tahun, bahkan dapat mencapai belasan tahun (Darminto dan Bahri 1996; Sitepu 2000).

Pada kasus wabah penyakit "virus nipah" di Malaysia (tahun 1998-1999) telah terjadi kematian lebih dari 100 orang yang umumnya bekerja di kandang atau berhubungan dengan ternak babi yang terinfeksi penyakit tersebut, termasuk pekerja di rumah potong hewan (RPH) Singapura dan Malaysia. Penyakit ini sangat fatal karena menular langsung melalui kontak dengan bagian-bagian tubuh babi yang tertular (CDC 1999; Daniels *et al.* 2001). Kasus di Indonesia terjadi pada manusia yang mengonsumsi daging sapi, kambing, domba, dan burung unta yang tertular penyakit antraks di Kabupaten Bogor dan Purwakarta Jawa Barat, Kabupaten Gowa Sulawesi Selatan, dan Kabupaten Ngada Nusa Tenggara Timur (Widarso *et al.* 2000; Noor *et al.* 2001; Alfinus *et al.* 2008).

Dampak Sosial-Politik

Dampak terhadap aspek sosial-politik telah diperlihatkan pada kasus pencemaran telur oleh kuman *Salmonella* di Inggris pada akhir tahun 1990-an, dan kasus cemaran dioksin pada produk ternak di Belgia pada waktu yang hampir bersamaan. Kedua kasus ini menimbulkan keresahan masyarakat luas dan berakibat pada pengunduran diri beberapa pejabat teras di kedua negara tersebut (Putro 1999; Bahri *et al.* 2002).

Selain dampak ekonomi, kasus penyakit BSE di Eropa juga telah menimbulkan berbagai keresahan di kalangan masyarakat Eropa karena kekhawatiran kemungkinan dirinya telah tertular mengingat masa inkubasinya yang bertahun-tahun. Kejadian wabah penyakit "virus nipah" di Malaysia pada tahun 1998-1999 sempat menimbulkan kepanikan masyarakat di sekitar lokasi wabah sehingga terjadi pengungsian besar-besaran dari keluarga yang bermukim di sekitar peternakan babi yang terserang wabah tersebut (Bahri *et al.* 2002). Demikian juga kasus antraks yang menyerang burung unta di Purwakarta (1999-2000) dan pada domba/

kambing di Kabupaten Bogor (2000-2001), telah menimbulkan berbagai keresahan di masyarakat setempat (Hardjoutomo *et al.* 2000).

Dampak Buruk Lain

Menurut Bahri (2008), dampak lain yang ditanggung pemerintah, industri, dan masyarakat adalah berupa: (1) biaya perawatan korban yang ditanggung pemerintah maupun masyarakat, (2) penurunan produksi sehingga menimbulkan kerugian bagi pihak industri atau pengusaha, bahkan pada kasus antraks pada burung unta di Purwakarta telah menyebabkan tutupnya usaha peternakan tersebut, (3) kerugian peternak atau pengusaha akibat kematian ternaknya dalam jumlah besar akibat penyakit maupun pemusnahan (*stamping out*), (4) menurunnya produktivitas manusia yang terjangkit penyakit tersebut, dan (5) kehilangan jiwa atau kematian.

BAHAYA DAN ANCAMAN KEAMANAN PANGAN ASAL TERNAK

Bahaya (*hazard*) yang berkaitan dengan keamanan pangan asal ternak dapat terjadi pada setiap mata rantai, mulai dari saat praproduksi (dibudidayakan) di tingkat peternak atau produsen maupun pada proses pascaproduksi sampai produk tersebut didistribusikan dan disajikan kepada konsumen. Bahaya tersebut terdiri atas: (1) penyakit ternak pada saat dibudidayakan, (2) penyakit yang ditularkan melalui pangan atau yang disebut *food borne diseases,* dan (3) cemaran atau kontaminasi kimiawi dan bahan toksik lainnya.

Penyakit ternak menular umumnya terjadi pada proses budi daya. Selain berpengaruh terhadap kesehatan ternak, penyakit tersebut juga memengaruhi mutu dan keamanan produknya. Beberapa penyakit utama ternak yang perlu mendapat perhatian adalah antraks, sapi gila, virus nipah (*Encephalitis*), virus avian influenza H5N1, tuberkulosis, penyakit radang paha, dan penyakit cysticercosis pada sapi.

Bahaya juga dapat terjadi pada penyakit bakterial yang ditularkan melalui pangan atau lebih dikenal dengan istilah *microbial food borne diseases*. Kejadian penyakit ini dapat timbul melalui infeksi oleh bakterinya sendiri atau melalui intoksikasi oleh toksin yang dihasilkan bakteri yang bersangkutan. Beberapa penyakit bakterial yang dapat ditularkan melalui pangan adalah salmonellosis, enteritis *Clostridium perfringens,* intoksikasi *Staphylococcus, campylobacteriosis*, dan *hemorrhagic colitis*.

Hasil penelitian Setiowati dan Evi (2009) tentang cemaran mikroba pada daging ayam dan daging sapi yang dipasarkan di DKI Jakarta menujukkan adanya *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*, dan *Salmonella*. Kandungan *total plate count* (TPC) dan coliform sebagian besar (lebih dari 80% untuk TPC dan lebih dari 48% untuk coliform) telah melampaui batas maksimum cemaran mikroba. Sebelumnya Poernomo dan Bahri (1998) telah melaporkan keberadaan cemaran *Salmonella* pada produk asal ternak.

Bahaya lainnya dapat berupa cemaran (kontaminan) kimiawi dan bahan toksik lainnya. Dalam hal ini, daging, susu, dan telur sebagai bahan pangan asal ternak selain dapat terkontaminasi oleh mikroorganisme, juga dapat tercemar oleh obat-obatan, senyawa kimia, dan toksin, baik pada waktu proses praproduksi (budi daya) di peternakan maupun pada saat proses produksi sedang berlangsung.

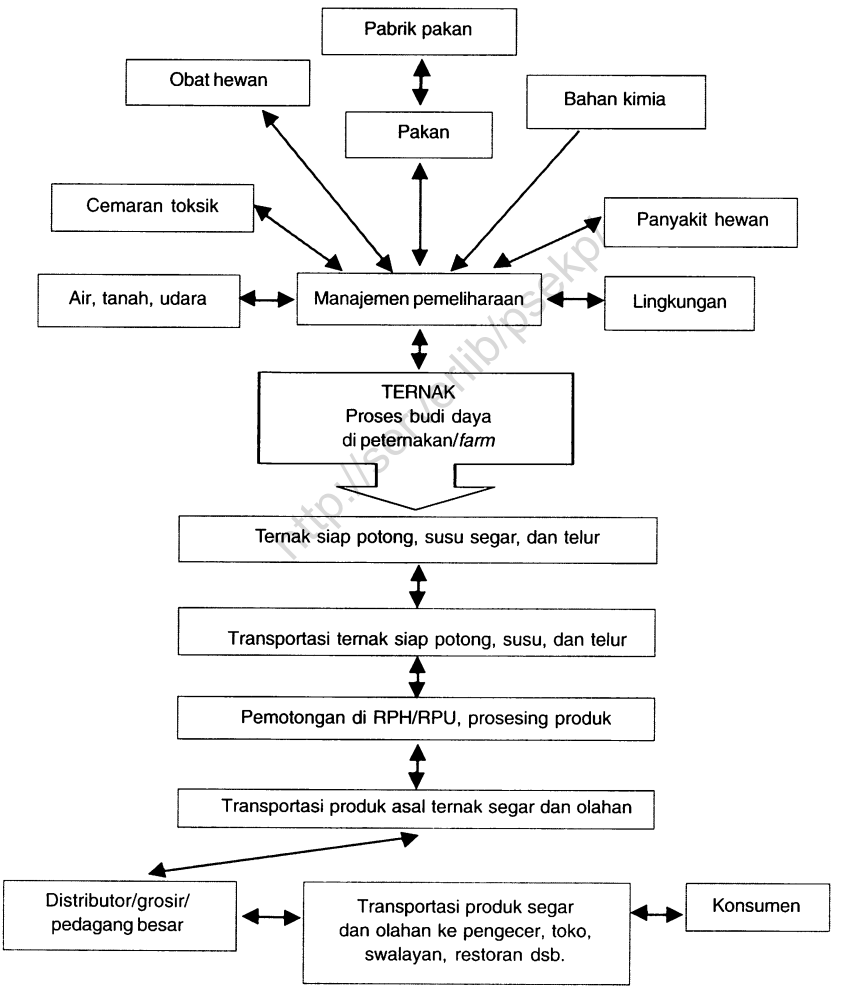
KEAMANAN DALAM RANTAI PANGAN

Keterkaitan penyakit hewan dengan penyakit manusia dapat dilihat dari informasi 10 tahun terakhir; sekitar 75% penyakit-penyakit yang baru muncul pada manusia ternyata berasal dari hewan, sedangkan penyakit zoonosis yang sudah diketahui sampai saat ini lebih dari 200 (UEVH 2010). Oleh karena itu, kesehatan hewan dan manusia merupakan satu kesatuan sehingga dalam pangan asal hewan muncul konsep *one health* yang terkait dengan keamanan pangan hewani dengan pendekatan *from farm to fork* atau *from farm to table*. Dalam konsep *one health*, hewan penghasil pangan akan menghasilkan pangan hewani yang sehat dan aman bila tidak stres dan dipelihara dengan layak mengikuti prinsip-prinsip kesejahteraan hewan (*animal welfare*).

Konsep *from farm to fork* mencakup seluruh elemen yang dapat memberikan dampak kepada keamanan pangan pada setiap tahap dari rantai pangan, mulai dari *farm* (kandang/peternakan) sampai di piring (meja makan). Jadi keamanan pangan tidak hanya di ujung (*end-product*), tetapi menekankan pada interaksi seluruh rantai (tahap) yang terkait dalam keseluruhan rantai pangan. Indonesia sebenarnya telah menerapkan konsep *from farm to table* dalam sistem jaminan keamanan pangan dalam sistem keamanan pangan terpadu (SKPT), seperti yang dikemukakan oleh Murdiati (2006).

Rantai pangan yang dimulai dari pakan pada proses budi daya akan menghasilkan produk primer berupa hewan (sapi dan ayam) yang siap potong, susu segar, dan telur. Produk primer hewan kemudian ditransportasi ke RPH (untuk sapi dan ayam potong) atau ke pengumpul/pabrik/perusahaan pengolahan untuk susu segar dan telur. Daging sapi dan daging

ayam segar, susu, dan telur yang telah diproses, ditransportasi kepada grosir/ penyalur, penjual atau perusahaan pengolahan atau disimpan dalam tempat penyimpanan, kemudian ditransportasi kepada pengecer, toko atau restoran, dan seterusnya sampai kepada konsumen akhir (Gambar 1). Penyimpangan keamanan pangan dapat terjadi pada setiap mata rantai tersebut. Oleh karena itu, untuk mengetahui pada rantai yang mana keamanan pangan tersebut bermasalah perlu ada komunikasi yang mencakup keseluruhan rantai tersebut. Komunikasi melalui rantai pangan dari peternakan ke konsumen merupakan elemen kritis pada pendekatan



Gambar 1. Bagan rantai pangan asal ternak dari peternak sampai ke meja makan (panah dua arah menggambarkan sistem penelusuran pada tiap tahapan rantai pangan).

konsep *from farm to fork*, di mana melalui komunikasi dapat dilakukan penelusuran bila terjadi sesuatu yang menyebabkan pangan tidak aman.

Contoh dari pentingnya komunikasi pada rantai pangan adalah apabila hewan dari peternakan masuk ke RPH, kemudian pada waktu inspeksi di RPH ditemukan suatu penyakit hewan atau cemaran, maka dokter hewan/ petugas di RPH harus melaporkan kembali ke peternakan asal tentang adanya kasus penyakit tersebut. Dokter hewan di peternakan tersebut akan mengetahui hal ini dan mengadakan inspeksi untuk menelusuri/mengecek bagaimana penyakit tersebut bisa terjadi sehingga tindakan koreksi dan lain-lain yang diperlukan dapat ditindaklanjuti. Pendekatan ini memerlukan sistem yang memungkinkan penelusuran secara menyeluruh terhadap produk pangan dari tempat asalnya di mana pangan diproduksi sampai kepada konsumen dapat dilakukan melalui komunikasi yang efektif. Dengan demikian, tindakan korektif yang tepat dapat diterapkan sehingga keamanan pangan sampai kepada konsumen menjadi terjamin.

BUDI DAYA TERNAK SEBAGAI FAKTOR KRITIS DALAM MENGHASILKAN PANGAN ASAL TERNAK YANG AMAN

Bahan Pakan

Pakan, bahan pakan, dan seluruh unsur yang akan masuk ke dalam tubuh ternak pada proses budi daya/pemeliharaan merupakan faktor kritis yang menentukan keamanan produk ternak yang akan dihasilkan karena apa yang dimakan ternak akan terkandung pada produknya. Oleh karena itu, pakan dan apa yang ada di dalamnya harus aman untuk ternak maupun produk ternak yang akan dihasilkan. Selain itu juga harus dapat diidentifikasi dan dibuat catatan agar dapat ditelusuri kembali apabila terjadi hal-hal yang tidak diinginkan pada ternak maupun produknya. Pakan yang dibuat oleh pabrik komersial harus ada label identifikasi (nomor *batch*) pada waktu diproduksi, dicatat distribusinya mulai dari pabrik ke grosir, pengecer sampai ke peternakan atau peternak. Kondisi demikian akan memungkinkan untuk melakukan peringatan dini dan intervensi langsung serta mengambil tindakan cepat apabila diketahui atau terdeteksi adanya kontaminan maupun patogen pada pakan tersebut.

Pencemaran pakan pernah terjadi, berupa kontaminasi oleh senyawa dioksin di Eropa (Belgia) pada tahun 1999 (Putro 1999) sehingga pakan dan produk ternak yang sudah didistribusikan dan diduga dihasilkan dari ternak yang diberi pakan tercemar tersebut segera ditarik dari peredaran, walaupun sudah sempat menyebar ke berbagai negara. Keadaan demikian dapat dilakukan karena negara-negara Eropa telah menerapkan konsep

keamanan pangan *from farm to fork* sehingga pada kasus tersebut, penelusuran dapat dilakukan dengan cepat dan tepat.

Untuk memperlancar proses pengawasan dan penelusuran seperti kejadian tersebut, maka pakan yang diproduksi harus dilengkapi dengan label identifikasi (nomor *batch*) sehingga tiap produk dapat dilacak balik ke sumber asalnya dan dapat ditarik kembali dari pasar apabila diperlukan. Sistem seperti ini memungkinkan pedagang pengecer untuk melayani konsumen dengan informasi yang akurat mengenai asal produk. Untuk menjamin penelusuran dapat dilakukan, maka seluruh pelaku bisnis yang terlibat harus diregistrasi dan diidentifikasi sehingga pelacakan dapat dilakukan secara menyeluruh.

Dari pengamatan di lapangan, ternyata hampir semua pabrik pakan di Indonesia menambahkan obat hewan berupa antibiotik ke dalam ransum jadi (Bahri *et al.* 2000, 2005). Hal ini berarti sebagian besar pakan komersial yang beredar di Indonesia mengandung antibiotik (Tabel 1). Dengan demikian, apabila peternak yang menggunakan ransum tersebut kurang atau tidak memerhatikan aturan pemakaiannya, diduga produk peternakan yang akan dihasilkan mengandung residu antibiotik. Lebih-lebih lagi sepertiga dari pabrik pakan yang diamati juga membubuhkan obat koksidiostat selain antibiotik (Bahri *et al.* 2000, 2005). Keadaan ini akan menambah kemungkinan jenis residu yang dapat ditemukan pada produk

http://repository.litbang.deptan.go.id

Tabel 1. Penambahan imbuhan dan suplemen pada pakan yang diproduksi oleh beberapa pabrik pakan dan peternak di Jabodetabek.

Jenis senyawa tambahan	Pabrik pakan						Kelompok peternak
	A	B	C	D	E	F	
Imbuhan pakan							
Antibiotik	-	+	+	+	+	+	+
Koksidiostat	-	-	-	+	+	+	-
Enzim	-	+	-	-	-	-	-
Antijamur	-	+	-	+	-	-	-
Antioksidan	-	-	+	+	-	+	-
Suplemen pakan							
Vitamin	+[1)]	+	+	+[1)]	+	+	+
Mineral	+	+	+	+[1)]	+	+	-
Asam Amino	+[2)]	+	+	+[1)]	+	+	-

[1)]Dalam bentuk campuran premix
[2)]Asam amino lisin dan metionin
+ = dilakukan penambahan; - = tidak dilakukan penambahan
Sumber: Bahri *et al* (2005)

ternak yang dihasilkan, seperti yang dilaporkan Bahri (1994) dan Bahri *et al.* (2006).

Penggunaan imbuhan pakan dapat meningkatkan efisiensi pakan maupun produktivitas ternak sehingga penggunaannya semakin luas, terutama pada ternak unggas (ayam petelur dan pedaging), babi, sapi perah, dan sapi potong, karena secara ekonomis menguntungkan peternak. Keadaan ini menyebabkan ternak terpapar oleh obat hewan hampir sepanjang hidupnya sehingga produk ternak yang dihasilkan kemungkinan besar mengandung residu obat, terutama apabila aturan dosis obat dan waktu hentinya tidak dipatuhi.

Hasil pengamatan terhadap beberapa pabrik pakan menunjukkan bahwa bahan baku pakan yang akan digunakan oleh pabrik pakan komersial telah melalui proses seleksi/pemeriksaan (Tabel 2), terutama terhadap bau, ketengikan, dan jamur (Bahri *et al.* 2005). Selain pemeriksaan fisik, semua bahan baku pakan juga diperiksa kandungan aflatoksinnya, dan sebagaian pabrik pakan (50%) juga memeriksa cemaran mikroba patogen pada bahan baku pakan. Selain cemaran (aflatoksin, logam berat, dan mikroba) yang terdapat pada bahan pakan atau pakan jadi, juga ditemukan senyawa obat-obatan seperti golongan antibiotik, koksidiostat, dan antijamur yang secara sengaja dicampur ke dalam pakan (ransum) untuk maksud-maksud tertentu, seperti untuk memacu pertumbuhan (Bahri *et al.* 2005).

Selain kandungan antibiotik pada pakan ayam, ternyata pakan dan bahan pakan di Indonesia juga banyak tercemar oleh berbagai mikotoksin, seperti aflatoksin, zearalenon, *cyclopiazonic acid*, dan okratoksin A (Widiastuti *et al.* 1988; Bahri *et al.* 1994a; Maryam 1994). Dari berbagai macam mikotoksin tersebut, yang paling utama (dominan) adalah aflatoksin, khususnya aflatoksin B1 (AFB1). Dari berbagai pengamatan diketahui bahwa masalah cemaran mikotoksin pada pakan selalu terjadi sepanjang tahun dengan kadar yang bervariasi sehingga diduga produk ternak, terutama daging ayam, telur, dan susu, perlu diwaspadai terhadap residu mikotoksin tersebut. Bahri *et al.* (1994b) melaporkan adanya korelasi positif antara keberadaan AFB1 pada pakan dengan AFM1 pada susu yang dihasilkan.

Penggunaan *meat and bone meal* (MBM) sebagai campuran pakan ternak tidak diperkenankan, terutama untuk ternak ruminansia. Hal ini dikaitkan dengan kejadian penyakit sapi gila yang penularannya diduga kuat melalui penggunaan MBM asal ternak ruminansia yang tertular penyakit tersebut. Dengan demikian, pakan yang mengandung MBM berpotensi menghasilkan produk ternak yang tidak aman bagi kesehatan manusia.

Dari uraian tersebut maka keamanan pakan menjadi sangat penting agar produk ternak yang dihasilkan aman bagi kesehatan manusia. Oleh

Tabel 2. Uji mutu bahan baku pakan dan pakan jadi (ransum) yang diproduksi oleh beberapa pabrik pakan dan peternak di Jabodetabek.

Jenis senyawa tambahan	Pabrik pakan						Kelompok peternak
	A	B	C	D	E	F	
Bahan pakan							
Kualitas fisik (bau, tengik, jamur)	+	+	+	+	+	+	+
Logam berat	-	-	-	-	+	-	-
Pestisida	-	-	-	-	+	-	-
Aflatoksin	+	+	+	+	+	+	-
Mikroba patogen	-	-	+	+	-	+	-
Ransum jadi							
Nutrisi proksimat	+	+	+	+	+	+	-
Aflatoksin	+	+	+	+	+	+	-
Asam amino	-	+	+	+	+	-	-
Imbuhan pakan	-	+	-	-	-	-	-
Suplemen pakan	-	+	-	-	-	-	-
Cemaran mikroba	-	-	-	-	-	-	-
Penandaan dan pengemasan							
Nama dan merek	+	-	+	+	+	+	-
Nama dan alamat	+	-	+	+	+	+	-
Nomor dan izin perusahaan	+	-	+	+	+	+	-
Jenis dan kode ransum	+	-	+	+	+	+	-
Bentuk ransum	+	-	+	+	+	+	-
Berat ransum	+	-	+	+	+	+	
Tanggal produksi	-	-	-	-	-	-	-
Tanggal kedaluwarsa	-	-	-	-	-	-	-
Cara penggunaan ransum	-	-	+	+	+	+	-

+ = dilakukan pengujian atau penandaan; - = tidak dilakukan
Sumber: Bahri *et al.* (2005)

http://serverlib/psekp/

karena itu, berbagai peraturan yang menunjang keamanan pakan harus dipenuhi, dilengkapi, dan disempurnakan, termasuk pengawasan dan sanksi yang diberikan kepada yang melanggarnya.

Tanah, Air, dan Lingkungan Peternakan

Air yang digunakan dalam budi daya ternak harus diketahui sumbernya, bebas dari zat-zat berbahaya berdasarkan hasil analisis laboratorium. Demikian juga tanah pada lokasi peternakan harus bebas dari mikroba

berbahaya seperti spora antraks (bukan daerah endemis antraks) dan zat-zat berbahaya lainnya seperti logam berat. Lingkungan peternakan juga harus bukan merupakan daerah yang tercemar, seperti kawasan industri, pabrik atau pertambangan, dan bebas dari berbagai limbah berbahaya.

Apabila sumber air telah tercemar mikroba tertentu (*E. coli* atau *Salmonella* sp.), maka ternak dan produknya menjadi tidak aman untuk dikonsumsi karena tercemar oleh mikroba tersebut. Tanah di peternakan yang terkontaminasi oleh kuman antraks atau *Clostridium* sp. akan membahayakan kesehatan ternak dan produknya. Keadaan ini telah terjadi pada burung unta pada tahun 1999 di Kabupaten Purwakarta, Jawa Barat (Hardjoutomo *et al.* 2000) dan pada domba/kambing di Bogor pada tahun 2000/2001 (Noor *et al.* 2001).

Pemakaian Obat Hewan

Semua obat hewan yang digunakan dalam budi daya/pemeliharaan ternak harus dicatat dan sesuai dengan ketentuan, diawasi dengan cermat dan dibuat catatannya, dilakukan secara hati-hati dan mengikuti petunjuk tenaga medis yang berwenang. Hal ini dimaksudkan untuk memudahkan penelusuran apabila terjadi kasus penyakit atau residu pada hewan atau produk ternak di kemudian hari.

Dalam budi daya ternak, penggunaan obat hewan untuk pengobatan dan pencegahan penyakit maupun sebagai imbuhan atau suplemen tidak dapat dihindari. Bahkan sering kali penggunaan obat hewan merupakan kebutuhan untuk mempertahankan atau meningkatkan produktivitas ternak. Obat hewan berupa antibiotik umumnya digunakan untuk pengobatan penyakit infeksius yang disebabkan oleh bakteri. Kenyataannya, antibiotik juga sering kali diberikan bukan untuk mengatasi penyakit, tetapi untuk memperbaiki penampilan ternak, memacu pertumbuhan, atau meningkatkan reproduksi dan efisiensi penggunaan pakan/ransum (Bell 1986). Sebagai pemacu pertumbuhan digunakan hormon tertentu, seperti yang banyak digunakan pada sapi potong di Australia dengan menggunakan hormon Trenbolon asetat (TBA). Widiastuti *et al.* (2007) mengemukakan bahwa pengamatan pada hari ke-21 setelah implantasi hormon TBA pada sapi muda masih ditemukan kandungan hormon tersebut pada jaringan sekitar implan maupun jaringan yang jauh dari lokasi implan serta pada organ hati.

Dari berbagai pengamatan di lapangan terlihat bahwa pemakaian antibiotik, terutama pada peternakan ayam niaga (broiler dan petelur), cenderung berlebihan dan tanpa memerhatikan aturan pemakaian yang benar (Bahri *et al.* 2000, 2005). Tabel 3 memperlihatkan keberadaan berbagai

Tabel 3. Residu obat hewan dan cemaran senyawa toksik pada berbagai produk asal ternak di Indonesia.

Produk ternak	Jumlah sampel	Residu/senyawa toksik	Kadar rata-rata/ % positif	Sumber
Daging sapi (Jakarta)	49	Penisilin-G	16,3%	Yuningsih *et al.* (2000)
Daging sapi impor (Jakarta)	34	17-B Trenbolon	58,8%	Widiastuti *et al.* (2000)
Hati sapi impor (Jakarta)	16	17-B Trenbolon	37,5%	Widiastuti *et al.* (2000)
Susu sapi (Jabar)	29	Kloramfenikol	20,7%	Murdiati dan Widiastuti (2003)
Daging ayam (Jabar)	25	Siprofloksasin	8%	Widiastuti *et al.* (2004b)
Daging ayam (Jabar)	25	Enrofloksasin	28%	Widiastuti *et al.* (2004b)
Hati ayam (Jabar)	10	Siprofloksasin	10%	Widiastuti *et al.* (2004b)
Hati ayam (Jabar)	10	Enrofloksasin	20%	Widiastuti *et al.* (2004b)
Susu sapi (Jabar)	37	Aflatoksin M1	0,13 ppb	Widiastuti *et al.* (2004a)
Susu sapi (Jabar)	25	Organoklorin Organofosfat	20,5 ppb 50,10 ppb	Indraningsih dan Sani (2004)
Daging sapi (Jabar)	44	Organoklorin Organofosfat	19,6 ppb 219,9 ppb	Indraningsih dan Sani (2004)
Hati sapi (Jabar)	44	Organoklorin Organofosfat	23,6 ppb 452,9 ppb	Indraningsih dan Sani (2004)
Lemak sapi (Jabar)	44	Organoklorin Organofosfat	0,7 ppb 619,9 ppb	Indraningsih dan Sani (2004)
Otak sapi perah (Jabar)	25	Organoklorin Organofosfat	5,1 ppb (68%) 22,7 ppb (36%)	Sani dan Indraningsih (2007)
Daging (Blora Jateng)	6	Lindan Diazinon	1,46 ppb 3,08 ppb	Indraningsih *et al.* (2006)
Lemak (Blora Jateng)	6	Lindan	5,51 ppb	Indraningsih *et al.* (2006)
Daging (Wonogiri Jateng)	12	Lindan	0,53 ppb	Indraningsih *et al.* (2006)
Susu segar (Jabar)	20	Organoklorin Organofosfat	1,22 ppb (100%) 1,09 ppb (30%)	Indraningsih (2008)

http://pustaka.litbang.deptan.go.id/publikasi/p3ekp1.pdf

residu obat hewan di Indonesia. Penggunaan obat hewan yang kurang tepat kemungkinan berkaitan dengan pola pemasaran obat hewan di lapangan, di mana 33,3% peternak ayam petelur skala kecil dan 30,8% peternak broiler skala kecil yang tidak mempunyai dokter hewan mendapat suplai obat langsung dari distributor atau importir. Akibatnya, mereka menggunakan obat-obatan tersebut tanpa mengikuti aturan yang benar (Kusumaningsih *et al.* 1997). Seharusnya hanya peternak besar yang memiliki

tenaga dokter hewan yang boleh berhubungan langsung dengan distributor atau importir obat-obatan hewan.

Kusumaningsih *et al.* (1996) mengungkapkan hanya 20% peternak sapi perah di Jawa Barat yang mengetahui obat yang digunakan oleh petugas Dinas Peternakan atau koperasi. Dengan kata lain, 80% peternak lainnya tidak mengetahui jenis obat hewan yang diberikan kepada ternaknya. Dari 20% peternak tersebut, hanya 14,3% yang mengetahui adanya waktu henti obat, sedangkan yang mematuhi waktu henti obat dengan tidak menjual produknya (susu) ke koperasi selama 2-5 hari setelah pengobatan hanya 8,2%. Herrick (1993) dan Spence (1993) melaporkan, walaupun peternak mengetahui waktu henti obat, sebagian dari mereka tidak mematuhinya.

Penggunaan Bahan Kimia

Semua bahan kimia yang digunakan dalam budi daya/pemeliharaan di peternakan harus dicatat, digunakan sesuai ketentuan, dan diawasi dengan cermat. Pemakaian herbisida, insektisida, antiseptik atau pestisida lainnya di lingkungan peternakan juga harus dicatat.

Penggunaan berbagai bahan kimia untuk mendukung budi daya ternak sering kali mengontaminasi sumber pakan dan air minum maupun bagian-bagian kandang dan lingkungan sekitarnya sehingga termakan oleh ternak. Apabila hal ini terjadi secara kronis dan ternak tidak mati, akan berpengaruh terhadap produk ternak karena senyawa-senyawa kimia tersebut dapat tertimbun sebagai residu dalam daging, lemak, telur, dan susu ternak yang terpapar bahan kimia tersebut.

Residu pestisida golongan organofosfat dan organoklorin pada serum, hati, dan lemak sapi di Blora dan Wonogiri telah diungkapkan oleh Indraningsih *et al.* (2006). Demikian juga residu pestisida sejenis yang ditemukan pada tanah, pakan, dan susu segar di Pengalengan Jawa Barat (Indraningsih 2008).

Pengamatan pada sapi perah yang pakannya diduga tercemar pestisida menunjukkan adanya perubahan histopatologis dari jaringan otak sapi, berupa *encephalopathy* yang cenderung berubah akibat keracunan pestisida golongan organofosfat. Perubahan ini diperkuat dengan dijumpainya kandungan pestisida golongan organoklorin dan organofosfat pada hijauan pakan, serum, dan organ otak sapi yang diperiksa (Sani dan Indraningsih 2007). Keadaan ini membuktikan penggunaan pestisida di lingkungan peternakan perlu dicermati dan dilakukan dengan hati-hati karena pangan asal ternak dari ternak yang dipelihara dengan kondisi lingkungan seperti ini berisiko mengandung residu senyawa pestisida.

Penyakit Hewan dan Kesehatan Hewan

Pangan asal ternak yang aman dapat dihasilkan dari hewan yang sehat dan dipelihara dengan baik sesuai dengan prinsip-prinsip kesejahteraan hewan. Pemeliharaan yang tidak baik dapat menyebabkan hewan stres dan tidak nyaman sehingga memudahkan terjadinya penularan penyakit, baik oleh patogen yang memang sudah ada di tubuh ternak maupun patogen dari luar tubuh, bahkan patogen yang ada dalam saluran ternak akan berkembang dan menjadi infektif atau terekspose keluar tubuh sehingga mencemari lingkungan atau produk ternak yang dihasilkan. Apabila hewan menjadi sakit dan diobati, kemungkinan akan menimbulkan terjadinya resistensi kuman terhadap obat-obatan tertentu dan menimbulkan residu obat pada produk ternak. Oleh karena itu, cara pemeliharaan yang baik memiliki keterkaitan yang erat dengan menjaga kesehatan hewan dan menghasilkan pangan asal ternak yang aman.

Untuk menjaga kesehatan dan kesejahteraan hewan yang optimal, perlu dilakukan pemeliharaan secara individual dengan baik dan mencegah terjadinya penyakit di tingkat peternak atau peternakan. Pemeliharaan ternak yang baik (*good husbandry practices*) dapat terwujud dengan melibatkan dokter hewan, paramedis veteriner atau petugas kesehatan hewan setempat secara rutin.

Pengendalian penyakit yang ditularkan melalui pangan sebaiknya dilakukan pada tahap proses produksi pangan hewani primer, yaitu pada saat budi daya. Pencegahan salmonellosis sebaiknya menggunakan vaksin pada saat budi daya unggas sehingga dapat menekan tercemarnya/ terbawanya kuman *Salmonella* pada daging broiler yang dipanen dan meningkatkan status kesehatan unggas yang akan dibawa ke rumah pemotongan unggas (RPU) atau tempat pemotongan unggas (TPU). Pencegahan dan penelitian diperlukan guna menekan terjadinya penyakit hewan dan mengurangi dampak penyakit apabila terjadi wabah. Konsep pencegahan ini harus didukung oleh tindakan biosekuriti di peternakan untuk mencegah masuk dan menyebarnya penyakit hewan dengan menerapkan tindakan higienis oleh seluruh personel yang terlibat.

Konsep pencegahan penyakit hewan telah membawa perubahan terhadap peran dokter hewan yang lebih fokus pada produksi pangan sehingga telah bergeser dari yang tadinya pendekatan kesehatan hewan secara individual menjadi kesehatan kelompok hewan, dan kemudian bergeser pada kesehatan masyarakat. Dengan demikian, peran dokter hewan semakin berkembang pada pencegahan, pengendalian, dan pengawasan penyakit-penyakit zoonosis yang ditularkan melalui pangan, juga meningkatkan kehati-hatian dalam penggunaan obat hewan (memerhatikan dosis, lama pemberian, dan waktu henti obat), pengawasan

http://ismeilib/psnak/

residu untuk melindungi kesehatan masyarakat dan jaminan kesehatan maupun kesejahteraan hewan (UEVH 2010).

Kesehatan hewan juga mempunyai keterkaitan dengan proses transportasi hewan pada waktu akan dipanen. Proses transportasi dapat menyebabkan hewan mengalami stres dan mengekresikan organisme patogen yang selanjutnya mengontaminasi daging yang dihasilkan sehingga menimbulkan risiko terhadap kesehatan masyarakat. Salah satu alternatif untuk mengurangi terjadinya pencemaran mikroba pada saat transportasi hewan yang terlalu jauh adalah melalui perdagangan karkas. Cara ini dianjurkan untuk keamanan pangan, kesehatan, dan kesejahteraan hewan (EUVH 2010), karena transportasi hewan dari peternakan sampai ke RPH merupakan bagian yang kritis yang dapat memengaruhi kesehatan hewan, keamanan pangan, dan kesejahteraan hewan. Oleh karena itu, proses ini perlu mendapat pertimbangan dari dokter hewan. Alat pengangkutan dan petugas juga harus terlatih dan memenuhi standar.

Situasi penyakit hewan dalam proses budi daya ternak cukup berperan dalam menentukan keamanan pangan asal ternak, terutama ternak besar seperti sapi, kerbau, domba, kambing, dan babi. Hal ini berkaitan dengan penyakit hewan yang bersifat zoonosis seperti antraks, virus nipah pada babi, penyakit cacing pita (*cysticercosis*), penyakit sapi gila, dan penyakit *highly pathogenic avian influenza* (HPAI) H5N1 (Knight-Jones *et al.* 2010).

http://servenhost.com

Identifikasi dan Registrasi Hewan

Konsep pendekatan keamanan pangan mulai dari peternakan sampai ke piring konsumen (*from farm to fork*) perlu didukung oleh sistem identifikasi dan registrasi hewan yang dapat diandalkan, yang berguna dalam penelusuran kembali pada rantai pangan apabila dijumpai kasus cemaran atau penyakit pada hewan dan produk asal ternak. Sistem identifikasi dan registrasi harus aman, dapat dilihat atau diamati dengan jelas, mudah diterapkan, sulit dimanipulasi, dan dapat dideteksi setiap saat. Identifikasi dan registrasi juga perlu dilakukan pada peternak atau peternakan. Sistem ini harus ditangani oleh otoritas yang kompeten yang terpusat dan terorganisasi dengan tertib sehingga penomoran akan memudahkan dalam penelusuran dalam kaitannya dengan rantai pangan apabila diperlukan, sebagaimana yang telah dilakukan di Eropa (UEVH 2010).

Agar sistem ini berjalan dengan baik, setiap hewan/ternak atau kelompok hewan/ternak harus tercatat dalam catatan di peternak atau peternakan dan harus dapat diperbarui apabila ternak ada yang keluar atau masuk dari dan ke peternakan tersebut. Perpindahan hewan juga perlu dicatat, termasuk proses transportasi dari peternak asal sampai ke tempat terakhir

untuk dipanen. Informasi ini dapat disimpan dalam pangkalan data untuk memudahkan pemantauan dan penelusuran perpindahan hewan, baik untuk kepentingan yang terkait dengan kesehatan hewan maupun keamanan pangan.

Peternak, tenaga medis veteriner, teknisi, dan seluruh personel yang terlibat di peternakan juga harus menyimpan catatan aktivitas peternakan dalam pangkalan data dan sebagai bagian dari rantai pangan. Oleh karena itu, bila hewan dibawa ke RPH atau susu dan telur dibawa ke pusat pengumpul atau industri pengolahan, maka dokter hewan (tenaga medis veteriner) pemerintah atau yang berwenang bisa memperoleh informasi dengan cepat tentang catatan historis hewan, susu atau telur tersebut dari peternakan asalnya untuk kepentingan lebih lanjut.

KESIMPULAN DAN SARAN

(1) Untuk menghasilkan pangan asal ternak yang aman perlu mengikuti proses sesuai dengan rantai pangan yang menyertainya, mulai dari peternakan sampai ke piring konsumen (*from farm to fork*) dan dilakukan pengawasan yang ketat pada titik-titik kritis dari setiap tahapan rantai pangan dengan menerapkan prinsip HACCP.

(2) Periode kritis yang penting adalah pada tahap pemeliharaan di peternak atau peternakan. Pakan, pemakaian obat hewan dan bahan kimia, cemaran pada air, tanah dan lingkungan pemeliharaan, serta kesehatan dan kesejahteraan hewan merupakan faktor penting yang harus dijalankan sesuai ketentuan dan diawasi dengan ketat.

(3) Keamanan pangan asal ternak yang utuh hanya dapat dihasilkan dari hewan yang sehat yang dipelihara secara higienis dalam sistem pemeliharaan yang menerapkan prinsip-prinsip kesejahteraan hewan.

(4) Untuk menjamin ketiga butir tersebut dapat terwujud, tenaga medis veteriner atau dokter hewan mempunyai peran penting di setiap tahapan rantai pangan agar sistem keamanan pangan dapat berjalan sebagaimana yang diharapkan.

(5) Identifikasi dan registrasi ternak perlu dibangun secara komprehensif dan terpusat sehingga penelusuran terhadap penyakit, cemaran atau setiap *hazard* yang muncul dapat berjalan sebagaimana mestinya. Hal ini dapat dimulai dari sistem untuk penelusuran terhadap pakan bekerja sama dengan Gabungan Pengusaha Makanan Ternak (GPMT). Penelusuran penyakit hewan dapat dimulai dengan melibatkan Asosiasi Obat Hewan Indonesia (ASOHI) dan Gabungan Koperasi Susu Indonesia (GKSI).

(6) Patogen penting yang perlu mendapat perhatian untuk diawasi terkait dengan keamanan pangan asal ternak adalah *Salmonella*, antraks, *E. coli*, *Clostridium* spp., *Streptococcus* spp., *Mycobacterium bovis*, *Taenia* spp., virus AI H5N1, dan sebagainya. Cemaran penting yang perlu diawasi adalah cemaran mikotoksin, pestisida, dan logam berat. Untuk residu yang penting adalah residu obat hewan seperti antibiotik dan hormon.

(7) Perlu ditingkatkan sosialisasi atau penyuluhan kepada peternak tentang pentingnya mengikuti petunjuk penggunaan obat hewan yang terdapat dalam ransum ternak maupun yang akan digunakan langsung pada ternak, terutama waktu henti obat.

(8) Pengawasan mutu pakan yang beredar agar ditingkatkan, termasuk obat hewan yang dicampur dalam ransum ternak. Demikian juga pengawasan pemakaian obat hewan yang diberikan kepada ternak secara langsung, baik untuk pengobatan maupun pencegahan.

(9) Regulasi yang terkait dengan rantai pangan, terutama pada proses budi daya di tingkat peternak, sudah dikeluarkan pemerintah, baik yang terkait dengan pakan, obat hewan maupun kesehatan hewan. Oleh karena itu, tindakan nyata yang harus dilakukan di lapangan adalah pemantauan dan pengawasan oleh petugas berwenang terhadap implementasi berbagai peraturan tersebut.

http://pse.litbang.deptan.go.id/ind/pse/perlib/pse

DAFTAR PUSTAKA

Alfinus, A. Saiful, Mappeasse, Z. Amir, Hardiman, dan Supardi. 2008. Kejadian anthrax pada kuda dan sapi di Kabupaten Gowa Provinsi Sulawesi Selatan. Diagnosa Veteriner 6(2): 5-15.

Bahri, S., Yuningsih, R. Maryam, dan P. Zahari. 1994a. Cemaran aflatoksin pada pakan ayam yang diperiksa di laboratorium toksikologi Balitvet tahun 1998-1991. Penyakit Hewan 26(47): 39-42.

Bahri, S., Ohim, dan R. Maryam. 1994b. Residu aflatoksin M1 pada air susu sapi dan hubungannya dengan keberadaan aflatoksin B1 pada pakan sapi. hlm. 269-275. Dalam: Kumpulan Makalah Kongres Nasional Perhimpunan Mikologi Kedokteran Manusia dan Hewan Indonesia I dan Temu Ilmiah, Bogor, 21-24 Juli 1994.

Bahri, S. 1994. Residu obat hewan pada produk ternak dan upaya pengamanannya. Kumpulan Makalah Lokakarya Obat Hewan, Jakarta, 16-18 November 1994. Asosiasi Obat Hewan Indonesia (ASOHI), Jakarta.

Bahri, S., A. Kusumaningsih, T.B. Murdiati, A. Nurhadi, dan E. Masbulan. 2000. Analisis kebijakan keamanan pangan asal ternak (terutama ayam ras

petelur dan broiler). Laporan Penelitian. Pusat Penelitian dan Pengembangan Peternakan, Bogor.

Bahri, S., Indraningsih, R. Widiastuti, T.B. Murdiati, dan R. Maryam. 2002. Keamanan pangan asal ternak: Suatu tuntutan di era perdagangan bebas. Wartazoa 12(2): 47-64.

Bahri, S., E. Masbulan, dan A. Kusumaningsih. 2005. Proses praproduksi sebagai faktor penting dalam menghasilkan produk ternak yang aman untuk manusia. Jurnal Penelitian dan Pengembangan Pertanian 24(1): 27-35.

Bahri, S., Y. Sani, dan Indraningsih. 2006. Beberapa faktor yang mempengaruhi keamanan pangan asal ternak di Indonesia. Wartazoa 16(1): 1-13.

Bahri, S. 2008. Beberapa aspek keamanan pangan asal ternak di Indonesia. Pengembangan Inovasi Pertanian 1(3): 225-242.

Bell, I. 1986. Rational chemotherapetutics. In: Poultry Health. The Post-Graduate Committee in Veterinary Science. The University of Sydney in Association with Australian Vet. Poult. Assoc. Proc. 92: 429-467.

CDC. 1999. Outbreak of Hendra-like virus in Malaysia and Singapore 1998-1999. Centre for Disease Control and Prevention (CDC) 8(13): 265-269.

Chua, K.B., S.K. Lam, D.J.Gubbler, and T.G. Ksiazek. 1999. Nipah encephalitis: Tracking a killer virus. p. 37. In: Proceeding of International Union of Microbiological Society, Sydney, 9-13 August 1999.

Chua, K.B., W.J. Bellini, P.A. Rota, B.H. Harcout, A. Tamin, S.K. Lam, T.G. Ksiazek, P.E. Rollin, S.R. Zaki, W.J. Shieh, C.S. Goldsmith, D.J. Gubbler, J.T. Roechric, B. Eaton, A.R. Gould, J. Olson, H. Field, P. Daniels, A.E. Ling, C.J. Peters, L.J. Anderson, and B.J. Mahy. 2000. Nipah virus: A recently emerging deadly Paramyxovirus. Science 288: 1432-1435.

Daniels, P., D. Middleton, C. Morryssi, B. van der Heide, G. Russel, M. Braun, J. Muschialli, D. Carlson, and H. Westburry. 2001. Experimental infection with Nipah virus in pigs, cats and Pteropid bats: Clinical features, virus excretion and subclinical infection. pp. 38-40. In: Proceeding of Regional Seminar on Nipah Virus Infection. OIE-Department of Veterinary Services Malaysia, Kuala Lumpur.

Darminto, dan S. Bahri. 1996. Mad cow dan penyakit sejenis lainnya pada hewan dan manusia. Jurnal Penelitian dan Pengembangan Pertanian 15(4): 81-89.

http://pustaka.litbang.deptan.go.id

Delgado, C., M. Rosegrant, and S. Meijer. 2001. Livestock to 2020. The next food revolution. Food Agriculture and Environment Discussion. Paper 28. International Food Policy Research Institution.

Djoko, W. 2011. Anthrax di Jateng terkendali. Sinartani No. 3398, Edisi 23-29 Maret 2011. 9 hlm.

FAO. 2009. The State of Food and Agriculture (Livestock in the Balance). FAO, Rome.

FAO. 2010. How to Feed the World in 2050. FAO, Rome.

Hardjoutomo, S., M.B. Poerwadikarta, dan K. Barkah. 2000. Antraks di Indonesia: Kejadian antraks pada burung unta di Poerwakarta, Jawa Barat. Makalah disajikan pada Seminar dan Pameran Teknologi Veteriner, Jakarta, 14-15 Maret 2000.

Herrick, J.B. 1993. Food for thought for food animal veterinarians. Violative drug residues. JAVMA 03: 1122-1123.

Indraningsih dan Y. Sani. 2004. Residu pestisida pada produk sapi: Masalah dan alternatif penanggulangannya. Wartazoa 14(1): 1-13.

Indraningsih, Yuningsih, dan R. Firmansyah. 2006. Residu pestisida pada serum sapi potong dan kemungkinan timbulnya residu pada produk peternakan. Prosiding Seminar Nasional Peternakan dan Veteriner. Pusat Penelitian dan Pengembangan Peternakan, Bogor.

Indraningsih. 2008. Residu Pestisida pada susu segar: Sumber pencemaran dan alternatif penanggulangannya. hlm. 294-304. Dalam: Prosiding Prospek Industri Sapi Perah Menuju Perdagangan Bebas Tahun 2020, Jakarta, 21 April 2008.

Kusumaningsih, A., T.B. Murdiati, dan S. Bahri. 1996. Pengetahuan peternak serta waktu henti obat dan hubungannya dengan residu antibiotika pada susu. Media Kedokteran Hewan 12(4): 260-267.

Kusumaningsih, A., E. Martindah, dan S. Bahri. 1997. Jalur pemasaran obat hewan pada peternakan ayam ras di beberapa lokasi di Jawa Barat dan DKI Jaya. Hemerazoa 79(1-2): 72-80.

Knight-Jones, T.J.D., G.E. Mylrea, and S. Kahn. 2010. Animal production food safety: Priority pathogens for standard setting by the World Organisation for Animal Health. Rev. Sci. Tech. Off. Int. Epiz. 29(3): 523-535.

Maryam, R. 1994. Kontaminasi asam siklopiazonat (CPA) dan aflatoksin pada jagung. hlm. 289-293. Dalam: Kumpulan Makalah Kongres Nasional PMKI I dan Temu Ilmiah, Bogor, 21-24 Juli 1994.

http://pustaka.litbang.deptan.go.id

Murdiati, T.B. dan R. Widiastuti. 2003. Teknik deteksi residu antibiotika dalam produk ternak. Laporan Penelitian. Balai Penelitian Veteriner, Bogor.

Murdiati, T.B. 2006. Jaminan keamanan pangan asal ternak: Dari kandang hingga piring konsumen. Jurnal Penelitian dan Pengembangan Pertanian 25(1): 22-30.

Noor, S.M., Darminto, dan S. Hardjoutomo. 2001. Kasus antraks pada manusia dan hewan di Bogor pada awal tahun 2001. Wartazoa 11(2): 8-14.

Poernomo, S. and S. Bahri. 1998. Salmonella serotyping conducted at the Bogor Research Institute for Veterinary Science during April 1989 - March 1996. pp. 133-142. In: Proceedings of the 3rd Asia-Pacific Symposium on the Thypoid Fever and Other Salmonellosis, Denpasar, Bali.

Putro, S. 1999. Pencemaran Dioksin pada Daging Ayam di Belgia. Laporan Atase Pertanian Indonesia di Belgia.

Sani, Y. dan Indraningsih. 2007. Neuropatologi keracunan organoposfat pada sapi. JITV 12(1): 74-85.

Setiowati, W.E. dan M.S. Evi. 2009. Tinjauan bahan pangan asal hewan yang asuh berdasarkan aspek mikrobiologi di DKI Jakarta. Prosiding PPI Standarisasi 2009, Jakarta, 19 November 2009.

Sitepu, M. 2000. Sapi Gila (*Bovine Spongiform Encephalopathy*/BSE) Keterkaitan dengan Berbagai Aspek. PT Gramedia Widasarana Indonesia, Jakarta.

Spence, S. 1993. Antimicrobial residues survey. Perspective 18: 79-82.

Tim Protein IPB. 1982. Laporan Lokakarya Peranan Protein dalam Pembangunan Bangsa. Tim Protein Institut Pertanian Bogor, Bogor.

UEVH. 2010. Food Safety: The farm to the fork approach. Union of European Veterinary Hygienist (UAVH). Food safety brochure. [Accessed on 18 August 2011].

Widiastuti, R., R. Maryam, B.J. Blaney, Salfina, and D.R. Stoltz. 1988. Cyclopiazonic acid in combination with aflatoxin, zearalenon and ochratoxin A in Indonesian corn. Mycopathology 104: 153-156.

Widiastuti, R., T.B. Murdiati, dan Yuningsih. 2000. Residu hormon 17-B-*trenbolone* pada daging dan hati sapi impor yang beredar di DKI Jakarta. hlm. 578-581. Dalam: Prosiding Seminar Nasional Peternakan dan Veteriner. Pusat Penelitian dan Pengembangan Peternakan, Bogor.

Widiastuti, R., R. Maryam, S. Bahri, dan R. Firmansyah. 2004a. Residu aflatoksin M1 pada susu sapi segar asal Kodya Bogor dan

http://standarisasekp/

Pengalengan, Jawa Barat. Makalah disajikan pada Kongres dan Temu Ilmiah Nasional III Perhimpunan Mikologi Kedokteran Indonesia (PMKI), Semarang, 1-3 Oktober 2004.

Widiastuti, R., Yuningsih, dan T.B. Murdiati. 2004b. Residu enrofloksasin pada daging dan hati ayam pedaging. hlm. 515-518. Dalam: Prosiding Seminar Nasional Teknologi Peternakan dan Veteriner. Pusat Penelitian dan Pengembangan Peternakan, Bogor.

Widiastuti, R., R. Firmansyah, dan Indraningsih. 2007. Residu trenbolon pada jaringan dan urine dari sapi jantan muda peranakan ongole yang diimplantasi trenbolon asetat. JITV 12(1): 60-67.

Widarso, H.S., T. Wandra, dan W.H. Purba. 2000. Kejadian luar biasa (KLB) antraks pada burung unta di Kabupaten Purwakarta bulan Desember 1991 dan dampaknya pada masyarakat. Makalah dipresentasikan pada Seminar dan Pameran Teknologi Veteriner, Jakarta 14-15 Maret 2000. Pusat Penelitian dan Pengembangan Peternakan, Bogor.

Winarno, F.G. 1996. Undang-undang tentang pangan. Kumpulan makalah pada Musyawarah II dan Seminar Ilmiah Persatuan Ahli Teknologi Laboratorium Kesehatan Indonesia, Jakarta, 25-26 November 1996.

Yuningsih, R. Widiastuti, T.B. Murdiati, dan H. Yusrini. 2000. Deteksi residu antibiotika penisilin-G pada daging dan hati. hlm. 572-577. Dalam: Prosiding Seminar Nasional Peternakan dan Veteriner. Pusat Penelitian dan Pengembangan Peternakan, Bogor.

http://sembalisetro