

SERI 2

MEMBUMIKAN IPTEK PERTANIAN



**BADAN PENELITIAN DAN PENGEMBANGAN PERTANIAN
KEMENTERIAN PERTANIAN**

MEMBUMIKAN IPTEK PERTANIAN

<http://serverlib/psekp/>

MEMBUMIKAN IPTEK PERTANIAN

Editor:

Sumarno

Tjeppy D. Soedjana

Kedi Suradisastra



Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian
Kementerian Pertanian
2013

Cetakan ke-1, 2013

Hak cipta dilindungi undang-undang
©Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian, 2013

Hak cipta pada Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian, 2013

Katalog dalam terbitan

Membumikan Iptek Pertanian, Seri 2/Editor Sumarno ...[*et al.*].--
Jakarta: IAARD Press, 2013
x, 256 hlm.: ill.; 24 cm
63.001.892
1. Pengembangan Pertanian-Penelitian-Teknologi
I. Judul II. Sumarno

ISBN 978-602-1520-20-8

IAARD Press

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

Alamat Redaksi:

Pusat Perpustakaan dan Penyebaran Teknologi Pertanian
Jalan Ir. H. Juanda No. 20, Bogor 16122
Telp.: +62 251 8321746, Faks.: +62 251 8326561
e-mail: iaardpress@litbang.deptan.go.id

DAFTAR ISI

	Halaman
Sambutan Menteri Pertanian	v
Kata Pengantar	ix
Pengantar Editor	1
Potensi Pengembangan Kacang Tanah pada Lahan Kering Masam <i>Astanto Kasno</i>	5
Pemulihan Kesuburan Lahan Mendukung Sistem Produksi Tanaman Pangan Berkelanjutan <i>Sudaryono</i>	20
Usaha Penggilingan Padi Skala Kecil; Penyangga Cadangan Beras Nasional? <i>Ridwan Thahir</i>	39
Faktor-Faktor Pendukung Ledakan Wereng Coklat di Indonesia <i>Baehaki Suherlan Effendi</i>	55
Strategi dan Implementasi Pengembangan Bawang Merah Melalui Biji Botani untuk Meningkatkan Daya Saing <i>Suwandi</i>	78
Gangguan Hama pada Tanaman Akibat Ketidakseimbangan Ekologi <i>I Wayan Laba</i>	91
Strategi Penyediaan dan Perbanyakan Massal Benih Mendukung Gerakan Nasional Kelapa <i>Novarianto Hengky</i>	102
Pengelolaan Tanaman Serai Wangi Sebagai Sumber Energi dan Pakan Ternak <i>Rosihan Rosman</i>	116
Bioaktif Tanaman Lidah Buaya Sebagai Imbuhan Pakan Unggas <i>Arnold Parlindungan Sinurat</i>	129
Fungsi dan Peranan Ternak dalam Sistem Usaha Tani <i>Uka Kusnadi</i>	147
Pengembangan Kambing Dwiguna Peranakan Etawa Mendukung Ketahanan Pangan Nasional <i>I Ketut Utama</i>	173

Model Pertanian Pangan Cerdas Iklim Berbasis Tata Kelola Lahan Bijak untuk Menghadapi Ancaman Perubahan Iklim <i>Irsal Las</i>	198
Teknologi Pengelolaan Lahan Gambut Berkelanjutan <i>Didi Ardi Suriadikarta</i>	221
Penutup.....	237
Indeks	241
Profil Penulis	253

<http://serverlib/psekp/>

SAMBUTAN MENTERI PERTANIAN

Pembangunan pertanian di Indonesia sebagaimana di negara lain senantiasa dilandasi oleh hasil inovasi para peneliti. 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 dan 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 saya nilai sangat bermanfaat bagi masyarakat sekaligus 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 bermanfaat bukan hanya bagi jajaran Kementerian Pertanian khususnya, 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

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 memperkuat ketahanan pangan, mengentaskan kemiskinan di perdesaan, dan membangun agro-industri. Tantangan pembangunan pertanian semakin berat dan kompleks, di antaranya adalah perubahan iklim, penambahan 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 ilmuwan, 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, Juli 2013

Kepala Badan Penelitian
dan Pengembangan Pertanian

Haryono

PENGANTAR EDITOR

Pengembangan pertanian ke depan sangat terkait dengan upaya pengembangan komoditas dan teknologi pendukungnya seperti perbenihan, pemupukan, penanganan pascapanen, serta pengelolaan lahan termasuk teknik konservasinya. Perubahan iklim perlu pula diantisipasi, baik perubahan iklim global maupun perubahan iklim mikro yang mengikutinya. Beberapa butir penting tersebut dibahas dalam buku bunga rampai ini secara detail dan menarik.

Agribisnis secara umum berawal dari pengembangan perbenihan suatu komoditas. Agribisnis berbasis kacang tanah semakin pesat dengan aneka ragam produknya dan membutuhkan tidak kurang dari 500 ton polong segar per hari, atau 30.000-60.000 ton polong segar dan 5.000-15.000 ton ose (biji) kacang tanah per tahun. Diperkirakan kebutuhan kacang tanah mencapai 50.000-150.000 ton ose dan 150.000-450.000 ton polong segar per tahun. Produksi kacang tanah dalam negeri terus meningkat, namun permintaan belum dapat dipenuhi sendiri sehingga dalam lima tahun terakhir harus mengimpor rata-rata 168.704 ton per tahun.

Komoditas lain seperti bawang merah merupakan salah satu sayuran penting di Indonesia. Luas areal panennya meningkat setiap tahun dan pada tahun 2010 mencapai 109.468 ha dengan produksi 1.048.228 ton (BPS 2010). Tanaman tersebut pada umumnya dikembangkan secara vegetatif menggunakan umbi. Salah satu kendala yang dihadapi petani dalam budi daya bawang merah adalah biaya produksi yang tinggi, antara lain untuk penyediaan bibit yang mencapai 40% dari total biaya usaha tani. Teknik produksi bibit bawang merah di tingkat penangkar tidak berbeda dengan budi daya untuk produksi umbi konsumsi; tidak ada seleksi khusus yang dilakukan untuk benih. Sebagian (10-15%) produksi digunakan lagi untuk benih dengan kualitas yang kurang terjamin

Di sisi lain pengembangan komoditas di lapangan dihadapkan kepada masalah lingkungan yang harus dijaga. Pengendalian hama dengan insektisida sering kali tidak efektif karena jenis dan waktu aplikasi insektisida yang tidak tepat. Ketidakmampuan insektisida mengendalikan wereng coklat, misalnya, dapat menyebabkan resurgensi, yaitu proses peningkatan populasi wereng coklat setelah aplikasi insektisida dengan laju pertumbuhan yang lebih tinggi dibanding yang tidak disemprot insektisida. Resurgensi wereng coklat disebabkan oleh beberapa faktor, antara lain cara penyemprotan yang kurang baik, terbunuhnya musuh alami, perubahan fisiologi tanaman sehingga lebih disukai wereng, atau perubahan fisiologi wereng akibat insektisida.

Hama menjadi salah satu masalah dalam sistem produksi komoditas pertanian. Jika penanganan hama terabaikan, terutama hama yang dapat berkembang secara eksplosif, maka sebagian besar hasil pertanian akan hilang. Namun tindakan manusia dalam mengelola gangguan hama harus aman dan ramah lingkungan. Masalah hama tanaman bukan dibuat oleh alam, tetapi lebih disebabkan oleh tindakan manusia. Biasanya hama bersifat eksplosif, artinya datang secara tiba-tiba dan populasi meningkat, tetapi beberapa jenis hama selalu dalam tingkat populasi yang rendah.

Agroindustri beras sebenarnya sudah maju. Selama ini penggilingan padi skala kecil (PPK) dianggap masih menggunakan peralatan tua, konfigurasinya tidak lengkap, serta menghasilkan beras giling dengan mutu dan rendemen rendah. Dalam upaya mengatasi kelemahan PPK telah dilakukan modifikasi dan penelitian penggunaan kombinasi jenis penyosoh abrasif-friksi, serta perbaikan mutu gabah dengan menambahkan komponen pembersih gabah dan pengabut. Cara ilegal telah digunakan pula seperti pemakaian bahan pemutih kimia untuk mendapatkan beras putih mengilap.

Negara-negara maju, khususnya Eropa, telah melarang penggunaan antibiotik sebagai imbuhan pakan karena dapat memengaruhi kesehatan konsumen. Swedia telah melarang penggunaan antibiotik sebagai imbuhan pakan sejak 1986 dan negara persatuan Eropa melarang penggunaannya mulai tahun 2006. Oleh karena itu, berbagai upaya telah dilakukan untuk mencari imbuhan pakan yang lebih aman untuk menggantikan antibiotik, antara lain bioaktif dari tanaman lidah buaya. Hasil penelitian menunjukkan bioaktif dari tanaman lidah buaya dapat digunakan sebagai imbuhan pakan unggas untuk menggantikan antibiotik dan memungkinkan diterapkan di Indonesia.

Tinggi rendahnya konsumsi bahan makanan dari ternak secara tidak langsung dapat menjadi ukuran tingkat kemakmuran seseorang, keluarga, negara dan juga mencerminkan tingkat kemajuan dan teknologi bangsa. Jumlah pemilikan ternak oleh keluarga pedesaan lazim dijadikan ukuran status sosial-ekonomi, status sosial, dan kesejahteraan.

Sebagai ternak perah, kontribusi ternak kambing terhadap produksi susu nasional saat ini masih sangat rendah. Produksi susu dalam negeri masih bertumpu pada sapi Friesien Holstein (FH). Namun produksi susu sapi perah dalam negeri baru mampu memenuhi sekitar 30% dari total kebutuhan dan sisanya (70%) harus diimpor. Terbatasnya daerah yang sesuai untuk pengembangan sapi perah, kualitas pakan yang relatif rendah, dan manajemen pemeliharaan yang belum optimal mengakibatkan sapi FH di Indonesia tidak dapat mengekspresikan potensi genetiknya secara maksimal seperti di daerah asalnya. Oleh karena itu, kambing Peranakan

Etawah (PE) yang merupakan kambing lokal tipe dwiguna (daging dan susu) dapat menjadi alternatif untuk dikembangkan untuk meningkatkan produksi daging dan susu dan mendukung ketahanan pangan di pedesaan. Pengembangan kambing PE secara luas diharapkan dapat meningkatkan kualitas sumber daya manusia pedesaan melalui perbaikan konsumsi gizi, selain adanya peluang meningkatkan pendapatan petani.

Tanaman perkebunan termasuk kelapa merupakan penghela utama ekspor komoditas pertanian. Dalam rangka mempercepat peremajaan kelapa di Indonesia, Direktorat Jenderal Perkebunan, Kementerian Pertanian, sedang membahas Program Gerakan Nasional (Gernas) Kelapa dengan lembaga terkait. Diharapkan berjalannya Gernas Kelapa akan mempercepat realisasi peremajaan dan pengembangan kelapa sehingga produksi dan produktivitas kelapa meningkat. Sehubungan dengan itu, diperlukan varietas unggul kelapa dan strategi perbenihan serta perbanyak benih secara massal untuk mendukung kegiatan Gernas Kelapa. Ke depan, pemanfaatan kelapa untuk kebutuhan nonpangan seperti bahan bakar nabati juga semakin prospektif, seperti halnya serai.

Adanya manfaat baru dari serai wangi sebagai bioaditif dan pakan ternak, telah membuka peluang pasar yang memberikan nilai tambah bagi komoditas ini. Bioaditif dapat menekan penggunaan bahan bakar bensin dan solar. Pemanfaatan limbah sulingan daun serai wangi sebagai pakan ternak dapat menggantikan 80% kebutuhan hijauan atau rumput pakan sapi. Limbah sulingan daun serai wangi juga dapat dijadikan mulsa atau kompos. Kotoran sapi dapat dimanfaatkan sebagai sumber biogas untuk menghasilkan energi listrik, sebelum dimanfaatkan sebagai pupuk organik. Oleh karena itu, pengelolaan serai wangi perlu mendapat perhatian, terutama sebagai bioaditif dan pakan ternak.

Pengembangan komoditas-komoditas tersebut tidak lepas dari ketersediaan lahan, termasuk lahan suboptimal seperti lahan kering dan rawa. Pemanfaatan lahan rawa untuk pertanian merupakan pilihan yang strategis, baik untuk memenuhi kebutuhan pangan maupun mengimbangi penciptaan lahan produktif di Jawa yang dialihfungsikan untuk pembangunan nonpertanian seperti perumahan, jalan raya, dan kawasan industri. Kesuburan lahan pertanian menjadi salah satu faktor kunci keberhasilan sistem produksi tanaman pangan. Jaminan keamanan pangan dalam jumlah yang cukup, harga terjangkau oleh masyarakat, dan ketersediaan yang merata berdasarkan sebaran demografi dan kalender waktu bulanan dan tahunan merupakan prasyarat utama jaminan perlindungan negara atas pangan terhadap rakyatnya. Oleh karena itu, lahan pertanian harus dikelola dengan tepat agar terhindar dari kerusakan dalam upaya mengamankan sistem produksi tanaman pangan.

Pada akhirnya pengembangan pertanian tidak lepas dari masalah iklim. Variabilitas dan perubahan iklim yang disebabkan oleh fenomena pemanasan global merupakan suatu keniscayaan gejala alam yang bersifat global, yang dipicu oleh aktivitas manusia (antropogenik) yang menyebabkan peningkatan emisi gas rumah kaca (GRK). Perubahan iklim berdampak serius terhadap berbagai aspek kehidupan, terutama produksi dan ketersediaan pangan. Sistem produksi pangan yang umumnya dikelola oleh petani kecil dengan areal garapan yang sempit paling rentan terhadap dampak perubahan iklim, baik langsung maupun tidak langsung, sehingga memengaruhi produksi pangan dan kesejahteraan petani. Sejarah menunjukkan, jika terjadi cekaman iklim, terutama kekeringan, selalu dibarengi oleh meningkatnya angka kemelaratan.

Masalah sumber daya lahan di masa mendatang akan semakin kompleks dan muncul dalam beberapa bentuk dan derivasi, baik secara fisik/teknis maupun nonfisik/nonteknis (sosial-ekonomi). Secara teknis, masalah utama sumber daya lahan terkait dengan luas dan sebarannya serta dinamika karakteristik fisika, kimia, dan biologi tanah. Secara nonteknis erat kaitannya dengan aspek sosial-ekonomi, legalitas (kepemilikan), sistem pengelolaan, dan kebijakan tata kelola dan pemanfaatan lahan. Masalah teknis utama yang sudah dan akan terus muncul adalah penciptaan dan degradasi sumber daya lahan yang pada umumnya disebabkan oleh kompetisi penggunaan dan eksploitasi yang kurang memerhatikan daya dukung lahan secara bijaksana.

Potensi Pengembangan Kacang Tanah pada Lahan Kering Masam

ASTANTO KASNO

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

Agribisnis berbasis kacang tanah berkembang pesat dengan aneka ragam produk dan membutuhkan tidak kurang dari 500 ton polong segar per hari, atau 30.000-60.000 ton polong segar per tahun. Secara nasional, kebutuhan kacang tanah untuk agroindustri diperkirakan 50.000-150.000 ton ose (biji) dan 150.000-450.000 ton polong segar per tahun. Produksi kacang tanah dalam negeri terus meningkat, tetapi permintaan belum dapat dipenuhi sendiri sehingga dalam lima tahun terakhir impor kacang tanah rata-rata 168.704 ton/tahun. Terdapat peluang peningkatan produksi melalui penambahan areal tanam pada lahan kering masam. Budi daya kacang tanah pada lahan kering masam lebih menguntungkan dibandingkan dengan tanaman pangan lainnya. Badan Litbang Pertanian telah merakit varietas unggul yang adaptif dan teknologi budi daya kacang tanah di lahan kering masam. Hasil kacang tanah pada lahan kering masam dapat mencapai maksimum bila organisme pengganggu tanaman dapat dikendalikan. Bila 1% lahan kering masam yang tersebar di Sumatera, Kalimantan, Sulawesi Selatan, dan Papua dapat ditanami kacang tanah, maka peningkatan produksi dapat memenuhi permintaan dalam negeri.

Kata kunci: kacang tanah, agribisnis, lahan kering masam, teknologi

PENDAHULUAN

Agribisnis berbasis kacang tanah semakin pesat dengan aneka ragam produk dan membutuhkan tidak kurang dari 500 ton polong segar per hari, atau 30.000-60.000 ton polong segar dan 5.000-15.000 ton ose (biji) kacang tanah per tahun. Diperkirakan kebutuhan kacang tanah mencapai 50.000-150.000 ton ose dan 150.000-450.000 ton polong segar per tahun. Produksi kacang tanah dalam negeri terus meningkat, namun permintaan belum dapat dipenuhi sendiri sehingga dalam lima tahun terakhir Indonesia harus mengimpor rata-rata 168.704 ton per tahun (Dwi Kelinci 2005).

Peningkatan produksi dengan memperluas areal tanam pada lahan kering masam masih terbuka. Luas lahan kering masam di Sumatera, Kalimantan, dan Papua mencapai 102,8 juta ha, namun yang sesuai untuk

pengembangan pertanian (tanaman pangan dan tanaman perkebunan) hanya 55,8 juta ha (Mulyani 2006).

Analisis keunggulan komparatif menunjukkan bahwa produktivitas kacang tanah di lahan kering masam (Podsolik Merah Kuning, PMK) harus 0,34-0,78 t/ha polong kering agar dapat memberikan keuntungan yang sama dengan tanaman pangan lain. Produktivitas tersebut lebih rendah dibandingkan dengan rata-rata hasil kacang tanah di tanah PMK yakni 0,9 t/ha polong kering, sehingga komoditas ini memiliki keunggulan komparatif terhadap tanaman pangan lainnya (Makmun *et al.* 1996; Rina *et al.* 2002).

Sumarno *et al.* (1989) melaporkan hasil kacang tanah varietas Kelinci di lahan kering masam tanpa pengapuran mencapai 3,1 t/ha polong kering. Produktivitas varietas kacang tanah toleran lahan masam yang memiliki kejenuhan Al sedang lebih tinggi dari varietas lokal. Produktivitas kacang tanah varietas Jerapah berkisar antara 2,0-3,0 t/ha pada lahan kering masam dengan kejenuhan Al rendah hingga sedang tanpa pengapuran. Bila dikapur dengan dolomit 2 t/ha, produktivitas varietas Jerapah mencapai 3,7 t/ha polong kering (Kasno 2010).

KARAKTERISTIK LAHAN

Lahan kering masam atau Ultisol umumnya memiliki pH rendah hingga sangat rendah (pH 5-3,1), kecuali tanah Ultisol batu gamping yang mempunyai pH netral hingga agak masam (pH 6,8-6,5). Lahan kering masam Ultisol menyebar di hampir 25% daratan Indonesia. Diperkirakan luas lahan kering masam di Sumatera dan Kalimantan mencapai 16,4 juta ha yang dapat digunakan untuk pengembangan areal pertanian. Penampang tanah yang dalam dan kapasitas tukar kation yang tergolong sedang hingga tinggi menjadikan tanah masam berperan penting dalam pengembangan pertanian lahan kering di Indonesia.

Produktivitas atau hasil per satuan luas merupakan tolok ukur pendapatan petani, yang sekaligus tolok ukur kinerja teknologi. Peningkatan produktivitas tanah Ultisol dapat dilakukan melalui perbaikan tanah (ameliorasi), pemupukan, pemberian bahan organik, dan penggunaan varietas toleran lahan masam. Ameliorasi lahan masam dengan pengapuran bertujuan untuk meningkatkan pH dan menurunkan Al-dd tanah (Rosolem *et al.* 1999). Namun, pengapuran yang berlebihan dapat menyebabkan defisiensi beberapa unsur mikro akibat naiknya pH (Myers dan de Pauw 1995). Pengapuran sebaiknya dilakukan bila pH tanah di bawah 5 karena pada pH di atas 5,5, respons Al rendah karena sudah mengendap menjadi $\text{Al}(\text{OH})_3$ (Prasetyo dan Suriadikarta 2006). Cara lain untuk mengatasi keracunan Al adalah dengan pemberian bahan organik ke dalam tanah,

karena bahan organik dapat larut, terutama asam-asam fulvik yang biasanya dapat mengurangi keracunan Al (Hairiah *et al.* 2000). Cara tersebut efektif bila cekaman hanya terjadi pada lapisan olah. Bila cekaman lahan masam terjadi hingga ke lapisan *subsoil*, maka perlu menggunakan varietas toleran lahan masam.

Hasil survei Taufiq *et al.* (2004) menunjukkan lahan kering di Lampung Tengah dan Tulang Bawang tergolong masam (pH 5) dengan kejenuhan Al 24,5-30,2%, namun potensi kesuburannya di Lampung Tengah relatif lebih tinggi dibandingkan dengan di Tulang Bawang. Masalah utama di lahan kering Lampung Tengah dan Tulang Bawang adalah rendahnya pH, tingginya kejenuhan Al dan Fe, dan rendahnya P dan K tersedia.

ADAPTASI TANAMAN PADA LAHAN KERING MASAM

Lahan kering masam dan kejenuhan Al berpengaruh terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman. Setiap tanaman mempunyai toleransi yang berbeda terhadap kejenuhan Al, dan berturut-turut dari yang paling toleran hingga peka adalah ubi kayu, kacang tunggak, kacang tanah, kacang gude, kentang, padi, dan gandum (Hede *et al.* 2002). Toleransi kacang tanah, kedelai, dan kacang hijau terhadap kejenuhan Al berturut-turut adalah 30%, 10%, dan 5% (Sujadi 1984). Trustinah *et al.* (2008b) melaporkan bahwa pada lahan kering masam Jasinga, Jawa Barat, yang memiliki kejenuhan Al tinggi, kacang tanah dan kacang tunggak lebih toleran dibanding kedelai, dan yang paling peka adalah kacang hijau (Tabel 1). Kedelai dan kacang hijau tumbuh lebih kurus dan daunnya tidak sempurna, sedangkan kacang tanah dan kacang tunggak memiliki pertumbuhan vegetatif yang normal. Tanaman yang peka lahan masam mempunyai akar lebih pendek, ringan, tanaman pendek, hasil lebih sedikit, dan biji lebih kecil (Tabel 2).

Sentra produksi kacang tanah di Sumatera, Kalimantan, dan Papua umumnya adalah lahan kering masam. Tanaman yang keracunan Al akan memperlihatkan gejala berupa akar primer menebal dan melengkung, tudung akar rusak, akar pendek dan besar, warna akar coklat kekuningan, ukuran daun lebih kecil dengan warna gelap, dan pinggiran daun berwarna keunguan (Murtado dan Ismunadji 1988). Lahan kering dengan tingkat kejenuhan Al tinggi umumnya terdapat di Sumatera, khususnya Lampung, dan dengan sulfat masam di Kalimantan.

Trustinah *et al.* (2009) melaporkan bahwa hasil kacang tanah di lahan kering masam Jasinga, Jawa Barat yang memiliki pH 4,4 dan kejenuhan Al 91,5% berkisar antara 0,55-2,21 t/ha dengan rata-rata 1,27 t/ha. Pada kondisi demikian, hasil rata-rata kacang tunggak, kedelai, dan kacang hijau berturut-turut adalah 0,82 t, 0,55 t, dan 0,22 t/ha. Dari beberapa tanaman kacang-

Tabel 1. Skor pertumbuhan kedelai, kacang tanah, kacang hijau, dan kacang tunggak pada lingkungan tanpa kapur. Jasinga, Jawa Barat, MK 2007.

Skor pertumbuhan (1-5)	Jumlah tanaman tumbuh			
	Kedelai	Kacang tanah	Kacang hijau	Kacang tunggak
1 = toleran, pertumbuhan normal, daun hijau, subur	2	6	0	7
2 = agak toleran, pertumbuhan agak normal, kurang subur	9	31	0	25
3 = agak rentan, tanaman kurang subur, daun menguning	26	13	4	14
4 = rentan, tanaman kerdil, daun menguning	12	0	17	4
5 = sangat rentan, sangat kerdil, daun kecoklatan, tanaman mati sebelum berbunga	1	0	29	0
Rata-rata skor tanpa pengapuran (L1)	2,82	1,88	4,37	2,05
Rata-rata skor dengan pengapuran (L2)	2,04	1,66	3,78	1,23
Jumlah tanaman terpilih	2	6	0	7

Sumber: Trustinah *et al.* (2008b).

Tabel 2. Tinggi tanaman, panjang akar, berat akar, bobot 100 biji, dan hasil kacang-kacangan pada lingkungan tanpa kapur dan dengan pengapuran. Jasinga, Jawa Barat, MK 2007.

Parameter	K. hijau		Kedelai		K. tanah		K. tunggak	
	L1	L2	L1	L2	L1	L2	L1	L2
Tinggi tanaman (cm)	22,0	27,8	46,4	44,4	46,4	43,7	49,0	61,9
Skor pertumbuhan	4,37	3,78	2,82	2,14	1,88	1,66	2,05	1,23
Panjang akar (cm)	6,99	8,30	17,1	17,5	14,9	14,5	15,1	13,7
Bobot kering akar (cm)	0,23	0,28	3,46	3,37	5,86	4,95	2,21	1,97
Bobot 100 biji (g)	4,67	4,72	8,16	7,81	42,1	44,03	9,83	11,0
Hasil biji atau polong (t/ha)	0,22	0,25	0,55	0,57	1,27	1,44	0,82	0,98
Peningkatan hasil (%)	13,6		3,6		13,4		19,5	

L1: tanpa kapur; L2: dengan kapur

Sumber: Trustinah *et al.* (2008b).

kacangan yang diuji, kacang tanah paling adaptif dan prospektif dikembangkan pada lahan masam. Pengujian 250 genotipe kacang tanah di lahan Ultisol masam Lampung dengan pH 4,9 dan Al_{d} 28,6% menunjukkan hasil yang baik, berkisar antara 1,35-3,58 t/ha dengan rata-rata 2,29 t/ha (Tabel 3).

STRATEGI PENGEMBANGAN

Pengembangan kacang tanah di lahan kering masam memerlukan teknologi spesifik lokasi dengan strategi khusus.

Pengendalian Al, Fe, dan pH

Antisipasi utama masalah biofisik lahan kering masam adalah menjinakkan pengaruh negatif Al, Fe, dan pH tanah dengan ameliorasi lahan menggunakan kapur, bahan organik, pupuk P dan K, dan varietas toleran. Saragih dan Raihan (1996) mengemukakan bahwa pengendalian senyawa toksik yang efektif adalah dengan pemberian kapur dengan takaran 1,5-2,0 t/ha. Manfaat kapur selain sebagai amelioran adalah sebagai penyedia Ca yang esensial bagi kacang tanah dalam pembentukan dan pengisian biji. Kacang tanah yang kekurangan Ca akan menghasilkan polong sedikit dengan biji keriput (Sutarto *et al.* 1988). Hal serupa juga dikemukakan oleh Rosolem *et al.* (1999), bahwa pemberian kapur selain menaikkan pH tanah juga meningkatkan kadar Ca dan Mg. Namun, pengapuran yang berlebihan dapat menyebabkan defisiensi beberapa unsur mikro akibat naiknya pH (Myers dan de Pauw 1995). Pengapuran sebaiknya dilakukan bila pH tanah di bawah 5, karena

Tabel 3. Distribusi hasil 250 galur kacang tanah. Rumbia, Lampung Tengah, MK 2009.

Kisaran hasil (t/ha)	Jumlah genotipe
1,35-1,62	9
1,63-1,90	19
1,91-2,18	50
2,19-2,45	88
2,46-2,73	53
2,74-3,01	21
3,02-3,29	5
3,30-3,57	6

Sumber: Trustinah *et al.* (2011).

bila pH tanah di atas 5,5, respons terhadap Al rendah karena mengendap menjadi $\text{Al}(\text{OH})_3$ (Prasetyo dan Suriadikarta 2006).

Cara lain untuk mengatasi keracunan Al adalah dengan pemberian bahan organik ke dalam tanah. Dengan adanya senyawa organik yang dapat larut, terutama asam-asam fulvik yang biasanya terdapat pada bahan organik, dapat mengurangi keracunan Al (Hairiah *et al.* 2000). Pemberian kapur dolomit 2 t/ha dapat meningkatkan pH tanah dari 4,4 menjadi 5,4 dan menurunkan kejenuhan Al dari 91,5% menjadi 61,1%, dan meningkatkan ketersediaan K dari 0,29 menjadi 0,53 me/100 g, Ca dari 0,96 menjadi 6,92 me/100 g, dan Mg dari 0,41 menjadi 06,92 me/100 g (Tabel 4).

Pengelolaan Hara dan Populasi Tanaman

Pengelolaan hara merupakan tindak lanjut dari ameliorasi lahan. Menurut Saragih dan Raihan (1996), untuk menghasilkan kacang tanah 2,0 t/ha polong kering di lahan kering masam, perlu pemupukan N 45 kg, P_2O_5 90 kg, dan K_2O 50 kg/ha. Populasi tanaman 250.000 per hektare dengan jarak tanam 40 cm x 10 cm, satu tanaman per rumpun.

Evaluasi paket pemupukan dalam sistem tumpang sari di lahan kering Banjarnegara menunjukkan produktivitas kacang tanah dapat ditingkatkan dengan pemupukan urea 50 kg/ha + SP36 100 kg/ha + dolomit 500 kg/ha. Hasil kacang tanah pada sistem baris ganda (60 cm x 70 cm) x 2,6 m lebih tinggi dibandingkan dengan sistem baris ganda (60 cm x 70 cm) x 2,0 m, tidak menyebabkan penurunan hasil ubi kayu, dan hasil kacang tanah meningkat menjadi 8,1 t/ha polong kering (Wijanarko *et al.* 2011).

Tabel 4. Analisis tanah pada perlakuan tanpa pengapuran dan dengan pengapuran. Jasinga, Jawa Barat, MK 2007.

Unsur hara	Tanpa kapur	Dengan kapur
pH H_2O	4,40	5,40
pH KCl	4,20	4,20
K (me/100 g)	0,29	0,53
Na (me/100 g)	0,41	0,30
Ca (me/100 g)	0,96	6,92
Mg (me/100 g)	0,41	1,91
Al-dd (me/100 g)	22,40	15,20
H-dd (me/100 g)	0	0
Kejenuhan Al (%)	91,54	61,14

Sumber: Trustinah *et al.* (2009).

Selanjutnya Harsono *et al.* (2011) melaporkan produktivitas lahan kering masam di Lampung Tengah dapat ditingkatkan hingga *land equivalent ration* (LER) 2,29-2,53 dengan menerapkan pola tanam ubi kayu + kedelai/kacang tanah. Varietas ubi kayu yang digunakan sebaiknya bertunas menyamping, habitus sedang, ditanam 2 minggu setelah kedelai pada jarak tanam (80 cm x 60 cm) x 2,5 m. Hasil ubi kayu pada pola tanam ini cukup tinggi, berkisar antara 22-25 t/ha. Kedelai dan kacang tanah mampu memberikan hasil memadai, masing-masing 0,74-0,87 t/ha biji kering dan 1,53-1,56 t/ha polong kering. Hasil ubi kayu UJ-5 yang ditanam monokultur rata-rata 27,5 t/ha ubi segar. Untuk mencapai hasil yang memadai, kacang tanah perlu dipupuk urea 75 kg + SP36 100 kg + KCl 100 kg/ha.

Pada lahan sulfat masam tipe C di Kalimantan Selatan, saluran drainase terbaik untuk tanaman kacang tanah adalah 1,5 m. Jarak antara saluran 6,0 m, kedalaman 20 cm, dan lebar 30 cm (Anwar dan Rina 2002).

Penggunaan Varietas Toleran

Pengendalian Al, Fe, pH, dan pemupukan efektif bila cekaman kemasaman tanah hanya terjadi pada lapisan olah. Bila cekaman kemasaman tanah terjadi hingga ke lapisan *subsoil*, maka perlu penggunaan varietas toleran.

Varietas toleran didefinisikan sebagai kemampuan tanaman untuk tetap tumbuh pada lingkungan tercekam. Koesrini dan Sabran (1994) melaporkan bahwa galur kacang tanah GH 1697 (Singa), LM/ICGV 86021-88-B-16 (Jerapah), dan varietas Kelinci memiliki toleransi yang baik terhadap lahan kering masam. Selanjutnya, Anwar dan Sadeli (2002) menyatakan bahwa varietas Jerapah mempunyai tingkat adaptasi yang paling baik pada tanah masam dan drainase buruk di Kabupaten Barito Kuala, Kalimantan Selatan, dengan kisaran hasil 1,6-2,4 t/ha.

Sejalan dengan hasil penelitian terdahulu, varietas Singa dan Jerapah adaptif pada lahan kering masam (Koesrini dan Sabran 1994; Anwar dan Sadeli 2002; Trustinah *et al.* 2008a). Beberapa varietas kacang tanah yang toleran pada lahan kering masam dapat dilihat pada Tabel 5.

Produktivitas varietas kacang tanah toleran lahan masam yang memiliki kejenuhan Al tinggi lebih tinggi dibanding varietas lokal. Produktivitas varietas Jerapah berkisar antara 2,0-3,0 t/ha pada lahan kering masam dengan kejenuhan Al rendah hingga sedang tanpa pengapuran. Bila dikapur dengan dolomit 2 t/ha, hasil varietas Jerapah mencapai 3,7 t/ha polong kering. Produktivitas varietas lokal pada lahan kering masam yang memiliki tingkat kejenuhan Al sedang kurang dari 1 t/ha dan pengapuran tidak memperbaiki keadaan (Tabel 6). Dengan demikian, penggunaan varietas kacang tanah toleran lahan kering masam yang memiliki kejenuhan Al sedang memberikan

Tabel 5. Hasil dan indeks toleransi cekaman kacang tanah pada lingkungan tanpa pengapuran (kejenuhan Al tinggi) dan dengan pengapuran (kejenuhan Al agak tinggi). Jasinga, Jawa Barat, MK 2007.

Varietas	Hasil polong (t/ha) pada kejenuhan Al		Indeks toleransi cekaman	Keterangan
	91,5%	61,1%		
Singa	2,17	3,25	2,16	Toleran
Anoa	0,93	1,07	1,67	Agak toleran
Badak	1,42	1,02	1,03	Agak toleran
Banteng	1,01	0,93	1,33	Agak toleran
Biawak	1,33	1,09	1,19	Agak toleran
Bima	0,81	0,72	1,30	Peka
Bison	1,06	0,93	1,27	Peka
Domba	1,61	1,80	1,61	Toleran
Gajah	1,81	2,16	1,72	Toleran
Jerapah	0,97	1,17	1,73	Agak toleran
Kancil	1,65	1,65	1,44	Toleran
Kelinci	1,57	1,44	1,33	Agak toleran
Kidang	1,50	1,63	1,57	Agak toleran
Komodo	1,44	1,33	1,33	Agak toleran
Landak	1,65	2,15	1,88	Toleran
Macan	1,56	1,28	1,18	Agak toleran
Mahesa	1,69	1,50	1,28	Agak toleran
Panter	1,74	1,81	1,50	Agak toleran
Sima	1,60	1,53	1,39	Agak toleran
MLG 7504	1,50	2,04	1,97	Agak toleran
Tuban	1,22	1,45	1,72	Agak toleran
Tupai	1,74	1,82	1,51	Agak toleran
Turangga	1,64	2,39	2,10	Toleran
Zebra	1,45	1,95	1,94	Toleran
Jepara	1,37	1,48	1,56	Agak toleran
Rata-rata 50 genotipe	1,27	1,31	1,44	Toleran

Sumber: Trustinah *et al.* (2008a).

harapan untuk meningkatkan produktivitas kacang tanah. Namun perlu juga dikembangkan varietas kacang tanah yang toleran lahan kering masam dengan tingkat kejenuhan Al tinggi.

Tanaman yang toleran terhadap keracunan Al memiliki kemampuan untuk menekan pengaruh buruk keracunan Al. Kriteria tanaman yang toleran keracunan Al antara lain (1) akar sanggup tumbuh terus dan ujung akar tidak rusak, (2) mampu mengurangi absorpsi Al, (3) memiliki berbagai

Tabel 6. Hasil polong kering beberapa varietas kacang tanah pada lahan masam rendah dan Al tinggi dengan dan tanpa kapur. Lampung, MK II, tahun 2010.

Varietas	Hasil polong kering (t/ha)					
	Natar % Al rendah			Rejobinangun % Al sedang		Persentase
	Tanpa kapur	Dikapur	Persentase	Tanpa kapur	Dikapur	
Jerapah	3,04	3,66	20,94	2,00	2,01	0,50
Turangga	3,23	3,52	8,97	1,76	2,32	31,81
Landak	2,50	2,64	5,60	1,22	1,64	34,42
Rata-rata	2,92	2,94	6,84	1,66	1,98	22,07
Lokal	1,85	2,20	19,23	0,75	0,62	29,96
Rata-rata	2,74	2,91	6,20	1,43	1,64	24,06

Sumber: Kasno (2010)

cara untuk menetralkan pengaruh toksik Al setelah diserap tanaman, (4) sanggup menciptakan keadaan yang kurang masam di daerah perakaran, (5) translokasi ion Al ke bagian atas sedikit karena sebagian besar ditahan di akar, dan (6) ion Al tidak sanggup menghambat serapan Ca, Mg, dan K.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa mekanisme toleransi tanaman terhadap cekaman Al dapat dikelompokkan sebagai mekanisme eksternal dan internal (Hede *et al.* 2002). Mekanisme eksternal disebut pula mekanisme penghindaran (*avoidance*), yaitu sistem toleransi yang dibangun oleh tanaman dengan cara mencegah Al untuk tidak masuk ke dalam sistem simplas, yang dapat berupa: (1) immobilisasi Al pada dinding sel, (2) permeabilitas selektif dari membran plasma, (3) *barrier* pH pada rizosfer, (4) eksudasi *ligand* pengkelat Al, (5) eksudasi P, dan (6) efluks Al. Mekanisme internal berupa: (1) kelatisasi Al pada sitosol, (2) kompartementasi Al pada vakuola, (3) protein pengikat Al, (4) enzim toleran Al, dan (5) peningkatan aktivitas enzim.

Kerusakan tanaman akibat keracunan Al terutama terlihat pada sistem perakaran, sehingga tingkat pertumbuhan akar merupakan indikator utama perbedaan respons genotipe terhadap keracunan Al (Hede *et al.* 2002). Ujung akar (tudung akar, meristem, dan daerah perpanjangan) mengakumulasi Al lebih banyak dan cenderung menyebabkan kerusakan yang lebih besar daripada jaringan akar yang tua.

Nursyamsi *et al.* (2002) melaporkan bahwa rasio bobot kering akar/pucuk merupakan parameter penting yang menunjukkan perbedaan toleransi Al pada tanaman jagung. Konsentrasi asam organik total pada akar memperlihatkan perbedaan toleransi Al pada kedelai dan padi. Varietas toleran menunjukkan translokasi Al dari akar ke pucuk lebih rendah.

Pada lahan kering masam yang memiliki kejenuhan Al tinggi dan tanpa perlakuan pengapuran, rata-rata hasil kacang tanah hanya 1,4 t/ha, dengan hasil tertinggi 1,6 t/ha polong kering (Tabel 7). Hasil kacang tanah varietas lokal pada lahan kering masam yang memiliki kejenuhan Al sedang kurang dari 1 t/ha dan pengapuran tidak memperbaiki keadaan. Hasil varietas unggul

Tabel 7. Hasil kacang tanah pada lahan kering masam dengan berbagai tingkat kejenuhan Al. MK I, 2011.

Galur/varietas	Hasil polong (t/ha)				Rata-rata
	Lampsel,	Lamteng,	Lampung Timur		
	Natar (% Al rendah)	Rumbia (% Al sedang)	Rejobinangun (% Al sedang)	Sukadana (% Al tinggi)	
MHS/91278-99-C-180-13-5	2,64	2,13	2,19	1,30	2,06
G/92088//92088-02-B-2-9	2,85	1,92	1,89	1,43	2,02
G/92088//92088-02-B-2-8-1	2,94	2,15	2,25	1,55	2,22
G/92088//92088-02-B-2-8-2	3,67	2,35	2,51	1,30	2,46
J/J11-99-D-6210	2,48	2,05	3,01	1,41	2,24
P 9801-25-2	2,52	1,84	2,96	1,63	2,24
MHS/91278-99-C-174-7 -3	2,70	2,27	2,56	1,16	2,17
J/91283-99-C-192-17	2,62	2,18	2,46	1,34	2,15
MHS/91278-99-C-180-13-7	2,23	2,11	2,27	1,47	2,02
Mn/92088-02-B-1-2	2,44	1,85	3,13	1,60	2,25
MLG 7638	2,28	2,16	2,32	1,54	2,08
IC 87123/86680-93-B-75-55	2,69	2,04	2,83	1,24	2,20
IC 87123/86680-93-B-75-55	2,39	2,49	2,76	1,46	2,28
MLG 7932	2,27	1,72	3,04	1,25	2,07
Jerapah	2,04	1,80	2,33	1,32	1,87
Talam-1	2,24	1,91	1,95	1,20	1,83
Unila-2	2,23	1,83	2,10	0,93	1,77
Rata-rata 30 galur	2,52	2,01	2,40	1,37	2,08
Minimum	2,04	1,62	1,66	0,93	1,77
Maksimum	3,67	2,49	3,13	1,63	2,46

Sumber: Kasno (2011)

masih mampu mencapai 2 t/ha polong kering (Tabel 6). Talam 1 sebagai varietas toleran dan adaptif pada lahan kering masam yang memiliki kejenuhan Al tinggi memberikan hasil polong di atas 1 t/ha, demikian juga varietas Jerapah. Terdapat 14 galur yang berpotensi untuk dikembangkan pada lahan kering masam yang memiliki kejenuhan Al tinggi (Tabel 7). Galur-galur tersebut saat ini sedang diseleksi melalui uji adaptasi, dan diharapkan terpilih satu galur yang adaptif pada lahan kering masam yang memiliki kejenuhan Al tinggi dan dapat diusulkan sebagai varietas unggul baru.

Pengendalian OPT

Gulma merupakan organisme pengganggu tanaman (OPT) yang penting di lahan kering masam dan didominasi oleh rerumputan, seperti *Eleusine indica*, *Echinochloa colona*, *Cyperus* sp., herba, *Boeraria* sp., dan *Ageratum conyzoides*. Penyakit karat, bercak daun, virus belang, dan layu bakteri bersifat kosmopolit. Gabungan cekaman OPT yang akut dapat menyebabkan gagal panen.

Di daerah pengembangan kacang tanah di lahan kering masam, tenaga kerja menjadi faktor pembatas sehingga pengendalian gulma pada usaha tani berskala luas disarankan menggunakan herbisida pratumuh. Harsono dan Rahmianna (1992) dalam Harsono (1993) melaporkan bahwa penggunaan herbisida alaclor 2 l/ha pada saat tanam mampu menekan pertumbuhan gulma hingga tanaman kacang tanah berumur 45 hari dan meningkatkan hasil dari 1,3 t/ha menjadi 2,1 t/ha polong kering. Penelitian Mawardi dan Ramli (1990) dalam Harsono (1993) juga menunjukkan bahwa herbisida *imazethapyr* dan *pendimethalin*, masing-masing dengan dosis 2 l dan 4 l/ha, efektif menekan pertumbuhan gulma berdaun sempit (rerumputan) dan berdaun lebar

Selain penggunaan varietas tahan seperti Singa, Jerapah, Talam 1, dan Kelinci, pengendalian penyakit layu bakteri dan penyakit daun disarankan menggunakan fungisida secara terkendali. Saleh dan Hardaningsih (1996) melaporkan bahwa penyemprotan fungisida tiofanat metil dua kali pada umur 7 dan 9 minggu dapat mencegah kehilangan hasil 30%. Aplikasi *chlorotalonil* 75% dengan dosis 2 kg dengan volume 400-600 l air/ha, memberikan hasil kacang tanah 3,30 t/ha bila dipanen pada umur 100 hari setelah tanam (HST) dan bila dipanen pada umur 119 hari hasilnya mencapai 3,80 t/ha polong kering. Tanpa pengendalian penyakit, kacang tanah yang dipanen pada umur 100 HST menghasilkan 2,40 t/ha dan panen pada umur 119 HST hasilnya hanya 1,23 t/ha polong kering. Dengan demikian, pengendalian penyakit daun pada varietas peka dapat mencegah kehilangan hasil sekitar 70% dan panen kacang tanah dapat ditunda hingga 19 hari (Hardaningsih 1993). Hama yang sering ditemukan adalah penggerek daun,

ulat jengkal, dan ulat grayak. Hama-hama tersebut dapat dikendalikan dengan aplikasi insektisida pada umur 25, 35, dan 45 HST (Balitkabi 2010).

KESIMPULAN DAN SARAN

1. Pengembangan kacang tanah pada lahan kering masam dalam jangka panjang dinilai prospektif karena: (a) kacang tanah paling toleran dan adaptif pada lahan masam, (b) lebih menguntungkan dari segi ekonomi dibandingkan dengan tanaman pangan lainnya.
2. Kejenuhan Al pada lahan kering masam merupakan faktor pembatas dan varietas unggul yang tersedia memiliki toleransi terhadap tingkat kejenuhan Al sedang. Pengembangan kacang tanah pada lahan kering masam perlu diawali dengan pengendalian Al dan pH dengan ameliorasi lahan dan penggunaan varietas toleran lahan kering masam.
3. Produktivitas kacang tanah pada lahan kering masam dapat ditingkatkan bila organisme pengganggu tanaman dapat dikendalikan.
4. Pengembangan varietas kacang tanah toleran lahan kering masam yang memiliki kejenuhan Al tinggi perlu mendapat perhatian agar pengembangan kacang tanah lebih berhasil.

DAFTAR PUSTAKA

- Anwar, K. dan Y. Rina. 2002. Kerapatan dan kedalaman saluran drainase pada pertanaman kacang tanah dan kedelai di lahan sulfat masam tipe luapan C. hlm. 439-445. *Dalam* I.K. Tastra *et al.* (Ed.). Peningkatan Produktivitas, Kualitas, dan Efisiensi Sistem Produksi Tanaman Kacang-kacangan dan Umbi-umbian Menuju Ketahanan Pangan dan Agribisnis. Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanaman Pangan, Bogor.
- Anwar, A. dan D. I. Saderi. 2002. Adaptasi varietas unggul kacang tanah pada lahan sulfat masam. hlm. 458-463. *Dalam* I.K. Kastru *et al.* (Ed.). Peningkatan Produktivitas, Kualitas, dan Efisiensi Sistem Produksi Tanaman Kacang-kacangan dan Umbi-umbian Menuju Ketahanan Pangan dan Agribisnis. Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanaman Pangan, Bogor.
- Balitkabi. 2010. Teknologi produksi kedelai, kacang tanah, kacang hijau, ubikayu dan ubi jalar. Balai Penelitian Tanaman Kacang-kacangan dan Umbi-umbian, Malang. hlm. 13-17.

- Dwi Kelinci, PT. 2005. Menuju swasembada kacang tanah di Indonesia. Makalah disampaikan pada Pertemuan Koordinasi Instansi Terkait dalam rangka UPSUS Pengembangan Kacang Tanah Menuju Swasembada, Yogyakarta, 29 September 2005.
- Hairiah, K., Widiyanto, S.R. Utami, D. Suprayogo, Sunaryo, S.M. Sitompul, B. Lusiana, R. Mulia, M.V. Noordwijk, dan G. Cadisch. 2000. Pengelolaan tanah masam secara biologi: refleksi pengalaman dari Lampung Utara. SMT Grafika Desa Putera, Jakarta. 187 hlm.
- Hardaningsih, S. 1993. Teknologi untuk mengendalikan penyakit kacang tanah. Seri Pengembangan Balittan Malang 29: 7.
- Harsono, A. 1993. Gulma pada kacang tanah. *Dalam* A. Kasno, A. Winarto, dan Sunardi (Ed.). Kacang Tanah. Monograf Balittan Malang No. 12: 153-170.
- Harsono, A., Sudaryono, dan B.S. Radjit. 2011. Peningkatan produktivitas lahan kering masam berbasis ubikayu dengan tanaman sela kedelai dan kacang tanah. hlm. 489-500. *Dalam* A. Widjono *et al.* (Ed.). Akselerasi Inovasi Teknologi untuk Mendukung Peningkatan Produksi Aneka Kacang dan Ubi. Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanaman Pangan, Bogor.
- Hede, A.R., B. Skovmand, J.M. Ribaut, D. Gonzalez-de-Leon, and O. Stolen. 2002. Evaluation of aluminium tolerance in a spring rye collection by hydroponic screening. *Plant Breeding* 121(3): 241-248.
- Kasno, A. 2010. Talam 1 varietas kacang tanah adaptif lahan kering masam dan toleran *Aspergillus flavus*. *Buletin Palawija* 19: 19-26.
- Kasno, A., Trustinah, dan J. Purnomo. 2010. Identifikasi genotipe kacang tanah adaptif lingkungan spesifik lahan masam. Balai Penelitian Tanaman Kacang-kacangan dan Umbi-umbian, Malang.
- Kasno, A. 2011. Analisis genotipe dan lingkungan galur kacang tanah adaptif lahan kering masam. Laporan Hasil Penelitian. Balai Penelitian Tanaman Kacang-kacangan dan Umbi-umbian, Malang.
- Koesrini dan M. Sabran. 1994. Toleransi beberapa genotipe kacang tanah terhadap masam podsolik merah kuning. *Kindai* 5(1): 1-6.
- Makmun, M.Y., M. Damanik, dan M. Wilis. 1996. Sistem produksi dan pengembangan kacang tanah di Kalimantan. *Dalam* N. Saleh, K.H. Hendroatmojo, A. Kasno, A.G. Manshuri, dan A. Winarto (Ed.). Risalah Seminar Prospek Abribisnis Kacang Tanah di Indonesia. Edisi Khusus Balitkabi 7: 195-206.
- Mulyani, A. 2006. Potensi lahan kering masam untuk pengembangan pertanian. *Warta Litbang Pertanian* 28(2): 16-17.

- Murtado dan M. Ismunadji. 1988. Pengaruh pengapuran, serapan hara dan hasil kacang tanah. *Penelitian Pertanian* 8(2): 67-70.
- Myers, R.J.K. and E. de Pauw. 1995. Strategies for the management of soil acidity. pp. 729-741. *In* R.A. Date (Ed.). *Plant Soil Interaction at Low pH*. Kluwer Academic Publishers, the Netherlands.
- Nursyamsi, D., M. Osaki, and T. Tadano. 2002. Mechanism of aluminium toxicity avoidance in tropical rice (*Oryza sativa*), maize (*Zea mays*), and soybean (*Glycine max*). *Indones. J. Agric. Sci.* 3(1): 12-24.
- Prasetyo, B.H. dan D.A. Suriadikarta. 2006. Karakteristik, potensi, dan teknologi pengelolaan tanah ultisol untuk pengembangan pertanian lahan kering di Indonesia. *Jurnal Litbang Pertanian* 25(2): 39-46.
- Rina, Y., K. Anwar, dan R. Zuraida. 2002. Keunggulan kompetitif usahatani kacang tanah di lahan pasang surut. hlm. 283-294. *Dalam* I.K. Tastra *et al.* (Ed.). *Peningkatan Produktivitas, Kualitas, dan Efisiensi Sistem Produksi Tanaman Kacang-kacangan dan Umbi-umbian Menuju Ketahanan Pangan dan Agribisnis*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanaman Pangan, Bogor.
- Rosolem, C.A., J.P.T. Witacker, S. Vanzolini, and V.J. Ramos. 1999. The significance of root growth on cott nutrition in an acidic low-P soil. *Plant and Soil* 212: 185-190.
- Saleh, N. dan S. Hardaningsih. 1996. Pengendalian penyakit bercak daun dan karat pada kacang tanah. hlm. 339-351. *Dalam* N. Saleh, K.H. Hartojo, Heriyanto, A. Kasno, A.G. Manshuri, Sudaryono, dan A. Winarto (Ed.). *Risalah Seminar Nasional Prospek Pengembangan Agribisnis Kacang Tanah di Indonesia*. Balai Penelitian Tanaman Kacang-kacangan dan Umbi-umbian, Malang.
- Saragih, S. dan S. Raihan. 1996. Prospek pengembangan dan sistem produksi kacang tanah di lahan pasang surut. hlm. 166-176. *Dalam* N. Saleh, K.H. Hartojo, Heriyanto, A. Kasno, A.G. Manshuri, Sudaryono, dan A. Winarto (Ed.). *Risalah Seminar Nasional Prospek Pengembangan Agribisnis Kacang Tanah di Indonesia*. Balai Penelitian Tanaman Kacang-kacangan dan Umbi-umbian, Malang.
- Sujadi, M. 1984. Masalah kesuburan tanah Podsolik Merah Kuning dan kemungkinan pemecahannya. hlm. 3-10. *Prosiding Pertemuan Teknis Pola Penelitian Usaha Tani Menunjang Transmigrasi*. Pusat Penelitian Tanah, Bogor.
- Sumarno, T. Sutarman, and Soegito. 1989. Grain legume breeding for wetland and for acid soil adaptation. *CRIFC*. Bogor. p. 63.
- Sutarto, Ig. V., Harnoto, dan S.A. Rais. 1988. Kacang Tanah. Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanaman Pangan, Bogor. hlm. 47.

- Taufik, A., H. Kuntiasuti, dan Sudaryono. 2004. Tingkat kesuburan lahan di Lampung Tengah dan Tulang Bawang. hlm. 418-433. *Dalam* A.K. Makarim, Marwoto, M. Adie, A.A. Rahmianna, Heriyanto, dan I.K. Tastra (Ed.). *Kinerja Penelitian Mendukung Agribisnis Kacang-kacangan dan Umbi-umbian. Risalah Hasil Penelitian Kacang-kacangan dan Umbi-umbian Tahun 2004*. Balai Penelitian Tanaman Kacang-kacangan dan Umbi-umbian, Malang.
- Trustinah, A. Kasno, A. Wijanarko, E. Yusnawan. H. Kuswantoro, Musalamah, Kartika. R. Iswanto, Suhartina, dan T.S. Wahyuni. 2008a. Evaluasi plasma nutfah tanaman kacang-kacangan dan umbi-umbian toleran terhadap cekaman biotik, abiotik, dan mutu hasil. Laporan Akhir Tahun 2007. Balai Penelitian Tanaman Kacang-kacangan dan Umbi-umbian, Malang.
- Trustinah, A. Kasno, A. Wijanarko, H. Kuswanto, dan R. Iswanto. 2008b. Adaptasi genotipe kacang-kacangan di lahan kering masam. hlm. 200-207. *Dalam* Inovasi Teknologi Kacang-kacangan dan Umbi-umbian Mendukung Kemandirian Pangan dan Kecukupan Energi. Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanaman Pangan, Bogor.
- Trustinah, A. Kasno, dan A. Wijanarko. 2009. Toleransi genotipe kacang tanah terhadap lahan kering masam. *Penelitian Palawija* 28(3): 183-191.
- Trustinah, A. Kasno, J. Purnomo, dan B. Suwasono. 2011. Daya hasil galur kacang tanah di lahan masam. hlm. 450-459. *Prosiding Inovasi Teknologi untuk Pengembangan Kedelai Menuju Swasembada*. Balai Penelitian Tanaman Kacang-kacangan dan Umbi-umbian, Malang.
- Wijanarko, A., A. Taufiq, dan A.A. Rahmianna. 2011. Evaluasi paket pemupukan untuk kacang tanah dalam sistem tumpangsari di lahan kering masam Banjarnegara. hlm. 413-423. *Dalam* A. Widjono *et al.* (Ed.). *Akselerasi Inovasi Teknologi untuk Mendukung Peningkatan Produksi Aneka Kacang dan Ubi*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanaman Pangan, Bogor.

Pemulihan Kesuburan Lahan Mendukung Sistem Produksi Tanaman Pangan Berkelanjutan

SUDARYONO

*Balai Penelitian Tanaman Kacang-kacangan dan Umbi-umbian
Jalan Raya Kendalpayak Kotak Pos 66 Malang 65101
E-mail: sudaryono_Balitkabi@yahoo.com*

ABSTRAK

Lahan merupakan modal dasar bagi sistem produksi pertanian, khususnya tanaman pangan. Isu mutakhir kemunduran dan kerusakan lahan pertanian antara lain adalah: (1) peningkatan luas lahan kritis, (2) pelandaian produktivitas tanaman padi di lahan sawah, (3) peningkatan kadar garam tanah (salinitas), (4) krisis kandungan bahan organik dalam tanah, (5) kemunduran kesuburan tanah akibat intensifikasi panen hara tanaman pangan, (6) penurunan kesuburan lahan akibat perkolasi dan pelindian (*leaching*), (7) degradasi lahan akibat erosi permukaan atau longsor, (8) pencemaran lahan akibat praktik budi daya tanaman, (9) pencemaran lahan akibat limbah industri, (10) kemunduran kesuburan hayati tanah, dan (11) kerusakan lahan akibat letusan gunung berapi. Kemunduran kesuburan dan kerusakan sumber daya lahan pertanian sudah berada pada tahapan yang memprihatinkan sehingga perlu mendapat perhatian yang lebih serius. Pemulihan kesuburan lahan menjadi sangat penting untuk mengembalikan potensi kesuburan lahan sehingga dapat mencegah penurunan produktivitas lahan dan hasil tanaman, khususnya pada lahan pertanian tanaman pangan. Pemulihan kesuburan lahan dapat dilakukan dengan pengelolaan kesuburan secara menyeluruh yang meliputi aspek fisik, kimia, dan hayati tanah, kultur teknis, dan pengaturan sistem tanam atau sistem produksi. Tindakan dan program pemulihan kesuburan lahan pertanian harus menjadi prioritas di lingkup Kementerian Pertanian. Tindakan dan program pelestarian lahan pertanian harus menjadi agenda utama Kementerian Pertanian pada masa mendatang. Langkah penting setelah dilakukan pemulihan kesuburan lahan adalah tindakan pengawetan dan pelestarian kesuburan agar produktivitas dan daya dukung lahan dapat stabil dan berkelanjutan.

Kata kunci: tanaman pangan, kesuburan lahan, konservasi lahan

PENDAHULUAN

Kesuburan lahan menjadi salah satu faktor kunci keberhasilan sistem produksi tanaman pangan. Jaminan keamanan pangan dalam jumlah yang cukup, harga terjangkau oleh masyarakat, dan ketersediaan yang merata berdasarkan sebaran demografi dan kalender waktu bulanan dan tahunan merupakan prasyarat utama jaminan perlindungan negara atas

pangan terhadap rakyatnya. Oleh karena itu, kerusakan lahan pertanian harus dihindarkan dan diatasi secara cepat untuk mengamankan sistem produksi tanaman pangan.

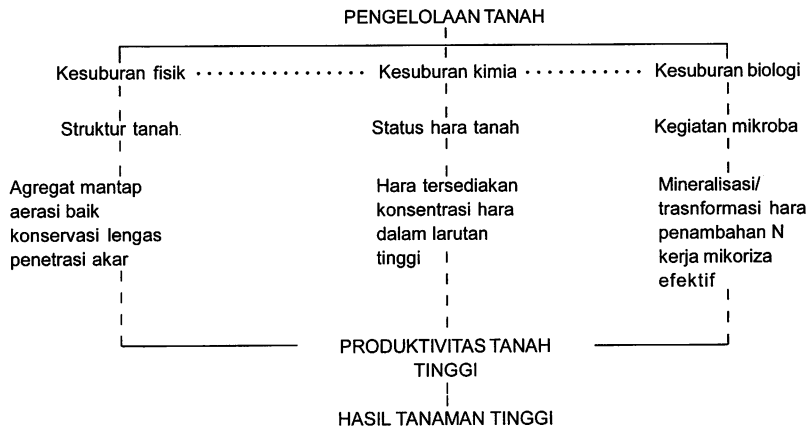
Beberapa isu mutakhir tentang kerusakan dan alih fungsi lahan pertanian adalah: (1) peningkatan luas lahan kritis, (2) pelandaian produktivitas tanaman padi di lahan sawah, (3) perubahan iklim global, (4) peningkatan kadar garam tanah (salinitas), (5) krisis kandungan bahan organik dalam tanah, (6) kemunduran kesuburan tanah akibat intensifikasi panen hara, (7) penurunan kesuburan tanah akibat perkolasi dan pelindian (*leaching*), (8) degradasi lahan akibat erosi, (9) pencemaran lahan akibat praktik budi daya tanaman, (10) pencemaran lahan akibat limbah industri, (11) kemunduran kesuburan hayati tanah, (12) kerusakan lahan akibat letusan gunung berapi, dan (13) pertambahan jumlah penduduk. Tiga belas isu tersebut akan semakin memperberat tekanan terhadap pertanian, terutama dalam sistem produksi pangan. Kerusakan dan atau kemunduran daya dukung lahan pertanian dapat diatasi, diperkecil, dan atau dicegah dengan tindakan restorasi, rehabilitasi, dan konservasi. Tindakan ini dapat berupa tindakan fisik, sipil teknik, kimiawi, biologi maupun perpaduan tindakan tersebut.

PEMULIHAN KESUBURAN LAHAN

Teknik pemulihan kesuburan dan peningkatan daya dukung lahan merupakan bagian dari pengelolaan tanah (*soil management*). Prinsip pengelolaan tanah tidak dapat lepas dari sifat-sifat hakiki tanah, yang bergantung pada sejarah terbentuknya tanah. Oleh karena itu, modal dasar untuk dapat mengelola tanah secara baik adalah mengenali sifat-sifat dasar yang dimiliki oleh masing-masing jenis tanah. Untuk dapat menciptakan dan memperoleh kesuburan tanah yang ideal maka pengelolaan tanah tidak dapat berdiri sendiri-sendiri, tetapi harus terpadu. Tingkat kesuburan tanah yang ideal harus mencakup tiga gatra kesuburan, yaitu kesuburan fisik, kimia, dan hayati tanah.

Produktivitas tanah dan tanaman ditentukan oleh tingkat kesuburan, pengelolaan tanah, dan tanaman itu sendiri. Hubungan antara pengelolaan tanah dengan produktivitas tanah dan hasil tanaman disajikan pada Gambar 1.

Sumber daya air merupakan anasir kedua setelah tanah yang harus dikuasai pengelolaannya agar dapat dimanfaatkan secara optimal. Air merupakan faktor pengembang maupun pelancar proses fisika, kimia, dan hayati tanah. Air juga merupakan anasir kehidupan yang pokok. Jaminan ketersediaan lengas tanah selama periode pertumbuhan tanaman



Gambar 1. Hubungan antara pengelolaan tanah dengan produktivitas tanah dan tanaman.

sangat diperlukan untuk menghindari gagal panen. Hujan merupakan sumber air pertanian yang paling murah, khususnya di daerah beriklim tropis, sebaliknya akan menjadi barang yang sangat mahal di daerah beriklim kering. Oleh karena itu, air hujan yang jatuh di permukaan bumi harus dikelola secara maksimal agar dapat dimanfaatkan secara optimal. Kekurangan air permukaan dapat diatasi melalui eksplorasi air tanah dengan cara membuat sumur-sumur bor atau sumur pompa. Pengelolaan air permukaan dengan metode gravitasi merupakan metode yang paling murah dan umum digunakan dalam irigasi pertanian.

Pengelolaan tanaman secara langsung merupakan faktor pokok yang akan menentukan tingkat keberhasilan dan kesehatan tanaman. Melindungi tanaman dari gangguan hama dan penyakit, pembersihan lingkungan tumbuh, pengaturan kelembapan, pemangkasan tanaman, pemberian nutrisi dan zat perangsang tumbuh merupakan usaha yang diperlukan untuk meningkatkan kuantitas dan kualitas hasil panen.

Pengelolaan tanah, air, dan tanaman merupakan suatu rangkaian kegiatan yang tidak dapat dipisahkan. Untuk mencapai tingkat pengelolaan yang optimal maka tahap pertama yang harus dicermati adalah memahami ciri-ciri tanah. Degradasi dan kerusakan lahan pertanian akan menyebabkan kerusakan karakter tanah sehingga berdampak terhadap kemunduran kemampuan, produktivitas, dan daya dukung tanah. Oleh karena itu, tindakan restorasi, rehabilitasi, dan konservasi lahan yang sudah rusak perlu dilakukan untuk mengembalikan kemampuan, produktivitas, dan daya dukung lahan.

Penanganan Lahan Kritis

Luas lahan kritis di Indonesia meningkat dari tahun ke tahun. Pada tahun 2007, luas lahan kritis mencapai 77.807.000 ha yang terdiri atas 47.613.000 ha sangat kritis, 23.306.000 ha kritis, dan 6.888.000 ha agak kritis (BPS 2009). Lahan kritis ini perlu mendapatkan perhatian untuk dilakukan perbaikan (rehabilitasi), konservasi (pengawetan), dan pelestarian agar kemampuan tanah pulih kembali, bahkan dapat ditingkatkan potensi dan daya dukungnya.

Rehabilitasi lahan kritis hingga tahun 2007 dilaporkan mencapai 78.468 ha dalam kawasan hutan dan 239.236 ha di luar hutan. Berdasarkan data tersebut terdapat senjang pertambahan lahan kritis dengan tindakan rehabilitasinya. Program pengembalian hutan (reboisasi) perlu lebih dipacu. Di samping reboisasi yang harus diperkuat, pengendalian perambahan hutan harus pula diperketat untuk mengendalikan laju pertambahan lahan kritis. Reboisasi kawasan hutan kritis dapat diarahkan pada hutan produksi kayu maupun hutan alam (hutan lindung).

Percepatan pemulihan kawasan hutan kritis dapat dilakukan dengan sistem tanam tumpang sari tanaman hutan muda (0-5 tahun) dengan tanaman kacang-kacangan (kedelai, kacang tanah, kacang hijau). Model ini dapat diimplementasikan dalam bentuk kemitraan dengan masyarakat di sekitar kawasan hutan. Dampak perluasan lahan kritis adalah terjadinya penurunan serapan air ke dalam tanah. Akibatnya air hujan banyak mengalir di permukaan sebagai aliran *run off*. Aliran air permukaan akan mengumpul pada sungai-sungai dan menyebabkan banjir. Fakta menunjukkan bahwa intensitas banjir dari tahun ke tahun semakin tinggi dan menyebabkan kerusakan lahan dan pertanaman di daerah aliran sungai.

Mengatasi Pelandaian Produktivitas Padi di Lahan Sawah

Indeks pertanaman (IP) pada lahan sawah irigasi sangat tinggi dengan pola tanam padi-padi-padi. Panen hara melalui pertanaman padi sawah menjadi intensif. Pelandaian produktivitas padi sawah terjadi setelah Indonesia mencapai swasembada beras pada tahun 1984. Berbagai penelitian telah dilakukan untuk mengetahui penyebab terjadinya pelandaian produksi padi sawah dan merumuskan tindakan inovatif untuk mengatasi hal ini, sehingga swasembada beras yang kedua dapat dicapai pada tahun 2008. Namun, kondisi ini terusik kembali dengan pertambahan jumlah penduduk dengan laju yang cukup tinggi.

Langkah-langkah antisipatif untuk merumuskan teknologi melalui penelitian jangka panjang telah dilakukan, antara lain pengolahan tanah

dalam untuk memperbesar volume jangkauan akar, restorasi tanah dengan pupuk organik untuk memperbaiki struktur tanah dan meningkatkan daya ikat lengas tanah (*water holding capacity*), efisiensi pemupukan terutama NPK untuk menghindari pemakaian pupuk berlebihan (*over dosage*), rekayasa genetik untuk meningkatkan potensi hasil padi, stimulasi pertumbuhan populasi mikroba tanah, dan pemacuan efektivitas perkembangan kesuburan hayati tanah. Pengolahan tanah dalam bertujuan untuk memperbaiki sifat fisik tanah sehingga memperluas daya jangkau akar tanaman. Jangkauan perakaran yang luas akan memperkuat tanaman dalam menyerap air dan nutrisi, dan fisik tanaman sehingga tidak mudah rebah. Di samping pengelolaan hara melalui tanah, juga perlu penambahan nutrisi melalui daun. Larutan hara yang disemprotkan pada daun dapat masuk ke dalam jaringan melalui proses difusi atau osmosis melewati sel penjaga pada stomata daun.

Mengatasi Masalah Kegaraman

Kadar garam tanah yang tinggi disebabkan oleh penyusupan (intrusi) garam dari laut ke daratan, naiknya garam-garam tanah dari lapisan bawah ke lapisan atas tanah, dan pencemaran garam yang berasal dari limbah pabrik tertentu. Pabrik pengolahan ikan laut (*canning manufacture*) atau pabrik pengolah makanan umumnya menghasilkan limbah (*waste*) yang berkadar garam tinggi. Daerah pertanian yang terkena dampak pabrik dan secara sengaja maupun tidak memakai air limbah untuk pengairan dalam jangka lama akan menyebabkan akumulasi garam pada tanah.

Kenaikan garam dari lapisan bawah ke lapisan atas tanah dapat terjadi pada kawasan atau daerah beriklim kering. Pada daerah beriklim kering jangka waktu penguapan air tanah lebih panjang sehingga menyebabkan terjadinya akumulasi garam pada lapisan atas tanah. Pengendalian salinitas dapat dilakukan dengan beberapa cara, yaitu: (1) pencucian garam menggunakan air irigasi, (2) desalinisasi (netralisasi), (3) alkalisasi atau mengganti kation Na dengan kation lain seperti K atau Mg, (4) penggunaan mulsa untuk mempertahankan kelembapan tanah untuk menghindari peningkatan konsentrasi garam tanah, (5) perpaduan dua cara di antara ketiganya, dan (6) penggunaan varietas toleran salinitas.

Mengatasi Krisis Bahan Organik

Pengolahan tanah intensif dan tingginya suhu di daerah tropis mendorong oksidasi bahan organik di permukaan tanah semakin tinggi. Penggunaan pupuk organik yang kurang mendapat perhatian akan menyebabkan pengurangan kadar bahan organik tanah. Tanah-tanah pertanian di Jawa

umumnya memiliki kadar bahan organik tanah $< 2\%$. Cara mengatasi krisis bahan organik tanah antara lain menambah pupuk organik berupa kotoran ternak, tanaman penghasil pupuk organik (*Crotalaria* sp., *Calopogonium* sp., *Sesbania* sp., dsb), maupun kompos hasil fermentasi serasah sisa hasil tanaman. Peningkatan kadar bahan organik tanah memiliki pengaruh ganda, yaitu memperbaiki sifat fisik tanah, menambah hara tanaman, dan memperbaiki kesuburan hayati tanah. Peningkatan kesuburan hayati tanah akan merangsang transformasi unsur hara dari bentuk organik ke bentuk anorganik yang siap diserap oleh tanaman dan menghambat proses denitrifikasi karena aerasi tanah menjadi baik.

Mengatasi Kemunduran Kesuburan Tanah Akibat Intensifikasi Panen Hara

Peningkatan produksi berbagai komoditas pertanian untuk mengimbangi permintaan menyebabkan petani semakin giat menanam dengan intensitas tanam yang tinggi (IP 300 atau lebih). Frekuensi panen yang semakin tinggi mengakibatkan intensitas panen hara juga semakin tinggi, sehingga terjadi pengurasan unsur hara melalui panen jika tidak diimbangi oleh pengembalian hara ke tanah. Untuk mengatasi hal ini perlu mengganti hara sesuai jumlah yang terangkut hasil panen.

Mengatasi Penurunan Kesuburan Lahan Perkolasi dan Perlindian

Curuh hujan yang tinggi memicu terjadinya gerakan air perkolasi dan pelindian (*leaching*) mineral atau unsur hara serta senyawa organik ke lapisan tanah yang lebih dalam. Sehingga terjadi pengurasan tanah di lapisan atas. Gerakan air secara vertikal maupun horizontal dalam tubuh tanah memengaruhi dinamika unsur hara maupun senyawa organik sisa hasil pelapukan bahan organik.

Pelindian unsur hara dalam tanah dapat dikendalikan dengan perbaikan struktur tanah dan meningkatkan kapasitas tanah menahan kation atau anion (unsur hara). Struktur tanah dapat diperbaiki dengan menggunakan bahan pembenah tanah alami maupun sintetis. Peningkatan kapasitas tukar kation tanah dapat menggunakan senyawa sintetis, mineral alam seperti zeolit, pupuk organik, humus, atau senyawa organik hasil perombakan yang sudah dikemas dalam bentuk yang mudah dipakai.

Mengatasi Degradasi Lahan Akibat Erosi

Perambahan hutan dan peningkatan intensitas tanam pada lahan dengan kemiringan tinggi menyebabkan erosi permukaan semakin tinggi. Pengolahan tanah yang intensif mendorong terjadinya erosi permukaan sekalipun pada lahan dengan kemiringan kurang dari 5%. Lahan dengan kemiringan tinggi memiliki risiko erosi yang lebih besar sehingga memerlukan tindakan konservasi, baik dengan sipil teknik (terasering) maupun biologis (budi daya lorong, sistem tanam berstrata, dan sebagainya). Untuk mengatasi kerusakan lahan akibat erosi diperlukan pembuangan air atau saluran drainase permukaan yang tepat dan tindakan konservasi lahan secara fisik dan sipil teknik tegak lurus kemiringan lahan (*contour*), pembuatan rorak pemutus aliran permukaan, sistem tanam lorong mengikuti arah garis kontur, dan pembuatan bangunan terjunan air pada titik-titik penting.

Mengatasi Pencemaran Lahan Akibat Praktik Budi Daya Intensif

Budi daya tanaman yang intensif mendorong penggunaan *input* secara tidak terkendali dan pemakaian pestisida melebihi takaran anjuran. Hal ini mengakibatkan terjadinya akumulasi bahan aktif pestisida dalam tanah maupun air tanah hingga melebihi batas ambang yang dibolehkan. Aliran air tanah menyebabkan pergerakan senyawa-senyawa bahan pencemar yang terlarut dalam air; disinyalir air sumur masyarakat di daerah industri mulai mengalami pencemaran. Untuk mengatasi masalah ini maka pemakaian *input* kimia (pupuk, pestisida) harus rasional dan atau menggunakan *input* produksi yang ramah lingkungan, seperti pupuk organik, pestisida dengan bahan aktif yang cepat terurai, pestisida hayati, dan agens hayati.

Mengendalikan Pencemaran Lahan Pertanian Akibat Limbah Industri

Keberadaan industri seperti industri kertas, tekstil, dan gula di kawasan permukiman dan pertanian memberikan dampak yang tidak menguntungkan pada lahan pertanian. Pembuangan limbah yang belum dinormalisasi dan mengalir ke saluran dan atau ke sungai akan mencemari air. Pengairan dengan air yang tercemar akan merusak lahan pertanian, sehingga memengaruhi sifat fisik, kimia, dan hayati tanah dan akan mengganggu pertumbuhan tanaman, baik langsung maupun tidak langsung. Pencemaran lahan akibat limbah industri dapat dikendalikan dengan: (1) memberikan perlakuan limbah (*waste treatment*) sebelum

dialirkan atau dibuang keluar pabrik, dan (2) mencegah atau tidak memakai air limbah untuk keperluan irigasi. Pencemaran lahan dapat diatasi dengan menggunakan mikroba tanah atau dikenal dengan istilah bioremediasi.

Mengatasi Kemunduran Kesuburan Hayati Tanah

Intensifikasi pertanian dengan pengetatan perlindungan tanaman terhadap organisme pengganggu tanaman (OPT) dengan menggunakan pestisida akan berdampak buruk terhadap kehidupan mikroorganisme tanah. Akibatnya mineralisasi bahan organik terganggu, transformasi nutrisi tanaman secara biologis (fiksasi N, amonifikasi, nitrifikasi, pelarutan P, sulfatasi, dsb) juga terganggu. Cara yang paling mudah untuk memperbaiki kesuburan hayati tanah adalah meningkatkan penggunaan pupuk organik, baik kotoran ternak, kompos, maupun pupuk hijau dan pengembalian sisa tanaman (seresah) ke tanah. Hal yang perlu mendapat perhatian dalam penggunaan pupuk organik adalah nilai nisbah C/N tidak lebih dari 12. Penggunaan pupuk organik dengan populasi mikroba yang memiliki nilai C/N lebih dari 12 akan mengakibatkan demineralisasi N oleh mikroba tanah. Kesuburan hayati tanah juga dapat ditingkatkan dengan menggunakan pupuk hayati (*biofertilizer*) yang mengandung mikroba tanah yang menguntungkan bagi pertumbuhan tanaman, seperti bakteri penambat N (*Rhizobium* sp. dan *Azolla* sp.), bakteri pelarut P, dan bakteri pengurai bahan organik.

Kerusakan Lahan Akibat Letusan Gunung Berapi

Letusan gunung berapi sangat merusak lingkungan pertanian dan tidak jarang juga lingkungan sosial dan permukiman di wilayah sekitarnya, namun dalam jangka panjang berdampak baik terhadap kesuburan tanah karena dapat memperbarui sumber mineral tanah. Untuk mempercepat proses pematangan mineral erupsi dan memperbaiki lahan yang terkena dampak letusan gunung berapi diperlukan tindakan rehabilitasi. Cara yang paling murah adalah dengan memakai pupuk organik, pengolahan tanah dalam pada area yang memiliki endapan erupsi tipis hingga sedang (kurang dari 30 cm), dan cara yang mungkin cukup mahal adalah dengan menggunakan bahan pembenah tanah kimia atau sintetis untuk mempercepat proses pematangan mineral erupsi. Perbaikan pola tanam dengan memasukkan tanaman legum (kacang-kacangan) dan tanaman pupuk hijau (*Crotalaria* sp.) akan mempercepat pemulihan kesuburan tanah.

TEKNIK KONSERVASI DAN REHABILITASI LAHAN

Pengertian Konservasi dan Rehabilitasi

Secara harfiah konservasi dan rehabilitasi lahan mempunyai makna yang dapat dibedakan secara tegas. Konservasi lahan mempunyai makna pelestarian atau pengawetan sumber daya lahan pada suatu harkat tertentu, baik pada kondisi asli maupun setelah diperbaiki. Rehabilitasi lahan mempunyai makna perbaikan (pemulihan kembali) harkat lahan yang telah mengalami degradasi sehingga produktivitasnya menjadi lebih baik. Konservasi kesuburan tanah mempunyai makna yang lebih khusus, yaitu pelestarian (pengawetan) terhadap kesuburan tanah. Rehabilitasi lahan umumnya dilakukan pada lahan yang telah mengalami kemunduran atau kerusakan, atau telah tercemar, sehingga tidak memberikan asas manfaat optimal menurut kriteria tertentu.

Tindakan rehabilitasi lahan lebih menekankan pada tujuan jangka pendek, walaupun prosesnya dapat berlangsung cukup panjang. Tindakan konservasi lebih menekankan pada tujuan jangka panjang pada skala yang lebih luas. Menurut pengertian teknis dan operasional di lapangan, sering kali sulit dipisahkan antara makna dan dampak yang ditimbulkan oleh tindakan konservasi dan rehabilitasi. Dua maksud tersebut sering dicapai dengan hanya mengerjakan satu kegiatan atau tindakan, terutama tindakan yang bersifat biologis. Namun tidak terlalu sulit untuk mengerjakan dua maksud tersebut secara terpisah, khususnya apabila tindakan bersifat fisik-teknik dan kimiawi. Sebagai acuan kegiatan operasional di lapangan, berikut ini diuraikan kondisi ideal keseimbangan ekosistem dan perubahan ekosistem akibat pemanfaatan oleh manusia maupun proses alamiah yang terjadi bersama-sama atau hubungan sebab dan akibat pemanfaatan lahan dan konsekuensi yang harus dilakukan untuk pengamanan sumber daya lahan secara lestari.

Keseimbangan Hutan Alamiah

Banyak orang berpendapat bahwa hutan rimba yang masih dara dipandang sebagai lambang suatu ekosistem yang ideal untuk kawasan tropika. Hutan belantara yang tampak subur, rimbun, dan menghiu selalu menjadi lambang kawasan tropika. Oleh karena itu, orang sering menumbuhkan masyarakat hutan rimba dengan suatu keseimbangan ekosistem yang didambakan. Ekosistem hutan rimba dijadikan ekosistem teladan (Notohadiprawiro 1978).

Dalam hutan tropika yang belum dijamah manusia terdapat keseimbangan antara kehidupan yang ada (flora, fauna, dan organisme tanah) dengan lingkungan fisiknya (iklim dan tanah), antara anasir bentuk

kehidupan yang satu dengan yang lain, dan antara anasir lingkungan fisik yang satu dengan yang lain. Tajuk pohon-pohon hutan merupakan atap hijau pelindung tanah dan kehidupan yang berkembang di permukaan dan di dalam tanah, menahan sebagian besar sinar matahari yang sampai di tanah. Dengan demikian, suhu tanah tidak banyak berbeda dengan suhu udara di dalam tegakan hutan dan fluktuasi suhu harian dan musiman juga tidak banyak berbeda.

Dengan adanya atap hijau itu, hampir semua penguapan air di kawasan hutan berlangsung melalui atap hijau dan hampir tidak ada penguapan air secara langsung dari permukaan tanah, karena kelembapan nisbi udara di dalam hutan dapat bertahan pada nilai yang cukup tinggi. Dengan demikian, permukaan tanah tetap lembap dan kandungan air pada lapisan atas tanah (*top soil*) hampir sama dengan di lapisan bawah tanah (*subsoil*). Tubuh tanah yang dapat ditembus dan dijangkau oleh akar pohon yang mencapai jeluk tidak kurang 2 m dapat menyediakan air yang cukup bagi tanaman untuk tumbuh dan berkembang.

Suhu lunak (*mild*) dan kelembapan yang tinggi menyebabkan lingkungan hutan memiliki kemampuan besar untuk mengawetkan dan mengumpulkan zat-zat hara dalam bentuk bahan organik tanah. Daya bentur air hujan terhadap permukaan tanah dapat dikurangi atau dihambat oleh atap hijau hutan tersebut sehingga erosi tanah hampir tidak terjadi.

Seresah hutan yang cukup banyak dapat memperbaiki daya tangkap air hujan untuk selanjutnya masuk ke lapisan tanah sehingga mengurangi laju aliran permukaan (*run off*) dan erosi. Perbaikan tangkapan dan simpanan air hujan di bagian hulu akan berdampak pada perbaikan siklus hidrologi maupun siklus biologi yang tidak hanya dinikmati oleh daerah hulu, tetapi juga di daerah hilir.

Kawasan hutan dengan susunan perakaran yang kuat dapat menahan tanah dari gaya perusak air maupun longsor. Dengan kata lain, stabilitas massa tanah pada lapisan atas maupun lapisan bawah akan terjamin.

Kawasan hutan dalam keseimbangan alamiah memberikan dua manfaat utama bagi manusia. Manfaat pertama adalah hasil hutan dan manfaat kedua adalah keseimbangan ekologi bagi wilayah yang terpengaruh oleh kawasan hutan tersebut, seperti daerah aliran sungai.

Sebab dan Akibat Pembukaan Hutan

Pembangunan wilayah untuk satu sektor perlu diintegrasikan dengan sektor lain. Pembangunan ini meningkatkan jenis dan jumlah kegiatan manusia yang melibatkan kawasan daratan untuk memenuhi kebutuhan hidup

manusia maupun untuk melakukan kegiatan usaha itu sendiri, yang keduanya terus bertambah seiring dengan perubahan *matra (dimension)* waktu dan ilmu pengetahuan dan peningkatan jumlah penduduk.

Dengan adanya peningkatan kegiatan manusia, maka pembukaan hutan tidak dapat dielakkan. Tujuan sebenarnya dari pembukaan hutan adalah untuk meningkatkan manfaat dari kawasan yang dihuninya. Di lain pihak, akibat dari eksploitasi dan pemeliharaan yang kurang tepat, maka laju dan arah pendayagunaan kawasan hutan menjadi tidak selaras dengan asas pelestarian lingkungan, sehingga harkat kawasan sebagai tempat bermukim dan berusaha makin lama makin menurun. Apabila kecenderungan ini dibiarkan terus berlangsung, maka kawasan tersebut akan menjadi marginal atau daya dukungnya merosot, bahkan dapat kehilangan daya dukung sama sekali. Pada taraf demikian, kawasan tersebut telah mencapai harkat kritis.

Pembukaan vegetasi alamiah untuk usaha pertanian, permukiman, jalan, penambangan mineral, kawasan industri, atau usaha peningkatan manfaat yang lain bagi manusia, dapat mengubah lingkungan secara drastis. Tanpa lapisan tajuk pohon akan terjadi proses penyinaran matahari secara langsung pada tanah. Suhu lapisan atas tanah dapat mencapai lebih dari 15°C di atas suhu udara di atasnya. Di samping berakibat fatal bagi kehidupan organisme tanah, kondisi ini juga mengakibatkan laju mineralisasi bahan organik meningkat lebih cepat, sehingga tanah menjadi miskin bahan organik. Pelindian (*leaching*) zat-zat hara penting dalam tanah juga akan melaju cepat sehingga tanah menjadi miskin hara. Pada tempat-tempat yang berlereng, erosi tanah tidak dapat terkendalikan karena aliran permukaan (*run off*) semakin banyak dan deras. Kenyataan ini dapat dijumpai di Jawa bagian selatan pada puncak-puncak gumuk atau bukit yang terbentang dari Pacitan hingga Lumajang, yang pada 1990-an digarap oleh Proyek Pertanian Lahan Kering (P2LK) Jawa Timur. Batuan terkelupas dan atau batuan induk tanah semakin banyak terdapat pada wilayah P2LK Jatim. Batu bertanah semakin luas, sehingga hanya semak dan pohon yang tergolong perintis yang mampu tumbuh. Kenyataan ini sudah selayaknya mendapat perhatian bagi pelestarian lingkungan. Semua potensi perlu diintegrasikan dalam pembangunan lahan kritis dan marginal. Keberhasilan pembangunan lahan kritis dan marginal di wilayah P2LK Jatim tidak dapat mengandalkan pengabdian semata, tetapi juga diperlukan dukungan dana rehabilitasi dan konservasi serta koordinasi yang memadai.

Daur hidrologi biasanya juga terganggu karena aliran permukaan makin meningkat, sehingga air yang meresap ke tanah untuk mengisi lensa tanah (*soil moisture*) dan air tanah (*ground water*) menjadi menyusut. Dengan

demikian, kemampuan sumber air akan merosot cepat dan tanah secara berangsur berubah menjadi gersang. Kenyataan ini dialami oleh masyarakat di wilayah P2LK Jatim, khususnya di daerah hulu. Pada musim kering, masyarakat yang bermukim di daerah hulu mengalami kesulitan air yang cukup serius, terutama untuk keperluan rumah tangga. Masyarakat harus mencari dan antri mengambil air dengan jarak yang cukup jauh.

Perubahan lingkungan semacam ini merupakan awal dari perubahan keseimbangan ekosistem. Kawasan tersebut telah mengalami degradasi dan secara berangsur akan menghilangkan daya tahan kawasan tersebut untuk mempermuda diri kembali (*regeneration*). Ke depan, tanpa pengelolaan yang tepat dan segera, kawasan tersebut akan menjadi daerah tandus yang tidak dapat dihuni kembali.

Proses perbaikan kawasan tersebut berjalan lambat dan memerlukan waktu yang cukup lama, sehingga tingkat kerusakan lahan makin berat. Kalaupun kerusakannya masih dapat diperbaiki, korbanan yang diperlukan untuk mereklamasinya akan sangat berat, rumit, mahal, dan makin lama. Keadaan ekonomi dan keterampilan masyarakat yang sedang berkembang tidak mampu mendukung usaha perbaikan ekosistem, terutama karena jangka waktu pemulangan modal (*capital rate of return*) sangat lambat. Usaha rehabilitasi memerlukan subsidi yang cukup besar. Secara historis boleh jadi wilayah P2LK Jatim pada mulanya merupakan wilayah hutan dengan keseimbangan ekosistem yang mantap. Karena eksploitasi yang kurang bijaksana dan tidak terkendali maka bukti nyata kekritisian ekosistem sudah di depan mata.

Keseimbangan Alamiah Baru

Keseimbangan alamiah baru adalah keseimbangan yang terjadi setelah pergeseran keseimbangan akibat perubahan dan perbaikan salah satu atau sejumlah anasir ekosistem. Pada prinsipnya, keseimbangan ekosistem bersifat dinamis. Bilamana terjadi perubahan salah satu atau sejumlah anasir ekosistem akan selalu diikuti oleh pembentukan keseimbangan yang baru.

Dalam rangka pelestarian lingkungan, kegiatan ekonomi (pertanian, industri, pertambangan, perdagangan, dan lain-lain) dan penerapan teknologi maju harus diintegrasikan dengan ekologi. Pengertian ekologi di sini bukan ekologi hutan alamiah, melainkan suatu bentuk hubungan struktur dan fungsi antara penghuni dan habitat yang lebih efisien dilihat dari nisbah keluaran/masukan (*output/input ratio*) atau nisbah manfaat/korbanan (*benefit/cost ratio*) untuk menopang kehidupan masyarakat yang makin maju dan yang menghendaki persyaratan hidup yang lebih baik.

Kelestarian produktivitas sumber daya alamiah harus dipertahankan (*sustained yield*) pada jenjang yang layak menurut harkat kemanusiaan, bahkan ditingkatkan lebih lanjut (*progressive yield*). Peningkatan produktivitas alamiah bermakna: (1) memastikan daya dukung (*carrying capacity*) wilayah bagi penduduk dengan jumlah yang meningkat, dan (2) menguatkan daya dukung wilayah bagi penduduk dengan jumlah yang tetap sehingga jatah produktivitas sumber daya alamiah bagi masing-masing anggota masyarakat meningkat.

Apabila pembukaan hutan ditujukan untuk budi daya pertanian maka pengelolaan lahan harus sehat dengan teknologi yang sesuai menuju ke arah pengendalian lingkungan fisik dan hayati. Memang tidak dapat mengharapkan kembalinya lingkungan alamiah semula. Hal yang diinginkan dalam pembangunan lingkungan hidup adalah penciptaan suatu “ekosistem teknologi” yang lebih efektif dan efisien daripada ekosistem alamiah semula. Namun, ekosistem teknologi yang efisien mungkin belum begitu serasi dengan keadaan ekonomi dan sosial budaya masyarakat Indonesia dewasa ini, sehingga yang lebih sesuai adalah gagasan ekologi yang lebih sederhana, yang belum mempersyaratkan masukan teknologi tinggi. Ini berarti usaha-usaha yang mengarah pada pembentukan suatu lingkungan yang masih bersifat anasir-anasir lingkungan asli tampaknya merupakan pendekatan yang optimal pada saat ini.

Jika *sustained yield* masih menjadi tolok ukur dalam penilaian asas manfaat kelestarian suatu kawasan permukiman maka dalam pengendalian lingkungan bagi suatu wilayah yang lebih luas, kehilangan atau kerusakan tanah akibat erosi, tata air yang belum terkendalikan sepenuhnya, dan iklim makro yang cenderung berubah hendaknya dapat diterima sebagai suatu kewajaran.

Terciptanya kawasan pembangunan pertanian dengan keseimbangan alamiah yang baru bergantung pada pengertian, kemauan, dan kemampuan manusia yang mendiami kawasan itu. Pengertian akan kepentingan atau keharusan, kemauan untuk bertindak dan berusaha, dan kemampuan untuk melaksanakan tindakan yang menjadi keharusan secara moral menuntut komitmen secara konsekuen antara pengertian, keterampilan dan pelaksanaan. Disadari bahwa hal ini tidak mudah, apalagi bila diharapkan berlaku secara universal, mulai dari lapisan masyarakat terbawah hingga teratas. Jika pengertian dan kemampuan dianggap belum memadai, perlu diutamakan kegiatan pendidikan, penyuluhan, pengajaran, dan penyadaran. Salah satu cara untuk menumbuhkan pengertian dan membangkitkan kemauan adalah membangun petak-petak demonstrasi (*demonstration plots*). Dalam hal kemampuan belum memadai, perlu dibentuk lembaga-lembaga

kemasyarakatan setempat untuk secara bergotong-royong memikul beban dan biaya yang diperlukan. Penumbuhan pengertian, kemauan, dan kemampuan menjadi kunci bagi pembinaan kelestarian lingkungan. Penumbuhan kelompok-kelompok tani menurut domisili maupun hamparan akan mempermudah dan mempercepat pembinaan, sehingga informasi teknologi dapat sampai pada sasaran secara cepat dan akurat.

Pengelolaan tanah, air, dan tanaman merupakan kegiatan kelestarian sumber daya lahan. Pengelolaan yang tidak bijaksana akan berakibat fatal terhadap produktivitas dan kelestarian sumber daya lahan. Pengelolaan tanah, air, dan tanaman pada lahan berlereng yang rawan erosi perlu memerhatikan teknik pengelolaan lahan, iklim, kondisi lereng, kestabilan massa tanah, dan tata tanam, dan kombinasi tanaman semusim dengan tanaman tahunan.

Pendekatan Dasar Konservasi dan Rehabilitasi

KEPAS (1988; 1989) telah menguraikan pedoman usaha tani lahan kering berbahan induk batu kapur maupun vulkanis dengan pendekatan konservasi. Pendekatan dasar konservasi dan rehabilitasi sumber daya lahan pertanian ini terutama bertujuan:

1. Mempertahankan dan menjaga keadaan tanah agar tahan terhadap erosi.
2. Melindungi tanah dari pukulan curahan air hujan dengan tanaman atau seresah tanaman atau limbah pertanian.
3. Mengendalikan aliran air permukaan (*run off*) pada tingkat aliran dan arah aliran yang tidak membahayakan tanah.

Konservasi dan rehabilitasi tanah dapat dikerjakan berdasarkan tiga pendekatan umum sebagai berikut:

1. Pendekatan sipil-teknik atau fisik-mekanik dengan membuat bangunan-bangunan sipil-teknik.
2. Pendekatan biologis dengan pengaturan penanaman vegetasi dan penggunaan sisa tanaman sebagai mulsa.
3. Pendekatan fisik-kimia dengan menggunakan bahan kimia pembenah dan pemantap tanah.

Cara umum yang banyak dipakai dan lebih dianjurkan adalah cara sipil-teknik yang dikombinasikan dengan cara biologi. Cara ini relatif mudah dan murah dibandingkan dengan cara fisik-kimia.

Faktor utama yang harus diperhatikan dalam konservasi tanah secara sipil-teknik adalah kestabilan lereng (*slope stability*). Kestabilan lereng

dipengaruhi oleh kemiringan lahan, tebal solum, dan stabilitas massa tanah. Dengan semakin besar tingkat kemiringan lahan maka kestabilan lereng akan semakin berkurang. Kemiringan lahan juga berpengaruh terhadap kecepatan aliran permukaan. Makin besar kemiringan tanah, makin besar pula kekuatan aliran permukaan untuk mengikis partikel-partikel tanah. Untuk mengurangi kekuatan aliran air permukaan dapat dengan cara: (1) memotong panjang lereng dengan membuat parit dan guludan dan (2) mengubah permukaan lahan yang miring dengan membuat teras (sengkedan).

Kedalaman tanah atau solum tanah memengaruhi jumlah air yang terserap ke dalam tanah dan jumlah air limpasan permukaan. Tanah-tanah yang mempunyai solum dangkal mempunyai kemampuan menahan air nisbi lebih kecil dibandingkan dengan jumlah air limpasan permukaan. Tanah dengan tebal solum > 90 cm dikelompokkan sebagai tanah bersolum dalam, solum 40-90 cm tergolong sedang, dan solum < 40 cm tergolong dangkal.

Stabilitas massa tanah dipengaruhi oleh:

1. Bahan induk tanah, tanah yang berkembang dari bahan induk liat umumnya mempunyai stabilitas massa tanah lebih rendah dibanding bahan vulkanis.
2. Umur perkembangan tanah, tanah-tanah yang sudah lanjut perkembangannya umumnya mempunyai massa yang lebih stabil. Stabilitas massa tanah menunjukkan pula stabilitas lereng, yang dapat dikelompokkan menjadi tiga kelas, yaitu: (1) stabil: tidak mudah longsor, tindakan konservasi tanah mudah dilaksanakan, biaya perawatan teras relatif sedikit, (2) kurang stabil: usaha konservasi tanah dapat dilakukan dengan biaya pembuatan dan perawatan teras mahal, (3) tidak stabil, teras mudah rusak, diperlukan biaya pembuatan dan perawatan teras yang sangat mahal.

Jenis dan usaha konservasi yang dianjurkan berdasarkan kondisi fisik, topografi, dan kelerengan dapat dilihat pada Tabel 1.

Kerusakan dan degradasi lahan umumnya terjadi pada bagian atas lahan, khususnya di bagian yang diusahakan untuk tanaman pangan dan perkebunan yang belum dibarengi dengan usaha konservasi secara optimal sehingga terjadi erosi. Pada tahap erosi lanjut, tanah menjadi tandus dan kritis. Pengusahaan lahan tandus menjadi lahan pertanian sudah tidak ekonomis lagi karena produktivitasnya sangat rendah. Lahan demikian sering dinamakan sebagai lahan marginal.

Lahan marginal sangat perlu direhabilitasi agar dapat mendukung sistem produksi yang menguntungkan. Bergantung pada tingkat degradasi

Tabel 1. Jenis teras berdasarkan jeluk tanah, kepekaan erosi, dan kemiringan tanah pada pola usaha tani lahan kering.

Kemiringan (%)	Jeluk tanah (cm) dan kepekaan erosi					
	90 cm		40 -90 cm		40 cm	
	Kurang	Tinggi	Kurang	Tinggi	Kurang	Tinggi
0-15	B/G	B/G	B/G	B/G	G	G
15-30	B/G	B/G	B/G	G	G	G
30-45	B/G	G	G	G	G/I	I
>45	G/I	I	I	I	I	I

Keterangan: B: Teras bangku + rumput/legume penguat teras; G: Teras gulud + rumput/legume penguat teras; I: Teras individu + rumput/legume penutup tanah.

Sumber: Sukmana *et al.* (1990).

lahan, usaha rehabilitasi lahan kering berlangsung pada waktu yang cukup lama dan memerlukan dana yang tidak sedikit.

Konservasi Tanah Secara Sipil-Teknik

Konservasi dengan cara sipil teknik dilakukan dengan membuat teras (sengkedan), saluran pembuangan air (SPA), saluran diversifikasi, dan cek dam. Bangunan tersebut berfungsi untuk memperlambat, menampung, dan menyalurkan air aliran permukaan sedemikian rupa sehingga kekuatan dan arah alirannya terkendali dan tidak merusak tanah.

1. Teras (Sengkedan)

Tujuan pembuatan teras adalah mengubah permukaan lahan yang miring menjadi bertingkat-tingkat, mengurangi jumlah dan kecepatan aliran permukaan, dan menahan serta menampung air untuk meningkatkan peresapan air ke dalam tanah. Jenis-jenis teras adalah:

- Teras datar, dibuat pada lahan dengan kemiringan < 3% dan dilengkapi dengan parit menurut garis kontur.
- Teras kredit, dibuat pada lahan dengan kemiringan 3-10%, diterapkan pada lahan yang sulit menyerap air, jarak antarguludan 5-12 m.

- c. Teras gulud, dibuat pada lahan dengan kemiringan lebih dari 10% untuk tanah dengan tebal solum lebih dari 40 cm, dan kemiringan lebih dari 8% untuk tanah dengan tebal solum kurang dari 40 cm, dilengkapi parit di sepanjang bagian atas guludan, lereng tidak mengalami perubahan, hanya dipotong dengan pembuatan parit.
- d. Teras bangku, dibuat pada lahan dengan kemiringan 10-50% untuk tanah yang stabil, kemiringan < 30% untuk tanah yang tidak stabil. Bidang olah dibuat miring 1% ke arah dalam dan dilengkapi saluran air di sebelah dalam bidang olah teras.

2. Saluran Pembuangan Air

Saluran pembuangan air (SPA) merupakan kelengkapan yang harus ada dalam pembuatan teras. SPA dibuat dengan arah memotong garis kontur (searah lereng), sebaiknya menurut saluran alami yang ada. Untuk mengurangi laju dan kecepatan aliran air dalam SPA, dibuat bangunan terjunan secara bertingkat dari bagian atas sampai bawah yang terbuat dari bambu atau batu.

3. Saluran Diversi

Saluran diversi dibuat melintang menurut garis kontur pada batas lahan bagian atas agar dapat mengamankan lahan dari bahaya aliran air limpasan permukaan yang berasal dari lahan di bagian atas.

4. Cek Dam

Cek dam dibuat pada alur-alur jurang atau ujung sungai kecil untuk mengendalikan erosi dan banjir yang disebabkan oleh aliran permukaan atau longsor tanah di daerah tangkapan air. Cek dam bermanfaat untuk menampung lumpur atau air, memelihara ikan, substitusi air irigasi, dan memenuhi kebutuhan air lainnya.

5. Bak Penampung Air

Air dapat dipandang sebagai barang ekonomi dalam pertanian di lahan kering. Oleh karena itu, panen air di lahan kering perlu mendapat perhatian. Untuk menjamin ketersediaan air maka perlu dibuat bak-bak penampung air hujan sehingga air hujan dapat dimanfaatkan lebih ekonomis.

Konservasi Tanah Secara Biologis

Konservasi tanah secara biologis dapat diupayakan dengan menanam vegetasi untuk melindungi tanah dari pukulan air hujan dan

aliran air permukaan serta memperbaiki penyerapan air oleh tanah. Konservasi tanah secara biologi dapat diupayakan melalui: (1) penanaman tanaman penutup tanah, (2) penanaman rumput pakan ternak pada guludan dan tampungan teras atau di antara tanaman pokok, (3) penanaman dalam lajur (*strip cropping*), (4) penanaman dengan sistem lorong (*alley cropping*), (5) pergiliran tanaman yang tepat, (6) penggunaan sisa-sisa tanaman, (7) penanaman tanaman penguat teras, dan (8) teras budi daya.

Konservasi dan Rehabilitasi Cara Fisiko-Kimia

Rehabilitasi lahan dengan cara fisik-kimia memerlukan biaya yang lebih mahal, namun dari segi waktu lebih menguntungkan. Untuk tujuan praktis, cara ini lebih dianjurkan. Sebagai contoh, penanaman tanaman legume, penggunaan pupuk organik, baik pupuk kandang maupun pupuk hijau.

Rehabilitasi lahan merupakan usaha penanaman modal untuk memperbaiki produktivitas lahan pertanian di masa kini maupun masa depan. Oleh karena itu, perlu disadari bahwa manfaat tindakan rehabilitasi sering tidak dapat dirasakan seketika itu, tetapi harus ditunggu sambil diamati proses penyegaran kembali kesuburan tanah (*soil fertility refreshment*) yang berlangsung secara alami. Beberapa contoh bahan pembenah tanah (*soil conditioner*) adalah *polyvinyl alcohol* (PVA), *carboxymethyl cellulose* (CMC), *vinyl acetate maleic acid copolymer* (VAMA), *polyacrylonitrile* (PAN), *hydrolyzed polyacrylonitrile* (HPAN), *polyacrylamide* (PAM), *emulsi aspal hydrophobic*, dan *bitumen*. Bahan-bahan pembenah tanah ini sudah dijual di pasaran, namun acapkali sulit diperoleh, khususnya di Indonesia.

Gerakan pemulihan kesuburan, konservasi, dan rehabilitasi lahan harus menjadi kenyataan, bukan lagi retorika. Pengabaian perbaikan lahan pertanian akan berdampak panjang dan akan mengancam keamanan pangan di masa depan. Citra Indonesia sebagai negara agraris akan rapuh dan posisi tawar Indonesia terhadap produk pertanian terutama pangan akan semakin lemah.

KESIMPULAN DAN SARAN

1. Terdapat sejumlah penyebab kemunduran dan kerusakan lahan pertanian yang perlu mendapat perhatian serius.
2. Peningkatan luas lahan kritis, kemunduran kesuburan, dan kerusakan sumber daya lahan pertanian sudah berada pada tahap yang memprihatinkan sehingga perlu mendapat perhatian yang lebih besar.

3. Tindakan dan program pemulihan kesuburan lahan pertanian harus menjadi prioritas di lingkup Kementerian Pertanian.
4. Tindakan dan program pelestarian lahan pertanian harus menjadi agenda utama Kementerian Pertanian pada masa mendatang.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim. 1996. Peri Kehidupan. Paguyuban Tani dan Nelayan Hari Pangan Sedunia. Sekretariat Pelayanan Tani dan Nelayan Hari Pangan Sedunia, Yogyakarta. 10 hlm.
- Anonim. 1997. Liberalisasi, RUUK dan Nasib Buruh. *Kawah* 4(6): 14-24.
- BPS. 2009. Statistik Indonesia. Badan Pusat Statistik, Jakarta.
- Huang, S. 1994. Soil management for sustainable food production I Taiwan. *FFTC. Ext. Bull.* 390: 130.
- KEPAS. 1988. Pedoman usahatani konservasi tanah lahan kering: Zone agro-ekosistem bahan kapur. Badan Litbang Pertanian dan The Ford Foundation. 68 hlm.
- KEPAS. 1989. Pedoman usahatani lahan kering zone agro-ekosistem vulkanis. Kelompok Penelitian Agroekosistem. Badan Litbang Pertanian dan The Ford Foundation. 178 hlm.
- Notohadiprawiro, N. 1978. Pembangunan dan pengembangan lingkungan hidup sebagai suatu geokompleks dan suatu geosistem. Seminar Nasional Pengembangan Lingkungan Hidup. Jakarta 5-6 Juni 1978. 24 hlm.
- Sukmana, S., M. Syam, dan A. Adimihardja. 1990. Petunjuk teknis usahatani konservasi daerah aliran sungai. Proyek Penelitian Penyelamatan Hutan, Tanah dan Air, Salatiga, Jawa Tengah. 84 hlm.
- Utomo, G. 1996. Swasembada pangan menyongsong pasaran bebas, Pembangunan pertanian yang berwawasan lingkungan dan pemberdayaan masyarakat tani. Makalah Rekoleksi PPL/PPS Deptan dan Petani Lestari Jawa Tengah, DIY, Jawa Timur, Kaliurang, DIY, 14-15 Desember 1996. 6 hlm.
- Wididana, G.N. 1995. Peranan efektif mikroorganisme 4 dalam meningkatkan kesuburan dan produktivitas tanah. *Bulletin Ilmiah Azolla* 2(5): 1-9.
- Zaini, Z. 2011. Teknologi tanaman pangan menghadapi perubahan iklim. Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanaman Pangan, Bogor. 34 hlm.

Usaha Penggilingan Padi Skala Kecil; Penyangga Cadangan Beras Nasional ?

RIDWAN THAHIR

Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Pascapanen Pertanian

Jalan Tentara Pelajar No. 12, Bogor 16114

E-mail: ridwan_thahir@gmail.com

ABSTRAK

Usaha penggilingan padi di Indonesia berkembang dalam skala besar, menengah, kecil, dan keliling (mobil). Selain itu juga ditemui varian penamaan usaha penggilingan padi skala kecil, seperti *rice milling unit* (RMU), *huller*, dan *engelberg*. Jumlah usaha penggilingan padi di Indonesia relatif tidak banyak berubah setelah tahun 2004, berkisar antara 108.000-109.000 unit. Dari jumlah tersebut diperkirakan sekitar 65% merupakan usaha penggilingan padi skala kecil (PPK) dengan kapasitas 2-3 ton beras giling per hari. Perbaikan rendemen beras dipengaruhi oleh penerapan teknologi konfigurasi mesin dan manajemen usaha. PPK yang berfungsi sebagai pemasar beras akan selalu memperbaiki rendemen dan mutu beras gilingnya sehingga memberi peluang bagi PPK untuk berperan dalam memenuhi cadangan beras pemerintah dan stok perdagangan beras karena telah memenuhi persyaratan mutu beras giling.

Kata kunci: beras, penggilingan padi kecil, rendemen beras

PENDAHULUAN

Pemenuhan kebutuhan pangan adalah salah satu peran strategis dari Kementerian Pertanian mengingat jumlah penduduk Indonesia yang terus meningkat, yang dewasa ini telah mencapai lebih dari 230 juta jiwa dengan laju pertumbuhan 1,25%/tahun dan konsumsi beras per kapita 102,2 kg/tahun pada tahun 2009. Konsumsi beras per kapita yang tinggi mengakibatkan pemerintah lebih mengutamakan pembangunan pertanian pada pertumbuhan produksi beras. Kebijakan pembangunan yang bertumpu pada beras berdampak terhadap lambatnya pengembangan diversifikasi pangan (Kasryno dan Pasandaran 2004).

Dalam periode 2010-2014, Kementerian Pertanian mencanangkan target empat sukses, yaitu; (1) pencapaian swasembada dan swasembada berkelanjutan, (2) peningkatan diversifikasi pangan, (3) peningkatan nilai tambah, daya saing, dan ekspor, dan (4) peningkatan kesejahteraan petani. Pencapaian swasembada diarahkan pada komoditas kedelai, daging sapi,

dan gula, sedangkan pada beras dan jagung adalah mempertahankan keberlanjutan swasembada (Kementerian Pertanian 2010). Swasembada beras pada tahun 1984 tidak dapat bertahan lama karena laju produksi padi di Jawa yang merupakan lumbung beras nasional menurun 0,06-0,48%/tahun dalam periode 1996-2000 (Irawan 2004). Sebaliknya terjadi kenaikan produksi padi yang luar biasa dari 57,16 juta ton pada tahun 2007 menjadi 69,04 juta ton pada tahun 2012 (BPS 2013) dengan laju peningkatan produksi 4,07%/tahun.

Produktivitas padi terus meningkat, pada tahun 2006 tercatat 0,462 t/ha dan meningkat menjadi 0,514 t/ha pada tahun 2012 (BPS 2013). Namun jika diperhatikan laju peningkatannya (Tabel 1), maka laju peningkatan produktivitas padi semakin melandai, bahkan mengalami penurunan walaupun nilai mutlak produksi terus meningkat.

Dengan semakin terbatasnya lahan dan adanya gangguan cekaman iklim maka perlu dicari sumber pertumbuhan produksi padi yang dapat diaktualisasikan, di antaranya perbaikan konversi gabah menjadi beras yang biasa disebut rendemen. Usaha penggilingan padi memegang peranan penting dalam konversi beras. Jumlah usaha penggilingan padi di Indonesia terus meningkat dalam periode 1993-2009. Pada tahun 1993 terdapat 75.000 unit penggilingan padi (Sulaeman 1993), kemudian berkembang menjadi 83.082 unit pada tahun 1995 (BPS 1995), dan meningkat menjadi 108.611 unit pada tahun 2002 (Perpadi 2002; Patiwi 2006). Setelah tahun 2004, jumlah usaha penggilingan padi di Indonesia tidak banyak berubah. Ditjen P2HP (2005) melaporkan jumlah usaha penggilingan padi hanya 109.046 buah pada tahun 2004. Setelah tahun 2004 tidak ditemukan data perkembangan unit penggilingan padi.

Tabel 1. Produksi, produktivitas, laju produktivitas, dan kenaikan laju produktivitas padi, 2007-2012.

Tahun	Produksi padi (t)	Produktivitas (t/ha)	Laju produktivitas (%/tahun)	Kenaikan laju produktivitas terhadap tahun sebelumnya (%)
2007	57.157.435	0,470	1,84	0,83
2008	60.325.925	0,489	4,02	2,18
2009	64.398.890	0,500	2,15	-1,87
2010	66.469.394	0,501	0,32	-1,83
2011	65.756.904	0,498	-0,70	-1,02
2012 ¹	69.045.141	0,514	3,13	3,83

¹Angka sementara
Sumber: BPS (2013)

Konversi gabah menjadi beras didominasi oleh usaha penggilingan padi skala kecil (PPK), dan diperkirakan 65% usaha penggilingan padi di Indonesia adalah PPK (Perpadi 2009). Fenomena pelandaian tidak hanya terjadi pada produksi padi, tetapi juga pada konversi gabah ke beras. Konversi beras berfluktuasi dengan tren penurunan 5-6% dalam periode 1949-2003 (Sidik 2006; Thahir *et al.* 2008), sedangkan pada periode 2005-2007 menurun 0,46%. Penyebab utamanya adalah peralatan penggilingan padi yang digunakan telah tua, 32% di antaranya berumur lebih dari 15 tahun, masih menerapkan sistem penyosohan satu pass, dan terbatasnya kemampuan petani menangani hasil panen padi yang berproduktivitas tinggi (Thahir *et al.* 2008; Ditjen P2HP 2009).

Pembaruan sensus jumlah dan klasifikasi usaha penggilingan padi belum dilakukan secara periodik, bahkan akhir-akhir ini belum pernah dilakukan. Pemantauan kondisi penggilingan padi di Indonesia diharapkan dapat dilakukan secara reguler, baik oleh pemerintah dan pengusaha maupun pelaku penggilingan padi seperti Perpadi (Persatuan Penggilingan Padi dan Pengusaha Beras Indonesia). *Review* perlu dilakukan untuk menjawab tantangan mampukah PPK memberikan kontribusi pada penyediaan cadangan beras pemerintah dan stok perdagangan serta perannya dalam mendukung pencapaian surplus beras 10 juta ton pada tahun 2014.

Selama ini PPK dianggap masih menggunakan peralatan tua, konfigurasinya tidak lengkap, dan menghasilkan beras giling dengan mutu dan rendemen rendah. Dalam upaya mengatasi kelemahan PPK telah dilakukan berbagai modifikasi dan penelitian penggunaan kombinasi jenis penyosoh abrasif-friksi, dan perbaikan mutu gabah dengan menggunakan komponen pembersih gabah dan pengabut. Cara ilegal telah digunakan pula seperti pemakaian bahan pemutih kimia untuk mendapatkan beras putih mengilap (Setiawati 1999; Thahir *et al.* 2000; Tjahjohutomo *et al.* 2004).

Pada awal tahun 1960-an pemerintah telah mengantisipasi perlunya tindakan pascapanen padi yang memadai untuk menghadapi lonjakan produksi beras akibat introduksi varietas padi genjah dari IRRI. Pengenalan teknologi penggilingan padi modern dinilai sudah mendesak. Gagasan yang timbul adalah pengembangan unit-unit penggilingan padi dalam skala yang lebih besar dan modern untuk menggantikan unit penggilingan skala kecil (Sumardi dan Thahir 1993). Namun diperkirakan hanya 5% penggilingan padi di Indonesia yang telah menggunakan teknologi maju, sehingga penggilingan beras nasional masih bertumpu pada PPK. Informasi mengenai status PPK, baik kinerja maupun keberadaannya, perlu dikaji lagi mengingat data yang ada tidak banyak berubah sejak tahun 2010, sementara target surplus produksi beras 10 juta ton dituntut realisasinya dalam waktu dekat.

PENGGOLONGAN UNIT PENGGILINGAN PADI

Unit penggilingan padi di Indonesia berkembang pesat dengan penggolongan yang beragam, dapat berdasarkan aspek teknis maupun skala usaha. Penggolongan atas aspek teknis ditujukan untuk menggambarkan tingkat teknologi yang digunakan unit penggilingan padi, mekanisme penyosohan, kelengkapan mesin, dan kapasitas kerja. Adakalanya juga memberi informasi nama pabrik pembuat dan negara asalnya. Beberapa contoh penamaan unit penggilingan padi berdasarkan aspek teknis adalah *rice milling unit* (RMU), *engelberg*, *country elevator*, penggilingan Satake, penggilingan Jerman, dan sebagainya (Patiwiri 2006; Thahir *et al.* 2008).

Di lapangan, penggolongan unit penggilingan padi lebih banyak mengacu kepada kapasitas terpasang mesin penggiling, misalnya usaha penggilingan padi kecil, menengah, besar, dan keliling dengan spesifikasi sebagai berikut (Thahir *et al.* 2006):

1. Usaha penggilingan padi skala besar (PPB): menggunakan komponen pemecah kulit dan penyosoh beras lebih dari dua, mempunyai kelengkapan sistem penanganan bahan (*handling*) mekanis, seperti pembersih gabah, pemecah kulit, pemisah gabah, pemutih, *grader* dan pendukung lainnya yang beroperasi secara kontinu menggunakan peralatan konveyor/elevator, dengan kapasitas kerja di atas satu ton beras/jam atau dua ton GKG/per jam atau 20 ton beras/hari.
2. Usaha penggilingan padi skala menengah (PPM): mempunyai mesin pembersih, pemecah kulit, pemisah gabah, dan pemutih beras yang terpisah-pisah, disusun menjadi satu kesatuan untuk menghasilkan beras giling. Penanganan bahan ada yang menggunakan tenaga manusia dan ada yang menggunakan sistem elevator, kapasitas kerja sekitar satu ton beras giling/jam. Pemilik PPM banyak melakukan inovasi komponen mesin penggiling dengan mencontoh mesin PPB, seperti saringan gabah, silinder penyosoh, dan *nozzle* pengabut air.
3. Usaha penggilingan padi skala kecil (PPK): menggunakan satu komponen pemecah kulit dan penyosoh, tidak mempunyai komponen penanganan bahan, mempunyai unit pembersih kotoran dengan kapasitas kerja rata-rata 600 kg beras/jam. Walaupun teknologinya sederhana, sistem penggilingan padi yang menggunakan mesin penggilingan kecil lebih mempunyai daya saing daripada PPB dan PPM karena disenangi oleh petani kecil. Inovasi teknologi untuk memperbaiki kinerja PPK berperan penting dalam penyediaan cadangan beras pemerintah.
4. Usaha penggilingan padi keliling (PPKL): hanya mempunyai komponen pemecah kulit sekam dan penyosoh beras yang dipasang pada rangka mobil dengan kapasitas kerja rata-rata 600 kg beras/jam. PPKL timbul

untuk menjawab kebutuhan petani kecil yang lokasi sawahnya jauh dari unit penggilingan padi stasioner (menetap) atau hanya untuk memenuhi kebutuhan rumah tangga. PPKL kurang diterima oleh unit penggilingan padi stasioner karena persaingan dalam mendapatkan bahan baku dan tidak dikenakan pajak usaha sebagaimana pada PPK, PPM maupun PPB. PPKL banyak dijumpai di Jawa Tengah dan Jawa Timur.

Pada tataran praktis di lapangan, persepsi penamaan usaha penggilingan padi skala besar sering juga didasari pada kapasitas kerja harian penggilingan padi. Unit penggilingan padi yang mengoperasikan lebih dari satu mesin penggilingan padi kecil, misalnya 5-10 unit, disebut usaha penggilingan padi skala besar karena kapasitas gilingnya dapat mencapai lebih dari 10 ton beras per hari (Gambar 1). Dalam kondisi demikian, mutu dan rendemen beras yang dihasilkan sebenarnya sama atau secara teknis sama dengan unit penggilingan padi skala kecil. Oleh karena itu, bila klasifikasi penggilingan padi ditujukan untuk menggambarkan kemampuan mesin yang dioperasikan, maka sebaiknya dinamakan mesin penggilingan padi, sedangkan untuk klasifikasi usaha dapat disebut dengan usaha penggilingan padi. Makin tinggi kelas penggilingan padi (kapasitas gilingnya) makin lengkap peralatan yang digunakan, dan makin baik pula mutu dan rendemen giling beras.

Mutu beras yang baik tidak terlepas dari penggunaan teknologi yang tepat. Berbagai jenis mesin penyosoh beras telah beredar, baik buatan dalam



Gambar 1. Penggilingan padi besar yang memiliki beberapa unit penggilingan padi kecil (Thahir *et al.* 2008)

Tabel 2. Rata-rata mutu dan rendemen giling beras berdasarkan klasifikasi usaha penggilingan padi.

Skala penggilingan padi	Jumlah sampel	Rendemen	
		%	CV
Skala besar	24	61,48	6,65
Skala menengah	17	59,69	10,89
Skala kecil	46	55,71	7,96

Sumber: Tjahjohutomo *et al.* (2004)

negeri maupun impor. Pengusaha PPB lebih mampu mengadopsi teknologi yang lebih maju sehingga lebih mampu memproses beras giling dengan mutu yang lebih baik daripada PPK (Tabel 2).

KEKAKUAN PERSEPSI TERHADAP MESIN USAHA PENGKILANGAN PADI SKALA KECIL

Berbagai komponen penyosoh beras dalam penggilingan padi telah dapat diproduksi di dalam negeri, baik buatan pabrik besar maupun pengrajin lokal. Pemilik usaha penggilingan padi skala kecil pada umumnya lebih memilih menggunakan komponen mesin penyosoh buatan lokal karena yang impor harganya mahal. Banyak pengrajin lokal memodifikasi komponen penyosoh untuk mendapatkan beras giling yang lebih baik (Thahir *et al.* 2006). Penggunaan komponen penyosoh buatan lokal merupakan ciri dari PPK. Mesin buatan lokal dianggap mutunya lebih rendah dibanding mesin impor, sehingga tidak mampu menghasilkan mutu dan rendemen beras yang lebih baik. Kelemahan lain dari PPK adalah menggunakan peralatan tua dan merupakan usaha turun-temurun yang tidak berkembang. Ciri-ciri ini membawa persepsi bahwa PPK selalu menghasilkan mutu beras giling yang lebih rendah dibandingkan dengan PPB.

Mutu inferior ditandai dengan beras giling yang mengandung beras patah tinggi serta derajat sosoh dan rendemen rendah. Ciri-ciri ini sangat melekat di masyarakat dan pemangku kebijakan selama ini. Kinerja penggilingan padi yang inferior ini tentu tidak dapat diharapkan menghasilkan beras bermutu untuk mengisi cadangan beras pemerintah dan stok perdagangan. Sangat jarang dilakukan sensus nasional untuk melihat perkembangan kinerja PPK. Bila kondisi ini benar tidak berubah, maka peran PPK untuk mengisi cadangan beras pemerintah menjadi masalah atau usaha penggilingan padi skala kecil tidak dapat diharapkan

berperan dalam pengadaan beras nasional, padahal 65% penggilingan padi di Indonesia tergolong PPK.

Selama ini telah banyak dilakukan perbaikan kinerja PPK melalui introduksi teknologi penyosohan dan perbaikan konfigurasi mesin, seperti penggunaan separator gabah, kombinasi penyosohan abrasif-friksi, dan teknologi pengabutan. Revitalisasi ini telah memberi dampak perbaikan terhadap kinerja PPK yang ditandai oleh perbaikan mutu beras gilingnya (Setiawati 1999; Thahir *et al.* 2000; Thahir *et al.* 2011). Namun kekakuan persepsi kinerja penggilingan padi menggiring pemahaman seolah-olah kinerja usaha penggilingan padi skala kecil tidak pernah menjadi lebih baik, walaupun belum sebaik usaha penggilingan padi skala besar.

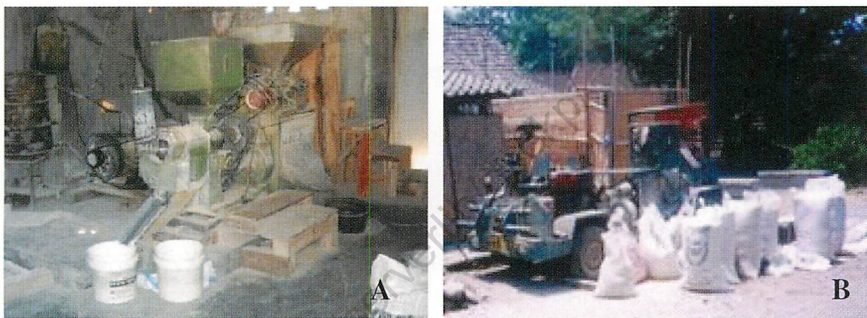
GELIAT KINERJA USAHA PENGGILINGAN PADI SKALA KECIL

Pola Usaha Penggilingan

Tidak semua penggilingan padi bertujuan menghasilkan beras giling bermutu tinggi, bergantung pada permintaan pasar atau pemilik gabah. Hasil survei revitalisasi penggilingan padi di Jawa Barat, Jawa Tengah, dan Jawa Timur pada tahun 2011 menemukan tiga pola usaha penggilingan padi skala kecil, yaitu: (1) penggilingan padi pejasa giling, (2) penggilingan padi pemasar beras, dan (3) penggilingan padi yang merangkap pejasa giling dan pemasar beras (Thahir *et al.* 2011). Ketiga pola ini mempunyai ciri-ciri tersendiri.

1. Penggilingan padi skala kecil pejasa giling. Pejasa giling pada umumnya memiliki mesin penggilingan paling sederhana, biasanya satu unit *husker* dengan satu unit penyosoh. Penggilingan padi hanya berdasarkan permintaan petani pemilik gabah, tidak memerhatikan mutu seperti derajat sosoh, beras patah, dan kotoran. Rendemen menjadi perhatian pemilik gabah, yang diinginkan setinggi mungkin walaupun bercampur dengan menir dan kotoran campuran dedak halus dan kasar. Bila tidak ada permintaan giling, maka penggilingan ini *idle*. Penggilingan padi pola ini bersaing dengan penggilingan padi keliling (Gambar 2).
2. Penggilingan padi skala kecil pemasar beras. Pola ini sangat memerhatikan mutu giling, terutama rendemen, beras patah, dan kebersihan beras. Pemilik penggilingan padi sangat respons terhadap inovasi teknologi penggilingan dan memerhatikan kelengkapan konfigurasi unit penggilingannya. Pada umumnya penggilingan mempunyai alat pemisah gabah (*paddy separator*) buatan lokal dan lantai jemur yang memadai

(Gambar 3). Pada prinsipnya, konfigurasi mesin PPK dapat digolongkan atas dua jenis, yaitu konfigurasi penggilingan padi sederhana (konvensional) dan konfigurasi dengan teknologi yang lebih modern. Konfigurasi yang banyak diterapkan dalam penggilingan padi skala kecil adalah yang sederhana dengan prinsip mengubah gabah menjadi beras, tanpa memerhatikan mutu beras hasil gilingan (Sugondo 2002). Anggapan ini yang terus dipakai, sehingga penggilingan padi skala kecil dinilai menghasilkan mutu beras giling yang rendah. Pada pola usaha PPK merangkap pemasar beras, pemilik tidak menunggu petani menawarkan gabahnya, tetapi lebih aktif mengumpulkan gabah petani. Pembelian gabah dilakukan dengan sangat selektif (bernas dan bersih), sehingga dapat menghasilkan rendemen beras minimal 65%, karena memerhatikan permintaan konsumen.



Gambar 2. Penggilingan padi skala kecil pejas giling (A) dan penggilingan padi keliling (B) (Setiawati 1999).



Gambar 3. Penggilingan padi skala kecil yang merangkap pemasar beras dengan sarana penjemuran gabah yang memadai (Thahir *et al.* 2011).

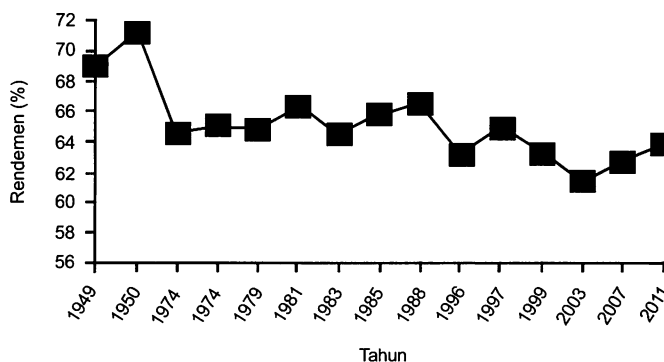
3. Penggilingan padi skala kecil merangkap pemasar beras. Pola ini melayani jasa giling dan melakukan aktivitas perdagangan beras. Sebenarnya usaha utama penggilingan padi pola ini adalah pemasar beras dan jasa penggilingan hanya sebagai selingan.

Mutu Beras Giling

Rendemen Beras Giling

Rendemen beras giling nasional dalam kurun waktu 1949-2011 berfluktuasi dengan tendensi menurun (Gambar 4). Data rendemen yang ditampilkan diolah dari berbagai sumber pengukuran, bukan semata-mata sebagai sensus rendemen beras, tetapi disarikan dari berbagai hasil pengamatan rendemen beras untuk kepentingan tertentu, seperti melihat pengaruh varietas atau perlakuan *on farm* dan *off farm*. Namun tren penurunan rendemen ini diakui oleh sebagian PPK dengan berbagai alasan, antara lain ukuran gabah yang semakin ramping, pencampuran berbagai varietas dalam penggilingan, dan adanya pengaruh dosis dan terganggunya keseimbangan pemupukan pada perlakuan *on farm* yang dapat memengaruhi beras patah.

Perbaikan rendemen beras dari mesin penggilingan padi skala kecil menjadi sangat penting dalam pemenuhan stok beras nasional, karena minimal 65% usaha penggilingan padi di Indonesia tergolong PPK. Jumlah mesin penggilingan padi skala kecil berkembang lebih cepat daripada skala besar karena membutuhkan biaya investasi lebih rendah, sehingga para pengusaha desa mampu membelinya. Alasan lain adalah usaha penggilingan padi skala kecil lebih dekat dengan lokasi usaha tani, mudah dijangkau petani, jumlah padi yang digiling sedikit, tidak kontinu, dan petani dapat melihat langsung hasil beras gilingnya (Thahir 2005).



Gambar 4. Tren rendemen beras nasional kurun waktu 1949-2011 (Thahir *et al.* 2011).

Survei terhadap 18 PPK di Jawa Barat, Jawa Tengah, dan Jawa Timur pada tahun 2011 memberi gambaran adanya perbaikan rendemen giling dibanding tahun-tahun sebelumnya (Tabel 3). Hasil pengamatan Tjahjohutomo *et al.* (2004) menunjukkan rendemen giling PPK, PPM, dan PPB masing-masing 55,71; 59,69 dan 61,48%, sedangkan dari hasil survei pada tahun 2011 didapatkan rendemen beras giling rata-rata 63,30; 65,73 dan 66,50% masing-masing di Jawa Barat, Jawa Tengah, dan Jawa Timur dengan rata-rata rendemen beras keseluruhan 65,18%. Perbaikan rendemen beras giling memberi harapan bagi unit penggilingan padi skala kecil yang pola usahanya merangkap pemasar beras untuk berperan dalam pengadaan cadangan beras pemerintah.

Informasi lain yang diperoleh dari survei tersebut adalah adanya perbedaan rendemen di antara varietas unggul baru yang dilepas. Rendemen beras varietas Ciherang dan Situ Bagendit dianggap lebih baik dari IR64. Varietas Inpari dengan bulir gabah yang kecil kurang disukai oleh pemilik penggilingan padi. Berdasarkan pengalaman dari pemilik PPK, rendemen giling padi pada musim kemarau rata-rata lebih tinggi 4% daripada musim hujan.

Kebijakan pelarangan penggunaan penggilingan prinsip *engleberg* belum sepenuhnya dipatuhi oleh pengusaha PPK. Di Kabupaten Jember ditemui penggilingan padi yang masih menggunakan prinsip *engleberg*, walaupun jenis penyosohnya menggunakan penyosoh tipe friksi Ichi70.

Tabel 3. Rata-rata rendemen beras pada 18 usaha penggilingan padi skala kecil (PPK) di Jawa Barat, Jawa Tengah, dan Jawa Timur, 2011.

Lokasi penggilingan padi	Mutu beras giling (%)				Rendemen (%)	
	Beras kepala	Beras patah	Derajat sosoh	Derajat putih	PPK	Lab.
Jawa Barat	76,44	22,16	92,83	40,16	63,30	66,98
Karawang	73,08	26,04	95,00	37,77	62,01	65,43
Cianjur	79,79	18,27	90,67	42,55	64,58	68,52
Jawa Tengah	78,13	19,71	88,33	40,43	65,73	67,64
Cilacap	70,01	27,78	85,00	40,55	66,80	68,45
Grobogan	86,26	11,65	91,67	40,30	64,67	66,84
Jawa Timur	70,79	23,48	90,00	42,43	66,50	63,29
Bojonegoro	67,94	26,70	91,67	47,67	62,67	63,33
Jember ¹	73,63	20,25	88,33	37,18	70,33	63,25

¹Dari tiga penggilingan padi, dua di antaranya menggunakan prinsip *engleberg*.
Sumber: Thahir *et al.* (2011)

Kebijakan teknis penggunaan metode penyosohan *engleberg* perlu mendapat perhatian serius karena rendemen beras yang tinggi dapat terjadi akibat bercampurnya kotoran, seperti dedak kasar, bekatul, menir, dan sekam. Rendemen beras giling dari PPK masih berpotensi dan berpeluang ditingkatkan, karena hasil uji rendemen di laboratorium masih tinggi, yakni 2,10% (Tabel 3), dibandingkan dengan rendemen dari penggilingan padi.

Mutu Beras Giling

Menurut Sawit (2010), salah satu instrumen untuk meningkatkan daya saing gabah/beras adalah kebijakan harga. Instrumen harga pembelian menjadi andalan untuk menciptakan insentif guna mendorong modernisasi unit penggilingan padi dan mengurangi susut hasil pada kegiatan panen dan pascapanen. Pemerintah perlu segera mengoreksi kebijakan HPP beras dari kualitas tunggal atau medium menjadi multikualitas. Penerapan strategi multikualitas dalam pengadaan cadangan dan stok beras nasional mendorong dan mengharuskan penggilingan padi mampu menghasilkan beras giling yang berkualitas.

Pengadaan cadangan dan stok beras perdagangan nasional yang bermutu mempunyai beberapa keuntungan, antara lain menjamin tidak terjadi kerusakan beras selama penyimpanan, mengangkat harkat konsumen penerima beras cadangan pemerintah, dan meningkatkan daya saing bila Indonesia telah mampu mengeksport beras, sebagaimana rencana surplus beras 10 juta ton pada tahun 2014.

Perbaikan mutu beras giling, terutama beras kepala, butir patah, dan derajat sosoh telah dilakukan oleh usaha penggilingan padi skala kecil yang merangkap pemasar beras. Survei terhadap 18 usaha penggilingan padi skala kecil menunjukkan 61% di antaranya telah mampu menekan beras patah 10-21% (Thahir *et al.* 2011). Hasil ini sejalan dengan Setiawati (1999) yang melaporkan kandungan beras kepala dari PPK rata-rata 19,90 + 1,67%.

Penelitian untuk memperbaiki mutu beras giling pada PPK telah banyak dilakukan. Berbagai teknik penyosohan telah dikembangkan untuk mengurangi butir retak dan butir patah. Perbaikan teknik penyosohan yang paling banyak dilakukan adalah dengan mengombinasikan sistem abrasif dan friksi serta penyosohan bertahap. Kombinasi sistem abrasif dan friksi meningkatkan persentase beras kepala menjadi 86% dan menekan persentase beras patah menjadi 13% (Sudaryono *et al.* 2005; Thahir *et al.* 2006). Inovasi ini merupakan modal besar untuk mendorong PPK menghasilkan beras giling bermutu.

PENGEMBANGAN UNIT PENGGILINGAN PADI SKALA KECIL

Kebijakan Pengembangan

PPK masih berperan penting dalam mendukung upaya peningkatan produksi beras, cadangan beras pemerintah, dan pengadaan stok beras nasional. Di samping itu, karena merupakan simpul kawasan sekaligus simpul industri di pedesaan, penggilingan padi juga berperan penting dalam mengatasi masalah perberasan. Menurut Azahari (2003), penggilingan padi ikut menentukan ketersediaan pangan, mutu pangan yang dikonsumsi masyarakat, tingkat harga dan pendapatan yang diperoleh petani, tingkat harga yang harus dibayar konsumen, dan turut pula menyediakan lapangan pekerjaan di pedesaan. Walaupun pernyataan ini tidak spesifik ditujukan untuk usaha penggilingan padi skala kecil, usaha penggilingan padi skala kecil terbukti banyak beroperasi di pedesaan.

Dengan adanya perbaikan rendemen beras giling maka PPK perlu terus dikembangkan untuk berperan dalam pengadaan cadangan beras pemerintah. Kebijakan yang diperlukan dalam pengembangan PPK adalah:

1. Pemutakhiran *data base* usaha penggilingan padi skala kecil dan RMU serta kinerjanya (jumlah, kapasitas terpasang, jam operasi, mutu dan rendemen beras) dalam skala nasional (sensus nasional). Secara teknis, sebagian besar PPK tidak dapat mengoperasikan mesinnya sesuai kapasitas terpasang karena keterbatasan bahan baku dan tidak adanya regulasi yang jelas yang berkaitan dengan pewilayahan kerja PPK.
2. Pengaturan kebijakan pengembangan penggilingan padi keliling, terutama dalam menentukan rasio kapasitas giling antara penggilingan padi stasioner dengan penggilingan padi keliling sehingga tidak mengganggu mutu beras cadangan pemerintah dan stok nasional.
3. Pendampingan untuk pengembangan PPK, yang tidak berhenti pada pemberian bantuan peralatan. Program bantuan pemerintah pusat perlu dikoordinasikan dengan pemangku kepentingan dan dinas teknis terkait di tingkat kabupaten.
4. Program khusus mendukung peningkatan produksi beras dari bidang pascapanen. Pembinaan Dinas Pertanian kabupaten lebih banyak pada kegiatan *on farm* seperti pemberian pupuk berimbang untuk menghasilkan butir gabah dan beras yang bermutu baik. Program untuk perbaikan pascapanen lebih banyak pada penyebaran sarana panen (terpal alas perontok dan mesin perontok).

5. Pengetatan implementasi kebijakan penggunaan penggilingan padi yang menerapkan penyosohan beras sistem *engleberg* agar tidak memengaruhi mutu beras cadangan pemerintah dan stok perdagangan beras nasional.
6. Kebijakan teknis yang dapat mendorong kecepatan penanganan panen dan pascapanen untuk mencegah kerusakan gabah sebagai bahan baku penggilingan beras.

Tindak Lanjut Pengembangan

Implikasi dari kebijakan pengembangan PPK, khususnya dalam mendukung pengadaan cadangan beras pemerintah dan mengisi stok perdagangan beras nasional adalah sebagai berikut:

1. Meneruskan kebijakan teknis pembinaan penggunaan pemisah gabah dari beras pecah kulit pada PPK.
2. Menyusun regulasi pewilayahan kerja penggilingan padi serta memperbaiki infrastruktur untuk memudahkan transportasi gabah hasil panen.
3. Melakukan kajian kebijakan pengembangan penggilingan padi keliling, terutama analisis rasio jumlah unit penggilingan padi keliling terhadap penggilingan stasioner dalam wilayah produksi beras tertentu.
4. Melakukan sensus nasional rendemen beras secara rutin dan teratur, termasuk penyeragaman metode pengukurannya.
5. Mendorong pengembangan jasa pemanen, khususnya lembaga jasa pemanen, mesin perontok, dan pengeringan.

KESIMPULAN DAN SARAN

1. Perkembangan inovasi teknologi penggilingan padi telah memberi dampak terhadap perbaikan mutu dan rendemen giling pada usaha penggilingan padi skala kecil. Hal ini memberi peluang bagi usaha ini untuk lebih berkiprah dalam pengadaan cadangan beras pemerintah melalui Bulog atau stok beras perdagangan nasional.
2. Perbaikan rendemen dipengaruhi oleh keberhasilan pembinaan penggunaan pemisah gabah dari beras pecah kulit. Perbaikan rendemen dan mutu beras giling juga sangat dipengaruhi oleh sistem usaha PPK. PPK yang juga berfungsi sebagai pedagang beras akan mengembangkan usaha penggilingannya untuk menghasilkan beras bermutu tinggi, sedangkan yang hanya memberikan jasa penggilingan akan menghasilkan beras dengan mutu seadanya.

3. Untuk memperoleh data yang lebih akurat, terukur dan akuntabel, perlu dilakukan survei dalam skala lebih luas dan secara reguler, termasuk pengukuran rendemen beras nasional, dengan melibatkan berbagai pihak.
4. Peran PPK masih dominan dalam pengadaan beras nasional, sehingga revitalisasi PPK dalam aspek peralatan, keterampilan, pengetahuan usaha, dan perbaikan penanganan pascapanen padi perlu dilakukan secara terus-menerus.

DAFTAR PUSTAKA

- Azahari, D.H. 2003. Revitalisasi peran penggilingan padi dalam meningkatkan ketahanan pangan. *Analisis Kebijakan Pertanian* (1): 1-8.
- BPS. 1995. Alat-alat pertanian menurut provinsi dan kabupaten di Indonesia. Biro Pusat Statistik, Jakarta.
- BPS. 2013. Luas panen, produktivitas dan produksi tanaman padi seluruh provinsi. Badan Pusat Statistik, Jakarta. www.bps.go.id/tnmn_pgn.php [11 Maret 2013].
- Ditjen P2HP. 2005. Agribisnis perberasan berbasis penggilingan padi. *Pertemuan Penggilingan Padi dan Pengusaha Beras Nasional*, Bandung, 13-15 Juli 2005. 19 hlm.
- Ditjen P2HP. 2009. Penekanan susut dan peningkatan rendemen gabah/beras. <http://agribisnis.deptan.go.id>. [29 November 2009].
- Irawan, B. 2004. Dinamika produktivitas dan kualitas budi daya padi sawah. hlm. 179-199. *Dalam* F. Kasryno *et al.* (Eds). *Ekonomi Padi dan Beras Indonesia*. Badan Litbang Pertanian, Jakarta.
- Kasryno, F. dan E. Pasandaran. 2004. Reposisi padi dan beras dalam perekonomian nasional. hlm. 3-29. *Dalam* F. Kasryno *et al.* (Eds). *Ekonomi Padi dan Beras Indonesia*. Badan Litbang Pertanian, Jakarta.
- Kementerian Pertanian. 2010. Rencana Strategis Kementerian Pertanian Tahun 2010-2014. Kementerian Pertanian, Jakarta. 273 hlm.
- Patiwiri, A.W.. 2006. *Teknologi Penggilingan Padi*. PT Gramedia Pustaka Utama, Jakarta. 202 hlm.
- Perpadi. 2002. Peran penggilingan padi dalam peningkatan mutu dan rendemen beras. Makalah disampaikan pada *Pertemuan Penggilingan Padi Nasional*. 6 hlm.
- Perpadi. 2009. *Workshop Revitalisasi Penggilingan Padi*, Jakarta 7-9 Mei 2009. <http://agribisnis.deptan.go.id/index.php> [22 Juni 2009].

- Sawit, M.H. 2010. Reformasi Kebijakan Harga Produsen dan Dampaknya Terhadap Daya Saing Beras. Orasi Pengukuhan Profesor Riset. Badan Litbang Pertanian, Jakarta. 56 hlm.
- Setiawati, J. 1999. Pengaruh jenis pemutih terhadap mutu beras. *Agricultural Engineering Buletin* 6 (1 dan 2): 23-33.
- Sidik, M. 2006. Prospect of rice production and food security in East Asia. Lokakarya Nasional Peningkatan Daya Saing Beras Nasional Melalui Perbaikan Kualitas, Jakarta 13-14 September. Perum Bulog, PERTETA, dan Perpadi. 17 hlm.
- Sudaryono, S. Lubis, dan Suismono. 2005. Pengaruh sistem penggilingan padi skala menengah terhadap mutu hasil giling. *Buletin Teknologi Pascapanen Pertanian* 1(1): 64-70.
- Sugondo, S. 2002. Perkembangan teknologi penggilingan padi dan pengaruhnya terhadap peningkatan kualitas dan rendemen beras. Makalah disampaikan pada Diskusi Teknis Kinerja Sistem Penggilingan Padi. Balai Besar Pengembangan Mekanisasi Pertanian, Serpong. 22 hlm.
- Sulaeman, H. 1993. Perusahaan padi, potensi dan masalah yang dihadapi. Makalah Arahan Pengembangan Penggilingan Padi. Direktorat Bina Usahatani dan Pengolahan Hasil, Jakarta.
- Sumardi dan R. Thahir. 1993. Penanganan pascapanen padi. hlm. 915-942. *Dalam Soenardjo et al.* (Eds). Padi, Buku 3. Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanaman Pangan, Bogor.
- Thahir, R., H. Wijaya, dan J. Setiawati. 2000. Pemolesan beras melalui sistem pengkabut air. hlm. 246-252. Prosiding Seminar Nasional Teknik Pertanian. Modernisasi Pertanian untuk Meningkatkan Efisiensi dan Produktivitas Menuju Pertanian Berkelanjutan, Bogor, 11-12 Juli 2000. Perhimpunan Teknik Pertanian Indonesia.
- Thahir, R. 2005. Peningkatan kinerja penggilingan padi. Makalah disampaikan pada Pertemuan Penggilingan Padi Nasional, Bandung, 13-15 Juli 2005. Direktorat Jenderal P2HP, Jakarta. 13 hlm.
- Thahir, R., S. Nugraha, Sunarmani, dan Yulianingsih. 2006. Pengaruh penyosohan terhadap mutu fisik dan cemaran logam pada beras giling. *Jurnal Enjiniring Pertanian* 4(1): 1-25.
- Thahir, R., R. Rachmat, dan Suismono. 2008. Pengembangan agroindustri Padi. hlm. 34-76. *Dalam Suyamto et al.* (Eds). Padi, Inovasi Teknologi dan Ketahanan Pangan. Balai Besar Penelitian Tanaman Padi, Sukamandi, Subang.

- Thahir, R., R. Rachmat, S. Nugraha, Yulianingsih, R.S. Adiandri, I. Pamungkas, dan I. Mulyawanti. 2011. Rekomendasi dan implikasi kebijakan revitalisasi penggilingan padi kecil mendukung swasembada beras berkelanjutan. Laporan Akhir Penelitian. Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Pascapanen Pertanian, Bogor. 50 hlm.
- Tjahjohutomo, R., Handaka, Harsono, dan T.W. Widodo. 2004. Pengaruh konfigurasi mesin penggilingan padi rakyat terhadap rendemen dan mutu beras giling. *Jurnal Enjiniring Pertanian* 2(1): 23.

<http://serverlib/psekp/>

Pemicu Ledakan Hama Wereng Coklat di Indonesia

BAEHAKI SUHERLAN EFFENDI

Balai Besar Penelitian Tanaman Padi

Jalan Raya No. 9 Sukamandi, Subang, Jawa Barat

Telp. 0260-520157, Fax. 0260-520158,

E-mail: baehaki.se@telkom.net

ABSTRAK

Wereng coklat sudah lama dikenal sebagai hama yang sampai saat ini masih menjadi kendala peningkatan produksi padi di Indonesia. Hama ini tidak hanya merusak tanaman padi di Indonesia, tetapi juga di China, Vietnam, Thailand, India, Pakistan, Malaysia, Filipina, Jepang, dan Korea. Posisi wereng coklat pada tahun 2011 menjadi sangat penting karena serangannya pada tahun 2010 telah menurunkan produksi padi nasional. Faktor luar pemicu ledakan wereng coklat adalah perubahan iklim, La Nina dan siklus 12 tahunan ledakan wereng coklat, pola pertanian tidak serempak, penanaman varietas rentan, pemakaian pupuk N secara berlebihan, pengairan selalu tergenang sepanjang fase pertumbuhan tanaman padi, petani lupa PHT dan kurang menghargai penyuluh, resistensi wereng coklat terhadap insektisida, pelemahan dosis dan konsentrasi pemakaian insektisida, gagalnya pengendalian di daerah *hot spot*, dan hilangnya sebagian rantai makanan. Faktor dalam pemicu ledakan wereng coklat adalah perubahan biotipe dan tingginya laju pertumbuhan intrinsik. Pengendalian hama wereng merupakan prioritas utama setelah ada pertanian padi di lapangan, karena kegagalan pengendalian akan menurunkan produksi cukup tajam.

Kata kunci: padi, wereng coklat, penyebab ledakan

PENDAHULUAN

Wereng (*Nilaparvata lugens* Stal.) tersebar luas di daerah palaeartik (China, Jepang, dan Korea), wilayah oriental (Bangladesh, Kamboja, India, Indonesia, Malaysia, Serawak, Taiwan, Thailand, Vietnam, dan Filipina), dan Australian (Australia, Kep. Fiji, Kaledonia, Kep. Solomon, dan New Guinea). Ditinjau dari keberadaannya sejak 1930 di Indonesia, wereng coklat sampai saat ini masih menjadi kendala, termasuk di China, Vietnam, Thailand, India, Pakistan, Malaysia, Filipina, Jepang, dan Korea (Baehaki 2010a).

Perkembangan wereng coklat sebagai serangga strategis dibantu oleh faktor lingkungan yang mendukung. Usaha pengendalian telah dilakukan dengan berbagai cara, disesuaikan dengan komponen pengendali yang

ada, mulai dari cara bercocok tanam, pergiliran varietas, manipulasi musuh alami, hingga penggunaan pestisida. Pengendalian hama wereng coklat diutamakan dengan teknik agronomi, yaitu menanam varietas tahan. Insektisida digunakan apabila populasi wereng coklat sudah mencapai ambang ekonomi. Namun pengendalian menggunakan varietas tahan, terutama yang mempunyai ketahanan vertikal (monogenik resisten), sering kali menggiring wereng coklat menjadi biotipe baru dalam waktu singkat. Di lain pihak, pengendalian menggunakan varietas dengan ketahanan horizontal atau ketahanan dengan gen poligeni (digenik atau monogenik + QTL) menggiring wereng coklat menjadi biotipe baru dalam waktu relatif lama. Varietas IR64 (Bph1⁺), misalnya, dapat bertahan selama 24 tahun di lapangan (Baehaki 2010b).

Pengendalian dengan insektisida sering kali tidak efektif karena jenis, waktu aplikasi tidak tepat. Ketidakmampuan insektisida mengendalikan wereng coklat dapat menyebabkan resurgensi. Resurgensi adalah proses peningkatan populasi wereng coklat setelah aplikasi insektisida dengan laju pertumbuhan yang lebih tinggi dari yang tidak disemprot insektisida. Heinrichs (1977) menduga resurgensi wereng coklat disebabkan oleh beberapa faktor, antara lain cara penyemprotan kurang baik, musuh alami terbunuh, perubahan fisiologi tanaman sehingga lebih disukai wereng, atau perubahan fisiologi wereng akibat insektisida.

SEBARAN SERANGAN

Dalam kurun waktu 10 tahun terakhir, luas serangan wereng coklat di negara-negara Asia Tenggara dan China berbeda. Di Indonesia, serangan tertinggi terjadi pada tahun 1998 seluas 120 000 ha, kemudian menurun pada tahun 1999 sampai 2004 dan meningkat kembali (50.000 ha) pada tahun 2005. Dalam kurun waktu 2006-2008, luas serangannya turun dan meningkat kembali pada 2009-2011 (Tabel 1).

Tren luas serangan wereng coklat di Thailand hampir sama dengan di Indonesia. Di China, kerusakan tanaman padi akibat serangan *Laodelphax striatellus* (Fallén) (*small brown planthopper*) dimulai pada 1964 (Baehaki *et al.* 2010). Di China pada tahun 1968, wereng coklat (*brown planthopper*) mulai menyerang dan pada tahun 1978 wereng punggung putih (*Sogatella furcifera* Horvath) (*white-backed planthopper*), menunjukkan hal serupa (Cheng 2008). Di negara tersebut, serangan wereng coklat terus berlangsung hingga periode 1998-2008, bahkan pada tahun 2006 dan 2007 luas serangannya masing-masing mencapai 9 juta dan 8 juta ha. Pada tahun 2005, kehilangan hasil padi di China akibat serangan wereng mencapai 2,77 juta ton. Di Vietnam, serangan wereng coklat terus berlangsung dalam periode 1998-2008 dan pada tahun 2007 serangannya mencapai 500.000

Table 1. Laju perkembangan produksi padi dan serangan wereng coklat di Indonesia.

Tahun	Luas panen (ha)	Kerusakan oleh wereng coklat		Produksi padi (juta ton)	
		Luas (ha)	% serangan	Target	Realisasi
2006	11.786.430	28.421	0,24	55,718	54,455
2007	1.2147.637	35.987	0,30	58,184	57,157
2008	12.327.425	24.152	0,20	61,093	60,326
2009	12.883.576	47.473	0,37	63,525	64,399
2010	13.253.450	137.768	1,04	66,680	66,469
2011	13.201.316	218.060	1,65	70,590	65,741*

Keterangan: *Angka sementara.

Sumber: BPS (2011, diolah).

ha. Pada tahun 2006, kehilangan hasil padi di Vietnam akibat serangan wereng mencapai 400.000 ton (Catindig *et al.* 2008).

PEMICU LEDAKAN

Di daerah tropika, populasi wereng terutama dikendalikan oleh faktor fisik, biotik, genetik, dan lingkungan yang bekerja secara bersama-sama atau sendiri-sendiri. Faktor pemicu perkembangbiakan wereng coklat dengan cepat hingga mencapai populasi tinggi adalah: (1) perubahan iklim, La Nina, dan siklus 12 tahunan ledakan wereng coklat, (2) tanam tidak serempak, (3) penanaman varietas rentan, (4) praktik budi daya, khususnya pemakaian pupuk nitrogen dengan dosis berlebihan dan pengairan selalu tergenang sepanjang fase pertumbuhan tanaman padi, (5) perubahan biotipe yang mematahkan ketahanan varietas, (6) tingginya laju pertumbuhan intrinsik wereng coklat, (7) petani melupakan PHT dan kurang menghargai penyuluh, (8) resistensi wereng coklat terhadap insektisida, (9) pelemahan dosis dan konsentrasi pemakaian insektisida, (10) gagalnya pengendalian di daerah *hot spot*, dan (11) hilangnya sebagian rantai makanan.

Perubahan Iklim dan Siklus 12 Tahunan Ledakan Wereng Coklat

1. Suhu

Suhu antara 25-30°C optimal bagi perkembangan telur dan nimfa wereng coklat. Daya penetasan mencapai 91,5% pada suhu 25°C dan tingkat ketahanan nimfa mencapai 96-98% pada suhu 25°C.

Lamanya stadia telur pada suhu 15, 20, 25, 28, dan 29 °C berturut-turut 26,7; 15,2; 8,2; 7,9; dan 8,5 hari. Waktu terpendek stadia telur adalah pada suhu 28 °C. Lamanya stadia nimfa pada suhu 20, 25, 29, 31, 33, dan 35 °C berturut-turut 18,2; 13,2; 12,6; 13,1; 17,0; dan 18,2 hari. Waktu terpendek stadia nimfa adalah 12 hari pada suhu 27 °C, sehingga total waktu terpendek dari stadia telur sampai dewasa adalah 20 hari pada suhu 27-28 °C. Perlakuan suhu terhadap nimfa akan memengaruhi serangga betina dan masa bertelurnya (Mochida 1964). Di lain pihak, Suenaga (1963) melaporkan bahwa nimfa instar ke-4 dan ke-5 aktif pada suhu 12-13 °C.

Kecepatan peneluran (telur/hari/betina) naik sesuai dengan suhu. Masa prapeneluran dari makroptera betina menjadi pendek dengan naiknya suhu antara 20-33 °C, sedangkan masa prapeneluran dari brachiptera tidak berubah dengan naiknya suhu.

Bila betina makroptera dan brachiptera dipelihara pada suhu tetap di bawah suhu 17 °C, tidak terjadi perkembangan ovarium, bila betina dipelihara pada suhu harian 25 °C untuk beberapa jam dalam beberapa hari akan bertelur di bawah 17 atau 18 °C. Hal ini memungkinkan pembentukan telur karena adanya hormon yang aktif di atas suhu 17 °C.

Di lapangan, pengaruh suhu nyata berkorelasi positif dengan kerusakan yang ditimbulkan oleh wereng coklat. Berdasarkan data pada tahun 1990-1998, Baehaki dan Hassanuddin (1999) telah membuat persamaan regresi kerusakan pertanaman padi di Jawa Barat (ha) = Y dan suhu harian ($^{\circ}C$) = Sh :

$$Y = -16619 + 694,1117 Sh$$

$$r = 0,139$$

Dari persamaan tersebut diketahui bahwa suhu minimum yang mempengaruhi perkembangan wereng coklat adalah 24 °C.

2. Kelembapan

Bae dan Pathak (1970) menyebutkan bahwa wereng coklat dapat hidup pada kelembapan relatif 30-100%. Penelitian di rumah kaca di Bogor menunjukkan wereng coklat hidup pada kelembapan relatif 50-90%. Pada musim kemarau, suhu tinggi dan kelembapan relatif lebih rendah, menyulitkan perkembangan wereng coklat sehingga populasi menurun. Kisaran kelembapan yang optimal bagi perkembangan wereng coklat adalah 70-85% (Kulshreshtha *et al.* 1974 dalam Dyck *et al.* 1979).

Di lapangan, pengaruh kelembapan nyata berkorelasi positif dengan kerusakan yang ditimbulkan oleh wereng coklat. Baehaki dan Hassanuddin

(1999) berdasarkan data tahun 1990-1998 telah membuat persamaan regresi kerusakan pertanian (ha) = Y dan kelembapan harian (%) = Rh t:

$$Y_{jabar} \text{ (luas serangan)} = -11788 + 170,753 Rh$$

$$r = 0,43$$

$$Y_{indramayu} \text{ (luas serangan)} = -7796,3388 + 109,3226 Rh$$

$$r = 0,33$$

$$Y_{karawang} \text{ (luas serangan)} = -1012,0593 + 15,3358 Rh$$

$$r = 0,48$$

$$Y_{subang} \text{ (luas serangan)} = -327,6238 + 4,5555 Rh$$

$$r = 0,40$$

Dari persamaan tersebut diketahui bahwa kelembapan minimum yang memengaruhi perkembangan wereng coklat adalah 69.

3. Hujan

Perkembangan dan ledakan wereng coklat yang terjadi selama musim hujan berhubungan dengan hujan. Pada musim hujan, suhu optimal dengan kelembapan yang tinggi akan merangsang perkembangbiakan wereng coklat. Suhu minimum yang memengaruhi perkembangan wereng coklat adalah 24 °C. kelembapan minimum yang memengaruhi perkembangan wereng coklat adalah 69%.

Di Jawa Barat, perkembangan hama yang berhubungan dengan luas serangan (ha) = Y dipengaruhi oleh curah hujan musiman (mm) = Ch (Baehaki dan Hassanuddin 1999) seperti persamaan berikut:

$$Y_{jabar} = 21,2669 + 2,9118 Ch$$

$$r = 0,537$$

$$Y_{indramayu} = -478,1719 + 2,3215 Ch$$

$$r = 0,517$$

$$Y_{karawang} = 38,3211 + 0,2910 Ch$$

$$r = 0,66$$

$$Y_{subang} = 25,2321 + 0,0254 Ch$$

$$r = 0,162$$

Di satu pihak, hujan dapat mengurangi kepadatan tanah karena pukulan mekanik dari butiran hujan. Di lain pihak, hujan memberikan kelembapan yang cocok bagi perkembangan wereng coklat, karena timbulnya iklim mikro di bawah tanaman padi yang biasa ditempati wereng coklat.

Suhu, kelembapan, dan curah hujan secara bersama-sama dapat meningkatkan populasi wereng coklat dan memperluas serangan pada tanaman padi (Baehaki dan Hassanuddin 1999). Persamaan regresi ganda antara luas serangan wereng coklat = Y, suhu = Sh, kelembapan = Rh, dan curah hujan = Ch adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned} Y_{jabar} \text{ (luas serangan)} &= -50599 + 1432,1929 \text{ Sh} + 153,2823 \text{ Rh} + 2,4660 \text{ Ch} \\ r &= 0,67 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Y_{indramayu} \text{ (luas serangan)} &= -7100,7314 + 44,6672 \text{ SH} \\ r &= 0,56 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Y_{karawang} \text{ (luas serangan)} &= -1632,9540 + 29,9663 \text{ Sh} + 10,9560 \text{ Rh} + 0,2516 \text{ Ch} \\ r &= 0,73 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Y_{subang} \text{ (luas serangan)} &= 146,4040 - 16,1993 \text{ Sh} + 4,0192 \text{ Rh} + 0,0086 \text{ Ch} \\ r &= 0,42 \end{aligned}$$

4. Angin

Beberapa serangga kecil seperti aphid, wereng daun (Jassidae), dan sebangsa lalat dapat terbawa angin sampai jauh, tetapi hama wereng batang (Delphacidae) di antaranya wereng coklat yang mempunyai kemampuan bermigrasi yang tinggi. Jadi wereng coklat bermigrasi secara aktif tidak terbawa angin (Kisimoto 1979).

Angin topan dapat mengurangi jumlah wereng coklat, tetapi terbaliknya pergerakan udara di dalam habitat mikro (di antara tanaman padi) menyebabkan bertambahnya populasi wereng coklat. Tidak adanya pergerakan angin di antara tanaman padi menyebabkan kelembapan dan suhu cocok bagi perkembanganbiakan wereng coklat. Oleh karena itu, untuk menghindari serangan wereng coklat, salah satu usaha adalah menanam padi pada jarak yang dianjurkan, sesuai dengan karakteristik varietas.

Gerakan angin berhubungan dengan suhu, kelembapan, dan berpengaruh terhadap permulaan terbang (*take off*) serangga. Gerakan angin yang terlalu keras dan suhu yang rendah akan menghambat permulaan

terbang serangga. Suhu ambang terendah untuk permulaan terbang adalah 17 °C. Penerbangan hama akan tertahan bila kecepatan angin melebihi 11 km/jam (Ohkubo dan Kisimoto 1970). Aktivitas penerbangan terjadi terus-menerus pada suhu rendah, kelembapan tinggi, dan gerakan angin lemah (Ohkubo 1973).

5. Radiasi Matahari

Pemasakan dan jumlah telur yang diletakkan akan terhambat bila wereng punggung putih atau wereng coklat dipelihara di tempat yang gelap. Pengaruh kegelapan nyata pada betina makroptera daripada betina brakhiptera. Radiasi ultra violet yang terus-menerus menyebabkan tingkat kematian nimfa wereng coklat meningkat, khususnya pada instar-instar muda, dan produksi telur cenderung menurun, namun radiasi matahari cenderung memperpanjang daya tahan wereng dewasa (Kuno 1968).

Dalam percobaan pendahuluan, radiasi sinar X terhadap nimfa instar ke-4 dan ke-5 selama 5-20 menit menghasilkan daya bertahan hidup yang lama bagi serangga dewasa, tetapi jumlah telur yang diletakkan berkurang. Tingkat kematian nimfa wereng punggung putih karena radiasi matahari pada 22 °C hanya 20%, sedangkan pada nimfa yang tidak kena radiasi matahari mencapai 76%, dan wereng dewasa cenderung meletakkan telur relatif banyak.

Wereng punggung putih banyak terdapat di habitat yang menerima radiasi matahari terkecil dan suhu tinggi sebelum tanaman padi tumbuh tinggi. Setelah tanaman tumbuh lebat, hama ini cenderung tinggal di bagian yang banyak menerima radiasi matahari dengan suhu yang tetap tinggi. Pada musim panas, wereng coklat tinggal di bagian dengan sedikit radiasi matahari sebelum tanaman tumbuh tinggi, tetapi pada musim gugur tinggal di bagian bawah tajuk tanaman padi pada kondisi sinar radiasi matahari normal.

Dari kenyataan tersebut seakan radiasi matahari bekerja secara biotik pada wereng punggung putih. Tanpa radiasi matahari, hama ini tidak dapat bertelur. Di lain pihak, radiasi matahari dan ultraviolet bekerja abiotik terhadap wereng coklat dan menahan pertumbuhan populasi. Walaupun demikian, radiasi gelombang pendek menahan pertumbuhan kedua spesies wereng tersebut. Selain itu, diketahui pula bahwa migrasi dan penerbangan makroptera dewasa dipengaruhi oleh umur, jenis kelamin, dan kondisi iklim. Makroptera dewasa mulai terbang pada saat matahari terbit dan terbenam dengan intensitas cahaya yang merangsang penerbangan, 1-200 lux.

6. Iklim Mikro

Varietas yang beranak banyak dan tanah yang subur menghasilkan kanopi yang padat sehingga menutupi areal tanam. Penggenangan lahan secara terus-menerus menghasilkan iklim mikro yang cocok bagi perkembangbiakan wereng coklat. Kondisi ini menyebabkan kelembapan di bagian bawah tanaman padi cocok bagi kehidupan wereng coklat, tetapi kurang cocok bagi musuh alami (parasit atau predator). Penghentian irigasi dan melebarkan barisan tanaman merupakan cara untuk menekan kelembapan lingkungan mikro.

Penelitian pendahuluan di IRRI pada tahun 1972 menunjukkan bahwa tanaman padi yang ditanam rapat menghasilkan lingkungan mikro yang lebih sejuk dengan kelembapan tinggi selama satu hari. Pada pertanaman padi yang ditanam pada jarak yang cukup akan menghasilkan iklim mikro yang tidak cocok bagi pertumbuhan populasi wereng.

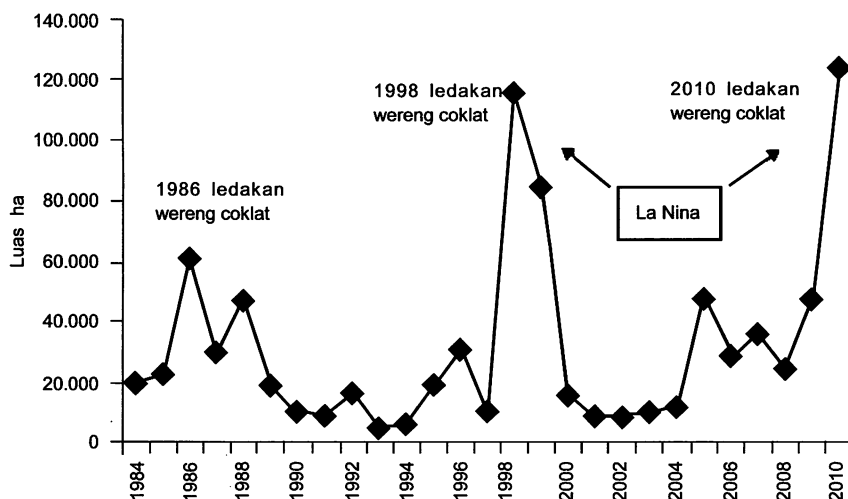
Lin (1970) dalam Dyck *et al.* (1979) telah melakukan beberapa penelitian tentang iklim mikro pada tanaman padi yang berhubungan dengan wereng coklat, dengan menghitung suhu dan kelembapan relatif pada ketinggian 10, 30, 60, dan 90 cm di atas permukaan air. Suhu udara dalam satu hari berbeda sangat nyata di antara rumpun-rumpun padi, dibandingkan dengan tempat terbuka. Suhu di dekat air lebih rendah dibanding tempat yang lebih tinggi.

Kelembapan relatif tertinggi di dekat permukaan air dan makin ke atas makin berkurang. Teori *niche* optimum untuk perkembangan wereng coklat adalah 10 cm di atas permukaan air, karena kelembapan relatifnya tinggi dan suhu cukup tinggi dengan bentuk daun yang menghasilkan bayangan yang sangat efektif.

7. La Nina dan Siklus 12 Tahunan

La Nina adalah fenomena alam pada musim kemarau yang banyak hujan, dan hujan pada musim hujan berlangsung hingga memasuki musim kemarau. Bahkan pada La Nina tahun 2010, curah hujan pada MH 2009/2010 memasuki MK 2010 dan terus berlanjut ke MH 2010/2011. Ledakan wereng coklat selain pada musim hujan, juga terjadi pada musim kemarau saat La Nina dengan kelembapan tinggi dan suhu rendah yang cocok bagi perkembangan wereng coklat, sehingga adanya La Nina menyebabkan ledakan hama ini (Gambar 1).

La Nina terjadi 12 tahun sekali yaitu pada 1998 dan 2010 dan ini bersamaan dengan ledakan wereng coklat 12 tahunan. Pada tahun 1986, luas serangan mencapai 61.255 ha, tahun 1998 seluas 115.484 ha, dan tahun 2010 hingga Agustus sudah mencapai 105.372 ha (Gambar 2).



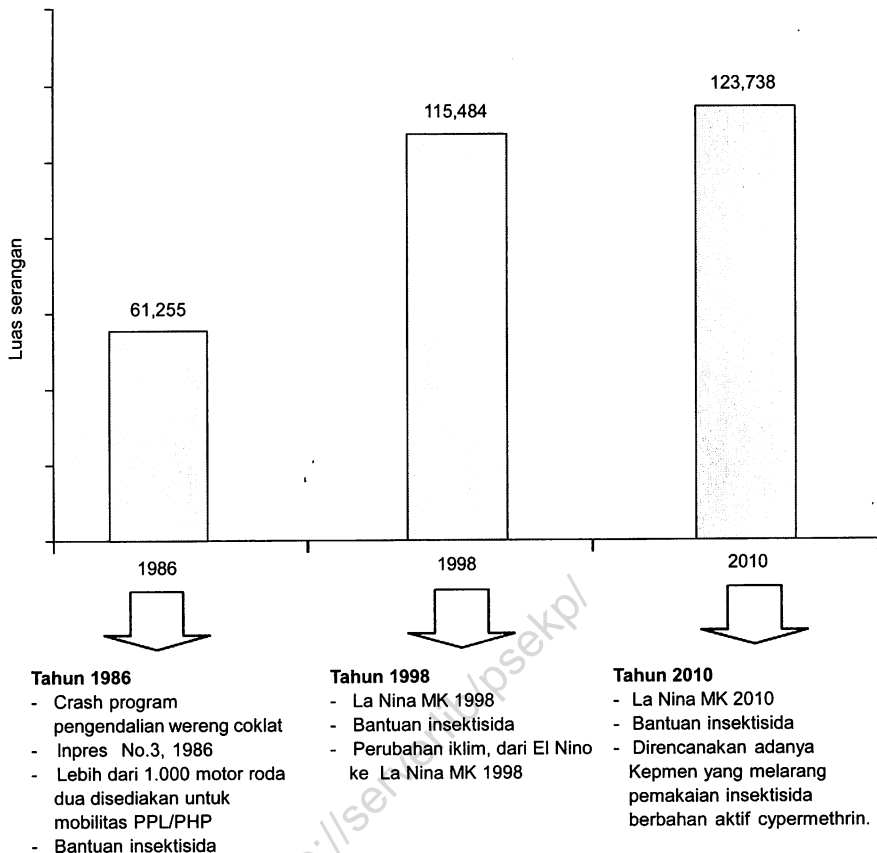
Gambar 1. Luas serangan hama wereng coklat dalam kaitannya dengan LA Nina 1998 dan 2010.

Pada setiap kejadian ledakan serangan wereng coklat selalu ada kebijakan. Ledakan pada tahun 1986, misalnya, ada kebijakan *Crash Program* penelitian pengendalian wereng coklat melalui Inpres No. 3 yang melarang 57 formulasi insektisida organofosfat dan karbamat, pengadaan lebih dari 1.000 motor roda dua untuk mobilitas penyuluh pertanian lapangan (PPL) dan pengamat hama, dan bantuan insektisida. Pada ledakan tahun 1998 tidak ada kebijakan khusus, namun hanya bantuan insektisida untuk petani. Pada ledakan wereng coklat tahun 2010 ada Keputusan Menteri yang melarang penggunaan insektisida berbahan aktif sipermetrin dan penyaluran bantuan insektisida untuk petani sebanyak 58.850 kg/l.

1. Pola Pertanaman Tidak Serempak

Pola pertanaman tidak serempak karena petani bertanam padi saling mendahului karena tersedianya air pada MH 2009/2010 dan musim tanam sebelumnya. Hal ini mengindikasikan bahwa sebelum tahun 2010 tanam tidak serempak, hama selalu ada, sehingga sedikit demi sedikit terjadi penumpukan sumber hama yang menjadi ancaman pada MK 2010.

Di daerah ledakan wereng coklat saat ini terlihat ketidakserempakan tanam dalam areal yang terbatas, seperti halnya di Jawa Timur (Jember dan Banyuwangi), Jawa Tengah (Klaten, Boyolali, Sukoharjo, Pati, Kudus, dan Demak), Jawa Barat (Subang, Indramayu, Karawang, dan Bekasi), dan Banten (Pandeglang). Di Subang, Jawa Barat, pertanaman tidak serempak,



Sumber: Baehaki *et al.* (2011).

Gambar 2. Perubahan iklim, La Nina, dan siklus 12 tahunan ledakan wereng coklat.

sebagian petani menanam padi pada saat pertanaman petani sekitarnya rusak berat atau puso karena diserang wereng coklat. Kondisi demikian merupakan sumber hama yang tidak ada hentinya, dimulai pada MH 2009/2010 dan diikuti oleh curah hujan yang tinggi sepanjang MK 2010 (April-September) dan hujan berlanjut hingga MH 2010/2011 periode Oktober-Maret.

Kejadian awal ledakan hama wereng pada 1998 berbeda dengan tahun 2010. Pada saat itu dimulai dengan adanya El-Nino (kemarau panjang) sehingga musim tanam pada MH 1997/1998 terlambat di beberapa daerah dan pertanaman menjadi tidak seragam memasuki MK 1998. Ketidakseragaman pertanaman diikuti oleh ledakan hama wereng coklat

2. Varietas Rentan Menjadi Pemicu

1. Pada Oktober 2006 telah terjadi ledakan wereng coklat yang menyebabkan varietas Ciherang puso (*hopperburn*) seluas 1 ha dari 5 ha pertanaman padi di Sarengseng, Kecamatan Pabuaran, Subang.
2. Pada September 2008, terjadi ledakan wereng coklat seluas 4 ha hingga mencapai status *spot hopperburn* pada padi ketan Dirty dan varietas inbrida lainnya di areal pesawahan Kecamatan Pamanukan, Subang.
3. Pada Agustus dan Oktober 2009 terjadi ledakan wereng coklat pada padi hibrida masing-masing seluas 1,5 dan 2,5 ha di Perum Sang Hyang Seri, Kecamatan Ciasem, Subang.
4. Pada September 2009 terjadi serangan wereng coklat seluas 5 ha yang menyebabkan tanaman padi ketan Dirty puso di Kecamatan Batang, Subang.



5. Pada Januari dan Maret 2010 terjadi serangan wereng coklat pada padi hibrida seluas 127 ha hingga puso di Perum Sang Hyang Seri, Kecamatan Ciasem, Subang, yang merupakan pusat ledakan wereng coklat. Akibatnya, terjadi migrasi wereng coklat ke daerah sekelilingnya, termasuk ke Balai Besar Penelitian Tanaman Padi (BB Padi) secara besar-besaran. Migrasi wereng coklat tersebut menyebabkan pertanaman padi di BB Padi mengalami rusak berat sampai *spot hopperburn* seluas 5 ha sejak Januari 2010.
6. Serangan wereng coklat terus meluas ke sekeliling daerah ledakan, termasuk pertanaman padi di Rancabango seluas 5 ha yang pada Maret 2010 mengalami rusak berat dan puso.

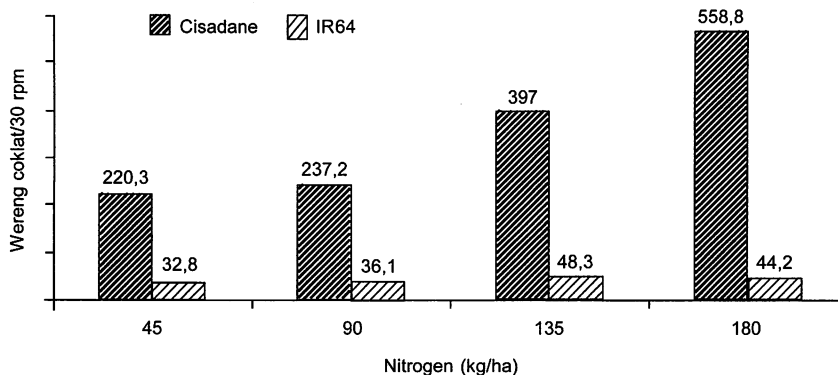
3. Praktik Budidaya Tidak Tepat

Praktik budi daya padi di tingkat petani adalah: (a) pemakaian pupuk N tinggi, (b) jarak tanam terlalu rapat sehingga jumlah anakan padi terlalu banyak pada setiap rumpunnya, (c) timbul iklim mikro yang cocok bagi perkembangan wereng coklat, dan (d) tidak adanya pergerakan angin yang bebas di antara rumpun sehingga kelembapan tinggi.

Pemakaian pupuk N yang tinggi dan lahan tergenang sepanjang fase pertumbuhan tanaman padi mengakibatkan tingginya laju perkembangan wereng coklat. Pada pertanaman padi Pelita I/1 yang dipupuk dengan 120, 240, dan 360 kg urea/ha, populasi wereng coklat generasi ke-1 meningkat berturut-turut menjadi 124, 155, dan 195 ekor. Pada varietas Rojolele yang dipupuk dengan 120, 240, dan 360 kg urea/ha, populasi wereng coklat generasi ke-1 juga meningkat berturut-turut menjadi 109, 155, dan 195 ekor (IRRI 1984). Pada dua varietas tersebut, perkembangan populasi wereng coklat generasi ke-1 meningkat selaras dengan meningkatnya pemakaian pupuk urea. Populasi wereng coklat pada varietas Pelita I/1 dan Rojolele tidak berbeda karena keduanya rentan terhadap wereng coklat.

Perbedaan perkembangan populasi wereng coklat pada pemberian N yang tinggi terjadi pada varietas Cisadane dan IR64. Pada varietas Cisadane umur 65 hari setelah tanam (HST), perkembangan populasi wereng coklat meningkat sesuai dengan meningkatnya pemberian pupuk N (Gambar 5). Pada varietas IR64 umur 65 HST, perkembangan populasi wereng coklat tidak meningkat dengan meningkatnya pemberian pupuk N (Gambar 5).

Perkembangan populasi wereng coklat tidak meningkat pada varietas IR64 walaupun diberi pupuk N dengan dosis tinggi, karena varietas IR64 mempunyai gen *Bph1*⁺ yang tahan terhadap wereng coklat biotipe 1, 2, dan 3. Varietas IR64 dengan gen tersebut belum terganggu ketahanannya dengan penambahan pupuk N hingga 180 kg/ha. Berbeda dengan varietas Cisadane



Gambar 5. Pengaruh Nitrogen terhadap perkembangan wereng coklat di lapangan. Karawang MP 2000/2001.

yang tahan wereng coklat biotipe 1, 2, dan rentan biotipe 3, peningkatan dosis N akan diikuti oleh peningkatan populasi wereng coklat.

Pengairan yang tidak teratur juga akan meningkatkan populasi wereng coklat. Populasi wereng coklat pada varietas Muncul dengan perlakuan pengairan berselang (*intermittent irrigation*) 4 dan 6 hari sekali, tergenang terus dengan ketinggian air 3-5 cm, dan cara petani berturut-turut 125, 86, 192, dan 143, ekor/30 rumpun (Tabel 2). Terlihat bahwa penggenangan air secara terus-menerus meningkatkan populasi wereng coklat, sedangkan pengairan berselang dapat menurunkan populasi (Baehaki *et al.* 1997).

Penggenangan lahan sawah secara terus-menerus bukan saja meningkatkan populasi wereng coklat, tetapi juga populasi wereng punggung putih. Di lain pihak, penggenangan dan pengairan berselang tidak memengaruhi perkembangan predator.

Perubahan Biotipe Wereng Coklat

Biotipe didefinisikan sebagai populasi atau individu yang dibedakan dengan populasi atau individu lain bukan karena sifat morfologi, tetapi kemampuan adaptasi, perkembangan pada tanaman inang tertentu, daya tarik untuk makan, dan meletakkan telur (Baehaki 2008). Secara umum penentuan biotipe didasarkan pada reaksi varietas differensial. Bila dalam pengujian varietas differensial TN1 tidak tahan, sedangkan varietas differensial Mudgo

Tabel 2. Pengaruh pengairan terhadap perkembangan wereng dan musuh alami.

Hama dan predator	Genangan 3-5 cm	<i>Intermitten</i> 4 hari	<i>Intermitten</i> 6 hari	Cara petani
Wereng coklat	192.5	125	86	142.5
Wereng punggung Putih	955.8	464.8	327.3	916.3
<i>Lycosa pseudoannulata</i>	15.2	11.7	12.5	15
Laba-laba lain	8.7	5.3	7	7.7
<i>Paederus fuscipes</i>	3.5	1.5	1.7	3

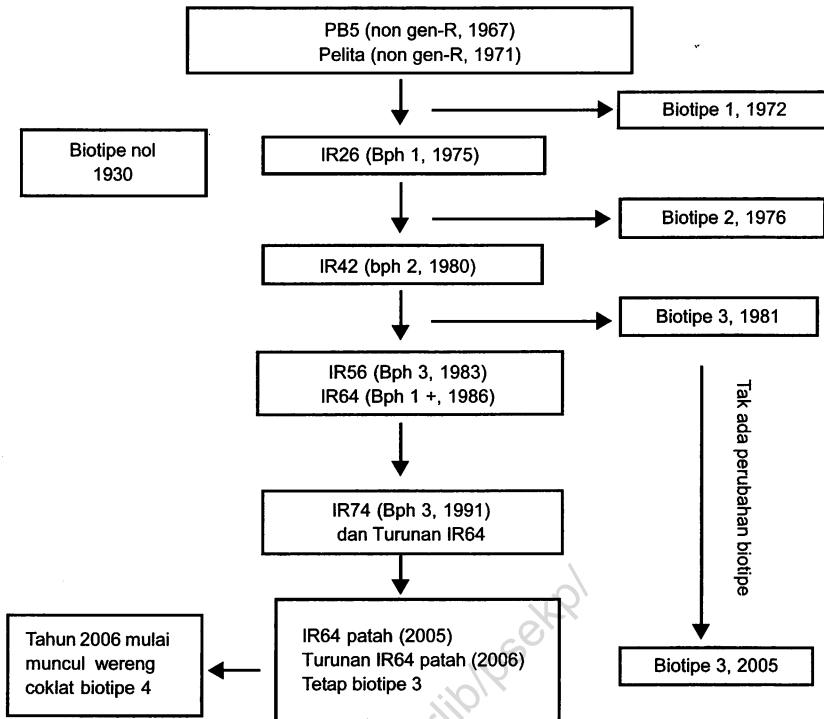
Sumber: Baehaki *et al.* (1997).

menunjukkan reaksi tahan terhadap hama wereng yang diuji, maka hama tersebut sudah tergolong biotipe 1. Wereng coklat biotipe 2 dicirikan oleh reaksi tidak tahan dibanding varietas differensial Mudgo, namun varietas ASD7 bereaksi tahan. Wereng coklat biotipe 3 dicirikan oleh reaksi tidak tahan dari varietas differensial ASD7, sedangkan varietas Rathu Heenati dan PTB33 bereaksi tahan. Bila wereng coklat telah memasuki biotipe 4, maka varietas differensial Rathu Heenati bereaksi tahan dan Mudgo (Bph1) tidak tahan.

Sejak diketahuinya hama wereng coklat pada tahun 1930, sedikit terjadi ledakan di Darmaga, Bogor pada tahun 1939, di Yogyakarta dan Mojokerto pada tahun 1940, kemudian baru timbul wereng coklat biotipe 1 pada tahun 1971. Pada kurun waktu tersebut, wereng coklat masih dalam kondisi biotipe nol. Pada tahun 1967 diintroduksi padi unggul ajaib varietas IR5 dan IR8 yang tidak mempunyai gen ketahanan terhadap wereng coklat, namun hasilnya lebih dari dua kali lipat padi yang ada pada saat itu. Dua varietas tersebut walaupun hasilnya tinggi, namun nasinya pera. Pada tahun 1971 dilepas varietas Pelita I/1 yang tidak mempunyai gen ketahanan terhadap wereng coklat dengan rasa nasi enak dan pulen. Namun pada 1972 terjadi ledakan hama wereng coklat pada varietas-varietas tersebut, karena perubahan biotipe wereng coklat menjadi biotipe 1 (Gambar 6).

Pada tahun 1975, untuk mengantisipasi serangan wereng coklat biotipe 1 telah diintroduksi varietas IR26 (gen tahan Bph1) dari IRRI, namun pada tahun 1976 terjadi ledakan yang hebat di beberapa sentra produksi padi karena perubahan biotipe 1 ke biotipe 2.

Pada tahun 1980, untuk mengantisipasi serangan wereng coklat biotipe 2 diintroduksi varietas IR42 (gen tahan Bph2) dari IRRI, namun pada tahun 1981 terjadi ledakan yang hebat di Simalungun, Sumatera Utara, dan beberapa daerah lainnya karena perubahan biotipe 2 ke biotipe 3. Untuk mengantisipasi ledakan wereng coklat biotipe 3 telah diintroduksi



Gambar 6. Sejarah perubahan biotipe wereng coklat di Indonesia.

varietas IR56 (gen tahan Bph3) pada tahun 1983 dan IR64 (gen tahan Bph1+) tahun 1986 (Gambar 6). Sejak itu banyak varietas padi rakitan peneliti Badan Litbang Pertanian yang dilepas untuk mengantisipasi ledakan wereng coklat. Ternyata varietas IR64 mampu mengantisipasi serangan hama wereng coklat biotipe 3, rasa nasi enak, dan hasil tinggi, sehingga disukai petani. Varietas IR56 kurang beruntung karena tidak disukai petani. Untuk mengantisipasi terjadinya biotipe 4, maka pada tahun 1991 diintroduksi varietas IR74 (gen tahan Bph3) untuk memperluas keragaman genetik atau pertanaman mosaik. Namun pengembangan varietas IR74 tidak meluas karena nasinya pera.

Wereng coklat dapat bertahan selama 41 tahun sebelum terjadi perubahan biotipe ke biotipe 1. Perubahan biotipe 1 ke biotipe 2 hanya dalam waktu 4 tahun, dan perubahan biotipe 2 ke biotipe 3 hanya dalam kurun waktu 5 tahun. Biotipe 3 bertahan hingga 24 tahun, dari 1981 sampai 2005. Pada tahun 2006 mulai muncul wereng coklat biotipe 4 di Asahan, Sumatera Utara (Baehaki dan Munawar 2008). Keberadaan wereng coklat

biotipe 3 yang cukup lama disebabkan oleh adanya varietas IR64 (Bph1⁺) yang merupakan varietas *durable resistance* sebagai penyangga perubahan ke biotipe wereng coklat yang lebih tinggi, di samping tidak berkembangnya varietas IR74 (Bph3) yang akan menyulut terbentuknya biotipe baru.

Tingginya Laju Pertumbuhan Intrinsik

Di Sukamandi, Jawa Barat, pada MH 1983/84, populasi awal wereng coklat pada varietas IR26 hanya rata-rata 0,02 ekor/rumpun. Rendahnya populasi awal ini karena wereng biotipe 1 tidak berkembang pada varietas IR26. Walaupun populasinya rendah di awal generasi, wereng coklat mampu berkembang sampai generasi ke-3. Tingginya laju pertumbuhan intrinsik (*highly intrinsic rate of natural increase*) wereng coklat menyebabkan populasi generasi ke-3 mencapai 500 kali populasi generasi awal, sehingga terjadi ledakan pada generasi ini. Penelitian pada kurungan berukuran besar di tengah sawah dengan populasi wereng coklat rata-rata 0,0038 ekor/rumpun contoh, pada generasi ke-2 berkembang mencapai 868 kali populasi generasi awal, dan pada generasi ke-3 mencapai 7.844 kali populasi generasi awal (Baehaki 1985).

Pemantauan di laboratorium lapang di Sukamandi menunjukkan bahwa dari satu pasang wereng makroptera, pada generasi ke-1 berkembang menjadi rata-rata 174,5 wereng dewasa dan pada generasi ke-2 menjadi 3.780 ekor wereng dewasa (Baehaki 1985). Cepatnya perkembangan populasi wereng coklat disebabkan oleh tingginya fekunditas yang mencapai 805-908 telur/betina pada generasi ke-3 (Kuno 1968).

Atribut populasi wereng coklat pada kisaran suhu 24-33,5 °C dengan kelembapan 60-99% di antaranya adalah laju pertumbuhan intrinsik $r = 0,103$, membentuk laju pertumbuhan eksponensial $N_t = N_0 e^{0,103t}$ dengan N_t = populasi pada waktu ke- t , N_0 = populasi awal, t = waktu (hari), dan e = bilangan dasar logaritma 2,7183 (Baehaki 1984). Kurva eksponensial menunjukkan kurva pertumbuhan dengan makanan tidak terbatas. Berdasarkan persamaan tersebut, maka selama 70 hari satu ekor induk betina dapat menghasilkan anak betina sebanyak 1.353 ekor, dan selama tiga bulan akan menghasilkan 10.615 ekor anak betina (Baehaki 1984).

Petani Lupa PHT dan Kurang Menghargai Penyuluh

Dalam pelaksanaan proses produksi, petani umumnya tidak terarah dan tidak dalam kelompok. Petani bekerja sendiri-sendiri karena banyaknya kepentingan yang memengaruhi mereka. Dalam pengendalian hama, hampir 90% petani menggunakan insektisida dan 71% di antaranya

menggunakan insektisida bukan anjuran. Data menunjukkan bahwa 60% petani SLPHT dan 65% petani non-SLPHT menggunakan insektisida tidak mengikuti aturan. Hal ini disebabkan oleh pengaruh kios pestisida yang mengejar target perusahaan. Ada beberapa perusahaan pestisida yang menyediakan berbagai hadiah bagi kios yang menjual pestisida sesuai target. Oleh karena itu, 30,4% petani menggunakan pestisida berdasar rekomendasi dari kios pestisida. Sebanyak 39,1% petani menggunakan pestisida atas anjuran teman (Tabel 3).

Petugas lapangan, baik PHP maupun PPL, tidak berperan sama sekali. Tidak satu pun petani yang menerima rekomendasi pengendalian hama dari PHP atau PPL. Petani seakan tidak lagi menghargai petugas di lapangan. Para petugas pun tidak lagi membawa teknologi ke lahan petani, dan tidak turun ke sawah memberi instruksi kepada petani. Situasi ini telah berlangsung sejak lama; petani seakan lupa akan bahaya hama dan penyakit. Hal ini terlihat dari tanam yang tidak teratur dan tidak serempak, penggunaan pestisida serampangan, dan lupa monitoring yang mengakibatkan merosotnya produksi (Baehaki 2010c).

Resistensi Wereng Coklat Terhadap Insektisida

Pengendalian hama wereng coklat di Asia Timur dan Indochina dengan insektisida neonikotinoid dan fenilpirazol seperti imidakloprid dan fipronil telah dilakukan sejak 1990-an. Di Jepang, imidakloprid dan fipronil digunakan secara meluas untuk *seedling treatment* guna mengantisipasi serangan wereng coklat (Matsumura *et al.* 2008). Di China dan Vietnam, pengendalian wereng coklat juga menggunakan insektisida tersebut secara semprotan.

Pada tahun 2003, resistensi wereng coklat terhadap neonikotinoid (terutama imidakloprid) pertama kali diketahui di Thailand, kemudian di Vietnam, India, dan China (Harris 2006). Di Indonesia belum terlihat resistensi

Tabel 3. Asal rekomendasi penggunaan pestisida.

Asal rekomendasi	Persentase (%)	Keterangan
Kios pestisida	30,4	Mengejar target hadiah
Sendiri	26,1	Dana kurang
Teman	39,1	Kepercayaan
Perusahaan	4,3	Iklan
Petugas (PHP/PPL)	0	Tak ada petugas masuk di lahan petani
Total N= 23	100	

wereng coklat terhadap insektisida, yang terjadi adalah resurgensi dan ketidakefektifan insektisida terhadap wereng coklat (Baehaki 2007).

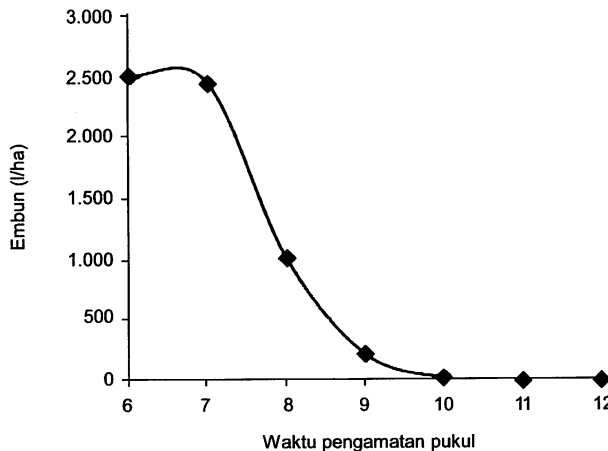
Pada saat ini resistensi wereng coklat terhadap insektisida sangat tinggi. Matsumura *et al.* (2008) telah menguji resistensi wereng coklat (yang bermigrasi ke Jepang dalam periode 2005-2007) terhadap malation, fenitrothion, MICP, BPMC, karbaril, etofenprox, dan imidakloprid. Pada umumnya tidak ada perubahan resistensi yang nyata dibanding pengujian pada tahun 2004, kecuali peningkatan nilai LD_{50} untuk imidakloprid. Nilai LD_{50} insektisida imidakloprid terhadap wereng coklat populasi tahun 2000 adalah 10 kali lipat dibanding populasi wereng coklat tahun 1999 (Nagata *et al.* 2002). Tren ini berlanjut sampai tahun 2005. Di lain pihak, LD_{50} imidakloprid pada tahun 2007 untuk wereng punggung putih lebih rendah dibanding wereng coklat.

Endo dan Tsurumachi (2001) melaporkan bahwa pada tahun 1992 kerentanan wereng coklat dari Hanoi Vietnam terhadap imidakloprid dengan LD_{50} adalah 0,09 $\mu\text{g/g}$. Pada tahun 2006 kerentanan wereng coklat dari Ha Tay-Vietnam terhadap imidakloprid dengan LD_{50} adalah 9,2 $\mu\text{g/g}$ dan pada tahun 2007 kerentanan wereng coklat dari Hanoi-Vietnam terhadap imidakloprid dengan LD_{50} adalah 12,3 $\mu\text{g/g}$. Hal ini menunjukkan ada peningkatan nyata resistensi wereng coklat di Ha Tay pada tahun 2006 dan Hanoi pada tahun 2007 berturut-turut sebesar 102 dan 137 kali lipat. Penurunan kerentanan wereng coklat di Hanoi dan Tien Giang-Vietnam membuktikan adanya pergeseran kurva resistensi dari *base line*. Oleh karena itu, setiap insektisida yang dikeluarkan sebaiknya mempunyai *base line* kurva LD_{50} atau LC_{50} .

Pelemahan Dosis dan Konsentrasi Pemakaian Insektisida

Dalam penggunaan insektisida hendaknya dipahami arti lima tepat, yaitu tepat obat, tepat sasaran, tepat dosis, tepat keputusan pengendalian = AE, dan tepat waktu aplikasi pada saat tidak ada embun. Empat tepat awal sudah dibahas, sedangkan satu lagi adalah waktu aplikasi pada saat tidak ada embun.

Jumlah embun pada daun padi pada pukul 6 dan pukul 7 sekitar 2.500 l/ha (Gambar 7). Di lain pihak, petani mengaplikasikan insektisida sekitar pukul 6-7, sehingga insektisida tidak efektif mengendalikan hama, karena terjadi pengenceran konsentrasi pada saat aplikasi. Oleh karena itu, aplikasi insektisida direkomendasikan pada pukul 8-11 dan dilanjutkan pada sore hari. Pada saat aplikasi, percikan insektisida melalui nozel diarahkan ke batang padi bagian bawah, sebab wereng coklat berkembang pada batang, bukan pada daun.



Gambar 7. Volume embun per hektar tanaman pada varietas situbagendit umue 47 hst jarak tanam 25 x 25 cm (Sukamandi MK 2008).

Gagalnya Pengendalian di Daerah *Hot Spot*

Daerah *hot spot* adalah daerah endemis serangan wereng coklat yang setiap musim selalu terjadi ledakan pada pertanaman padi. Pada tahun 1940-an daerah *hot spot* hanya di Dermaga Jawa Barat, Yogyakarta, dan Mojokerto Jawa Timur. Pada tahun 1970-1999 sebaran daerah *hot spot* adalah Pandeglang dan Karawang Jawa Barat, Bantul Yogyakarta, Klaten dan Pati Jawa Tengah, Banyuwangi Jawa Timur, dan Simalungun Sumatera Utara.

Pada tahun 2000-2011 sebaran daerah *hot spot* berubah menjadi Pandeglang dan Subang Jawa Barat, Bantul Yogyakarta, daerah segitiga SKB (Sukoharjo-Klaten-Boyolali), Pati, Jawa Tengah, Jember dan Banyuwangi Jawa Timur, dan Simalungun Sumatera Utara. Pada tahun 2010 ledakan di daerah *hot spot* terfokus di Jawa yang tersebar di Pandeglang Banten, Subang Jawa Barat, Klaten dan Pati Jawa Tengah, dan Jember dan Banyuwangi Jawa Timur. Di lain pihak, ledakan wereng coklat di daerah *hot spot* Simalungun pada tahun 2010 sangat rendah.

Ledakan awal selalu terjadi di daerah *hot spot* pada saat populasi wereng coklat bersayap panjang (makroptera) meningkat. Wereng coklat dari daerah *hot spot* bermigrasi keluar dari daerah *hot spot* menuju daerah di sekelilingnya dengan migrasi jarak dekat dalam provinsi atau menuju suatu daerah dengan migrasi jarak jauh antarprovinsi. Wereng coklat makroptera dapat bermigrasi sampai 200 km (Tu 1979), bahkan sangat jauh seperti halnya mingasi wereng coklat dari daratan China dan Vietnam ke Jepang dan Korea (Kisimoto 1979). Oleh karena itu, bila pengendalian di daerah *hot spot* gagal akan menimbulkan kerusakan yang sangat luas.

Hilangnya Sebagian Rantai Makanan

Keberadaan hama padi *Thaia oryzicola* dan *Recilia dorsalis* di pertanaman padi sangat banyak, bahkan *T. oryzicola* paling dominan (Suhardjan 1973). Pada tahun 2002 serangga *T. oryzicola* dan *R. dorsalis* menghilang di Jalur Pantura (Baehaki 2002). Demikian juga di Garut, dua serangga hama tersebut tidak lagi ditemukan. Di Cianjur masih ditemukan *R. dorsalis*, namun tidak ditemukan *T. oryzicola*. Hilangnya kedua serangga tersebut akan mengurangi biodiversitas dan mengganggu pola rantai makanan serangga hama (*food chain*) dalam satu ekosistem pesawahan. Hal ini akan memengaruhi atau mengubah rantai makanan dalam satu ekosistem yang berakibat terjadi dominasi hama lain yang berpotensi merusak tanaman (Baehaki 2011).

KESIMPULAN

1. Posisi hama wereng coklat pada tahun 2011 menjadi sangat penting karena serangannya pada tahun 2010 telah merugikan sebagian petani padi.
2. Pengendalian hama wereng merupakan prioritas utama setelah ada pertanaman padi di lapangan, karena kegagalan pengendalian hama tersebut akan menurunkan produksi cukup tajam.
3. Faktor luar pemicu ledakan wereng coklat adalah perubahan iklim, La Nina dan siklus 12 tahunan ledakan wereng coklat, pola pertanaman tidak serempak, penanaman varietas rentan, pemakaian pupuk N dengan takaran tinggi, pengairan selalu tergenang sepanjang fase pertumbuhan tanaman padi, petani lupa PHT dan kurang menghargai penyuluh, resistensi wereng coklat terhadap insektisida, pelemahan dosis dan konsentrasi pemakaian insektisida, gagalnya pengendalian di daerah *hot spot*, dan hilangnya sebagian rantai makanan.
4. Faktor dalam pemicu ledakan wereng coklat adalah perubahan biotipe wereng coklat itu sendiri dan tingginya laju pertumbuhan intrinsik.

DAFTAR PUSTAKA

- Baehaki, S.E. 1984. Laju pertumbuhan intrinsik wereng coklat di laboratorium. *Penelitian Pertanian* 4 (1):8-10.
- Baehaki, S.E. 1985. Studi perkembangan populasi wereng coklat asal imigran dan pemencarannya di pertanaman. Disertasi IPB. 151 hlm.
- Baehaki, S.E., D. Setiobudi, dan S. Natasasmita. 1997. Pengaruh pemberian air secara *intermitten* terhadap perkembangan hama-penyakit dan

- musuh alami pada pertanaman padi. Laporan hasil penelitian. 25 hlm.
- Baehaki, S.E dan A. Hassanuddin. 1999. Pengaruh iklim dan pola tanam terhadap fluktuasi hama dan penyakit tanaman padi. Seminar Antisipasi Krisis Pangan melalui Program IP Padi 300 dan SUP Padi. Ungaran, Jawa Tengah.
- Baehaki, S.E. and K.L. Heong. 2001. Impact of nutrient management on pest and yield losses of different rice varieties. Workshop and Data Analysis and Synthesis Relationship between Multiple Pests and Yields. Zhejiang University, Hangzhou, PR China.
- Baehaki, S.E. 2002. Perbaikan pengendalian hama terpadu (PHT) berdasar pemahaman biodiversitas arthropoda pada berbagai pola pertanaman padi. Proyek/Bagian Proyek Pengkajian Teknologi Pertanian Partisipatif (The Participatory Development of Agricultural Technology Project/PAATP). Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian, Jakarta. 44 pp.
- Baehaki, S.E. 2007. Pengendalian terpadu hama wereng coklat pada tanaman padi hibrida. Disampaikan pada Workshop Teknologi Pengendalian OPT. Solo, 21-23 Mei 2007. 22 hlm.
- Baehaki, S.E. 2008. Perubahan biotipe wereng coklat pada beberapa sentra produksi padi di Indonesia. hlm. 53-62. *Dalam* Prosiding Seminar Nasional V, Pemberdayaan Keanekaragaman Serangga untuk Peningkatan Kesejahteraan Masyarakat. Perhimpunan Entomologi Indonesia.
- Baehaki, S.E. dan D. Munawar. 2008. Identifikasi biotipe wereng coklat di Jawa, Sumatera dan Sulawesi dan reaksi ketahanan kultivar padi. hlm. 351-366. *Dalam* Prosiding Seminar Apresiasi Hasil Penelitian Padi Menunjang P2BN. Buku I. Balai Besar Penelitian Tanaman Padi, Sukamandi, Subang.
- Baehaki, S.E. 2010a. Ledakan wereng coklat dan virus kerdil mengancam peningkatan produksi padi nasional. Disampaikan pada Peringatan Ulang Tahun Perhimpunan Entomologi Indonesia (PEI) Ke-40 Tahun 2010. Yogyakarta, 1-2 Oktober 2010.
- Baehaki, S.E. 2010b. Perubahan biotipe wereng coklat pada beberapa sentra produksi padi di Indonesia. hlm. 53-62a. *Dalam* Prosiding Seminar Nasional V, Pemberdayaan Keanekaragaman Serangga untuk Peningkatan Kesejahteraan Masyarakat. Perhimpunan Entomologi Indonesia.
- Baehaki, S.E. 2010c. Implementasi pengendalian hama terpadu (PHT) di Indonesia. Disampaikan pada Peringatan Ulang Tahun Perhimpunan

Entomologi Indonesia (PEI) Ke-40 Tahun 2010. Yogyakarta, 1-2 Oktober 2010.

- Baehaki, S.E. 2011. Kesamaan dan peringkat spesies dalam komunitas di berbagai agroekologi. Seminar Nasional PEI Cabang Bandung. 19 hlm.
- Baehaki, S.E., A. Kartohardjono, dan D. Munawar. 2010. Taktik menurunkan populasi wereng coklat biotipe 4 dengan varietas tahan dan insektisida di pertanaman. Penelitian Pertanian (*in press*).
- Bae and M.D. Pathak. 1970. Life history of *Nilaparvata lugens* Stal. (Homoptera: Delphacidae) and susceptibility of rice varieties to its attacks. Ann. Entomol. Soc. Am. 63 (1): 149-155.
- Baehaki, S.E., Usyati, T. Suryana, N. Kurniati, dan T.S. Kadir. 2011. Analisis ledakan hama dan penyakit pada varietas unggul baru (VUB) padi. Seminar Hasil penelitian. Balai Besar Penelitian Tanaman Padi. 23 hlm.
- BPS. 2011. Statistik Indonesia, Tanaman Pangan. http://www.bps.go.id/tnmn_pgn.php?eng=0
- Catindig, J.L.A., G.S. Arida, S.E. Baehaki, J.S. Bentur, L.Q. Cuong, M. Norowi, W. Rattanakarn, W. Sriratanasak, J. Xia, and Z. Lu. 2008. Situation of planthoppers in Asia. International Conference on Planthopper - New Threat to the Sustainability on Intensive Rice Production System in Asia. Held at IRRI in 23-25 June 2008. 37 pp.
- Cheng, J. 2008. New development of rice planthopper problems and relevant causes in China Institute of Insect Sciences Zhejiang University, Hangzhou, China. International Conference on Planthopper - New Threat to the Sustainability on Intensive Rice Production System in Asia. Held at IRRI in 23-25 June 2008.
- Dyck, V.C., B.C. Misra, S. Alam, C.N. Chen, C.Y. Hsieh, and R.S. Rejesus. 1979. Ecology of the brown planthopper in the tropics. Brown Planthopper Threat to Rice Production in Asia. IRRI. 369 pp.
- Endo, S. and M. Tsurumachi. 2001. Insecticide susceptibility of the brown planthopper and the white backed planthopper collected from southeast Asia. J. Pesticide Sci. 26: 82-86.
- Harris, R. 2006. Monitoring of neonicotinoid resistance in *Nilaparvata lugens* and subsequent management strategies in Asia Pacific. Proceedings of the International Workshop on Ecology Management of Rice Planthoppers, Hangzhou, China, Zhejiang University, 16-19 May, 2006.
- Heinrichs, E.A. 1977. Chemical control on the brown planthopper. Brown Planthopper Symposium. IRRI, Philippines.

- IRRI. 1984. A decade of cooperation and collaboration between Sukamandi (AARD) and IRRI 1972-1982. International Rice Research Institute, Los Banos, Laguna, Philippines. 169 pp.
- Kisimoto, R. 1979. Brown planthopper migration. Brown Planthopper, Treat to Rice Production in Asia. IRRI, Los Banos, Laguna, Philippines. pp. 113-24.
- Kuno, E. 1968. Studies on populaton dynamics of rice life hopper in paddy field. Bull, Kyushu. Agric. Expt. Sta. 14(2): 131-246.
- Mochida, O. 1964. Oviposition in the brown planthopper (*Nilaparva-ta lugens* Stal. (Hom, Auchenorrhyncha) I. Ovipostion and environ-mental factor with special reference to temperature and rice plant. Bull. Kyushu. Agric. Axpt. Stn. 10: 257-285.
- Matsumura, M., H. Takeuchi, M. Satoh, S.M. Sanada, A. Otuka, T. Watanabe and V.T. Dinh. 2008. Current status of insecticide resistance in rice planthoppers in Asia. International Conference on Planthopper-New Threat to the Sustainability on Intensive Rice Production System in Asia. Held at IRRI on 23-25 June 2008.
- Nagata, T., T. Kamimuro, Y.C Wang, S.G Han, and N.M. Noor. 2002. Recent status of insecticide resistance ao long-distance migration rice planthoppers monitored in Japan, China, and Malaysia. J. Asia-Pacific Entomol. 5: 113-116.
- Ohkubo, N. 1973. Experimental studies on the flight of planthopper by tethered flight technique I, characteristic of flight of the brown planthopper, *Nilaparvata lugens* Stal and effect of some physical factor. Japan J. Appl. Entomol. Zool. 17: 10-18.
- Ohkubo, N. dan R. Kisimoto. 1970. Diurnal periodisity of flight be-haviour of the BPH, *Nilaparvata lugens* Stal in the 4th and 5th emergence period. Jpn. J. Appl. Entomol. Zool. 15: 8-16.
- Suenaga, H. 1963. Analytical studies on the ecology of two spe-cies of planthopper, the white back planthopper (*Sogatella furci-fera* Horvath) and the brown planthopper (*Nilaparvata lugens* Stal). Bull. Kyushu. Agric. Expt. Stn. 8: 257-285.
- Suhardjan, M. 1973. Observation on leaf and planthopper on rice in Java. Contr. CRIA 3: 1-10.
- Tu, Cheng-Wen. 1979. The brown planhhopper and its control in China. International Rice Research Workshop (IRTP) and China Collaboration. Guangzhou. Proc. 22-26 October 1979.

Strategi dan Implementasi Pengembangan Bawang Merah Melalui Biji Botani untuk Meningkatkan Daya Saing

SUWANDI

Balai Penelitian Tanaman Sayuran
Jalan Tangkuban Perahu 517 Lembang, Bandung 40391
E-mail: balitsa@litbang.deptan.go.id

ABSTRAK

Bawang merah merupakan sayuran yang bernilai ekonomis penting dan umumnya diperbanyak secara vegetatif, tetapi dapat pula dikembangkan secara generatif melalui biji botani (*true shallot seeds*, TSS). Teknologi produksi benih/biji botani telah tersedia dan siap dikembangkan. Efektivitas pembungaan dan pembentukan biji bawang merah dipengaruhi oleh varietas dan umur fisiologis umbi, sistem penanaman, dan kondisi lingkungan. Kesesuaian waktu tanam dan perlakuan pendinginan umbi merupakan faktor penting dalam produksi biji botani bawang merah. Strategi pengembangan sistem produksi bawang merah dikelompokkan dalam dua pendekatan, yaitu (1) sistem perbenihan atau produksi benih/biji botani, dan (2) sistem budi daya bawang merah menggunakan biji botani untuk produksi umbi konsumsi. Pendekatan dan implementasi pengembangan sistem produksi tersebut dibahas dalam tulisan ini, mulai dari varietas, sumber daya, lingkungan, dan inovasi teknologi budi daya untuk pengembangan sistem produksi bawang merah yang berdaya saing.

Kata kunci: bawang merah, biji botani, budi daya, daya saing

PENDAHULUAN

Bawang merah (*Allium ascalonicum* sp.) merupakan salah satu sayuran penting di Indonesia. Luas areal panennya meningkat setiap tahun dan pada 2010 mencapai 109.468 ha dengan produksi 1.048.228 ton (BPS 2010).

Bawang merah umumnya dikembangkan secara vegetatif menggunakan umbi. Salah satu kendala yang dihadapi petani dalam budi daya bawang merah adalah biaya produksi yang tinggi, di antaranya untuk penyediaan benih yang mencapai 40% dari total biaya usaha tani (Suherman dan Basuki 1990). Teknik produksi benih bawang merah di tingkat penangkar tidak berbeda dengan budi daya untuk produksi umbi konsumsi. Tidak ada seleksi khusus yang dilakukan untuk benih. Sebagian (10-15%) produksi digunakan lagi untuk benih dengan kualitas yang kurang terjamin.

Untuk mengatasi masalah produktivitas bawang merah yang cenderung menurun diperlukan perbaikan teknologi produksi benih konvensional di tingkat petani, baik dari segi teknik produksi maupun kelembagaan untuk menjamin mutu benih bawang merah. Umbi benih bawang merah yang baik dan sehat dapat diketahui dari umur kematangan fisiologis yang cukup (>65 hari), umbi tidak rusak dan tidak berpenyakit, ukuran sedang (diameter umbi 1,5-2,0 cm), relatif seragam, dan warna umbi mengilap.

Untuk mendapatkan benih yang bermutu dengan produktivitas yang tinggi, tanaman bawang merah dapat dikembangkan secara generatif melalui benih atau biji botani yang dikenal dengan *true shallot seed* (TSS). Sistem produksi benih TSS yang dikelola secara profesional merupakan terobosan baru dalam pengembangan bawang merah di Indonesia. Keuntungan benih TSS adalah penanganan atau penyimpanan benih mudah dan biaya usaha tani dengan benih TSS lebih rendah dibandingkan dengan benih umbi (Ridwan *et al.* 1989).

Tulisan ini membahas potensi bawang merah dalam negeri dan inovasi teknologi perbanyak benih asal biji botani (TSS) untuk meningkatkan daya saing bawang merah. Demikian pula hasil-hasil penelitian usaha tani bawang merah dengan sistem budi daya konvensional (dengan umbi benih) dan cara inkonvensional (dengan TSS) akan melengkapi pembahasan makalah ini.

KERAGAAN SISTEM PRODUKSI BAWANG MERAH

Pusat produksi bawang merah di Indonesia pada umumnya terbentuk karena adanya kesesuaian lingkungan biotik seperti ketinggian tempat, jenis tanah dan tipe iklim dengan lingkungan abiotik (Nurmalinda dan Suwandi 1995). Beberapa faktor dominan untuk mendukung sistem produksi di suatu daerah adalah ketersediaan sumber daya genetik, baik lokal maupun introduksi, dan kesiapan sumber daya manusia dalam mengembangkan teknologi produksi dan motivasi untuk mendapatkan keuntungan yang lebih besar.

Varietas

Varietas bawang merah yang dibudidayakan di Indonesiacukup banyak. Varietas yang bersifat spesifik lokasi adalah Bima Brebes atau Bima Curut, Kuning Gombong, Maja, Menteng, Bauji, Bima Karet, dan Sumenep, sedangkan varietas introduksi yang banyak dikenal petani adalah Bangkok dan Philippine (Puslitbanghorti 2008). Varietas-varietas tersebut pada umumnya berkembang di sentra produksi bawang merah, namun

varietas yang ditanam petani berbeda-beda, bergantung pada teknologi dan ekosistem. Sebagai gambaran, di sentra produksi Brebes Jawa Tengah, varietas yang dominan dibudidayakan petani adalah Bima Curut, Kuning dan Philippine, sementara di Majalengka Jawa Barat adalah Maja dan di Bandung varietas Menteng dan Bima Karet.

Dalam periode 2000-2008, Menteri Pertanian telah melepas enam varietas unggul bawang merah untuk mendukung pengembangan sistem produksi bawang merah di dalam negeri, dengan potensi hasil tinggi (19-25 t/ha). Varietas Ajiba-1 dan Katumi tahan penyakit utama (*Alternaria porii*) dan agak tahan ditanam pada musim hujan (Puslitbanghorti 2008). Keberhasilan usaha tani bawang merah ditentukan oleh varietas yang ditanam, intensitas pengelolaan tanaman, pengendalian hama dan penyakit, serta penanganan panen dan pascapanen.

Teknologi Budi Daya

Perkembangan bawang merah di Indonesia sangat pesat ditinjau dari segi luas areal dan produktivitas. Data menunjukkan bahwa luas areal panen bawang merah di Indonesia meningkat dari 35.000 ha pada tahun 1970 menjadi 109.468 ha tahun pada 2010 atau naik sekitar 20.000 ha setiap dekade. Tingkat produktivitasnya meningkat cukup tinggi, khususnya dalam dekade terakhir (2010), rata-rata 9.58 t/ha atau naik hampir dua kali lipat dibandingkan dengan tahun 1970 sekitar 5.25 t/ha (BPS 2010).

Bawang merah merupakan tanaman yang memiliki sistem perakaran serabut dan halus sehingga memerlukan pengolahan tanah yang sempurna, tingkat kesuburan tanah yang tinggi, dan pengairan yang memadai (Suwandi dan Hilman 1995). Teknologi pengelolaan lahan umumnya disesuaikan dengan ekosistem budi daya berdasarkan ketinggian tempat, yaitu dataran rendah < 400 m dpl, dataran medium 400-700 m dpl, dan dataran tinggi > 700 m dpl. Di ketiga ekosistem tersebut, bawang merah ditanam pada bedengan, namun bedengan di dataran rendah dibuat lebih tinggi untuk menyesuaikan dengan sistem tata air, khususnya pada lahan sawah setelah tanaman padi. Penanaman pada bedengan akan memudahkan pemeliharaan tanaman dan pengendalian drainase. Pertanaman bawang merah memerlukan pengairan yang teratur untuk menjaga kelembapan tanah. Kekurangan air pada fase pembentukan umbi dapat menurunkan hasil (Splitstosser 1979 dalam Permadi 1993).

Kebutuhan hara untuk tanaman bawang merah yang dikembangkan secara vegetatif dengan umbi berbeda di setiap ketinggian tempat dan jenis tanah. Hal ini terkait dengan lingkungan budi daya bawang merah di dataran tinggi dengan jenis tanah Andisol, di dataran medium Inceptisol,

dan di dataran rendah Aluvial. Kisaran dosis pemupukan N, P, dan K untuk bawang merah adalah 150-180 kg/ha yang diaplikasikan 1/3-1/2 dosis dalam bentuk urea dan 2/3-1/2 dosis sisanya dalam bentuk ZA. Dosis pupuk P dan K adalah 90 kg P_2O_5 dan 50-100 kg K_2O /ha. Berdasarkan dinamika unsur hara NPK dan umur fisiologis tanaman, aplikasi pupuk N pada tanaman bawang merah dimulai pada saat tanaman tumbuh (7-10 HST) hingga maksimum 2/3 umur tanaman (5-6 minggu). Pupuk P dan K diberikan sebelum tanam atau sebagian (1/2 dosis K_2O) ditambahkan sebelum fase vegetatif maksimum (Suwandi dan Hilman 1992, 1995).

Hama dan penyakit tanaman merupakan organisme yang sangat dinamis dalam ekosistem bawang merah. Gangguan hama dan penyakit umumnya terjadi apabila populasi awal sebelum atau pada saat tanam telah mendekati ambang kendali (Hadisoeganda *et al.* 1995). Hama utama bawang merah adalah ulat grayak (*Spodoptera exigua* Hbn.), *Thrips tabaci* Lind, dan ulat tanah (*Agrotis ipsilon* Hufn). Penyakit utama bawang merah meliputi *Alternaria porii*, *Antrachnose*, *downy mildew*, dan layu *Fusarium*. Upaya pengendalian hama dan penyakit tanaman dilakukan dengan sistem pengendalian hama terpadu (PHT) dengan mengutamakan pendayagunaan musuh alami, sedangkan penggunaan pestisida (insektisida atau fungisida) sebagai alternatif terakhir.

POTENSI PENGEMBANGAN BAWANG MERAH MENGUNAKAN BIJI BOTANI (TSS)

Potensi Varietas

Beberapa varietas bawang merah di Indonesia secara alami dapat berbunga dan menghasilkan biji/benih, meskipun produktivitasnya masih sangat rendah, kecuali untuk kultivar Sumenep tidak dapat menghasilkan bunga atau biji (Permadi 1991, 1993). Berdasarkan hasil penelitian, keragaan jenis atau varietas bawang merah yang dapat berbunga dan menghasilkan biji untuk produksi benih (TSS) sangat bervariasi, bergantung pada keadaan iklim atau cuaca pada fase menjelang dan saat tanaman berbunga. Varietas Bima Brebes atau populer disebut Bima Curut yang ditanam di dataran medium dapat menghasilkan bunga dan jumlah biji lebih tinggi dibanding varietas Kuning dan Keling (Tabel 1).

Teknologi Produksi

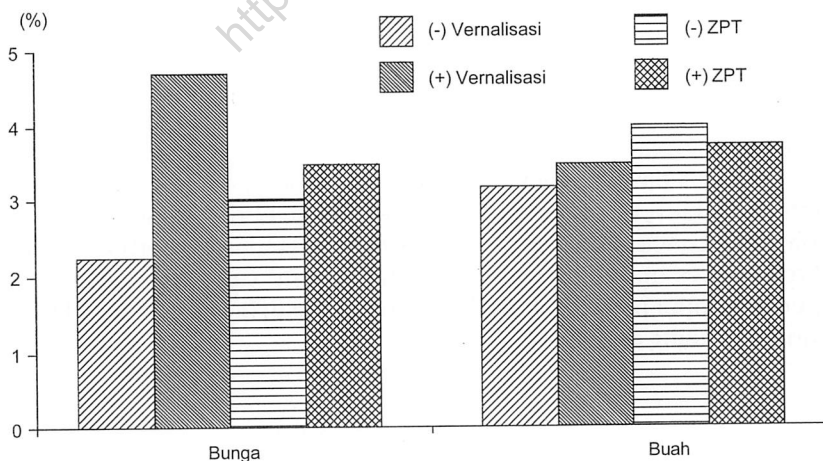
Untuk meningkatkan kemampuan tanaman menghasilkan bunga, umbi benih perlu diberi perlakuan pendinginan atau vernalisasi dalam waktu

tertentu dan penggunaan zat pengatur tumbuh (ZPT) untuk meningkatkan pembungaan dan *seed-set*, termasuk penyesuaian waktu tanam. Perlakuan vernalisasi atau ZPT nyata meningkatkan kemampuan tanaman menghasilkan bunga dan umbel yang menghasilkan biji (TSS), tetapi jumlah bunga yang menjadi buah/biji bernas tidak menunjukkan perbedaan yang nyata (Gambar 1).

Perlakuan suhu dingin atau vernalisasi umbi sangat menentukan keberhasilan tanaman bawang merah berbunga dan menghasilkan biji. Dari serangkaian percobaan diketahui bahwa perlakuan yang efektif meningkatkan kemampuan tanaman berbunga dan menghasilkan biji adalah menggunakan umbi berukuran besar dan sehat, umbi telah disimpan selama satu bulan, dan diberi perlakuan vernalisasi pada suhu 10 °C kurang

Tabel 1. Pembungaan dan hasil biji botani beberapa varietas bawang merah. Majalengka 1995/1996.

Varietas	Jumlah tanaman berbunga/4,6 m ²	Persentase bunga yang menjadi benih	Hasil biji (g/4,6 m ²)
Bima Brebes	45,16 b	45,60 b	7,01 b
Kuning	45,08 b	35,88 b	4,24 a
Keling (Maja)	13,17 a	13,66 a	0,61 a



Gambar 1. Pengaruh vernalisasi dan zat pengatur tumbuh (ZPT) terhadap pembungaan dan umbel/buah bawang merah.

lebih 5 minggu. Perlakuan ini mampu menghasilkan pembungaan 41,4% dengan hasil biji TSS 6,68 g/4,6 m² (Tabel 2). Pada bawang bombay, kemampuan tanaman berbunga sangat dipengaruhi oleh panjang hari, suhu, dan waktu tanam (Brewster dan Salter 1980; Rabinowitch dan Brewster 1990). Yazawa (1990) menyatakan bahwa umbi bawang bombay yang disimpan selama satu bulan dan ditanam di dataran tinggi (suhu 12,4-18,0 °C) dapat berbunga lebih cepat dan menghasilkan benih/biji lebih tinggi dibandingkan dengan yang ditanam di dataran rendah.

Di Indonesia, membungakan bawang merah untuk menghasilkan biji/benih TSS dihadapkan kepada masalah yang cukup kompleks karena dipengaruhi oleh keragaman genetik tanaman (varietas) dan pengelolaan fisiologis bahan tanaman (umbi benih), termasuk perlakuan pendinginan/vernalisasi dan pemberian ZPT (Gill *et al.* 1989; Toman *et al.* 1989; Ramos-de-Slorzano dan Azocar-Ramos 1993). Musim kemarau yang memiliki perbedaan suhu siang dan malam cukup lebar umumnya terjadi pada kondisi iklim normal pada bulan Juni dan Juli. Rosliani *et al.* (2005) menyatakan kombinasi perlakuan vernalisasi dan pemberian ZPT (GA3) nyata memengaruhi pembungaan dan hasil biji botani (Tabel 3) bawang merah pada dataran medium (500-700 m dpl). Kombinasi perlakuan vernalisasi dan GA3 dengan dosis 50 ppm yang diaplikasikan sebelum dan pada fase pembungaan (3, 4, dan 5 minggu setelah tanam) pada dataran medium memberikan hasil benih yang tinggi.

Hasil penelitian produksi biji botani (TSS) di dataran rendah (Tegal, Jawa Tengah, 5 m dpl) menunjukkan bahwa respons tanaman cukup bervariasi. Selain ketepatan waktu tanam, perlakuan pendinginan umbi benih nyata memengaruhi kemampuan tanaman untuk berbunga dan menghasilkan biji dibandingkan dengan penggunaan ZPT (Suwandi 1998). Hasil observasi lebih lanjut menunjukkan bahwa pembungaan/pembijian bawang merah di dataran rendah cukup rentan terhadap suhu udara yang panas (>30 °C) karena dapat menyebabkan terjadinya devernalisasi, dan suhu malam yang tinggi tidak mampu mengoptimalkan *seed-set*.

Tabel 2. Pengaruh lama pendinginan (vernalisasi) umbi terhadap jumlah bunga yang berbiji bernas dan hasil biji TSS pada bawang merah, Majalengka, 1995/1996.

Perlakuan vernalisasi	Jumlah bunga berbiji bernas	Hasil biji (g/4,6 m ²)
Kontrol	13,57 a	0,19 a
4 minggu	34,88 b	4,72 b
5 minggu	41,43 b	4,68 b
6 minggu	40,88 b	4,23 b

Tabel 3. Pertumbuhan tanaman dan hasil biji botani (TSS) bawang merah. Lembang, 1995.

Parameter	Menteng		Maja	
	30 HST	60 HST	30 HS	60 HST
Tinggi tanaman (cm)	33,8	36,2	36,7	39,3
Jumlah anakan	7,9	8,1	9,0	9,2
Jumlah bunga/rumpun	1,8	2,3	1,6	3,5
Populasi tanaman berbunga (%)	4,2	7,9	43,6	76,8
Hasil umbi basah/kering (kg)	1.200/720		1.044/705	
Hasil biji kering (TSS) (kg)	-		5,12	
Total biaya produksi (Rp)	3.981.500		5.736.500	
Nilai produksi umbi (Rp)	3.240.000		2.564.000-3.172.500	
Titik impas TSS per kg (Rp)	-		501.000	
	(lahan efektif 900 m ²)		(lahan efektif 700 m ²)	

Keunggulan Produk dan Mutu Hasil

Budi daya bawang merah inkonvensional dengan menggunakan biji botani (TSS) memberikan beberapa keuntungan, antara lain kebutuhan benih dalam bentuk TSS lebih sedikit (2-3 kg benih/ha), cara pengangkutan dan penyimpanan benih lebih mudah dan murah, relatif tahan terhadap hama dan penyakit, dan bebas dari virus (Lesley and Proctor 1990). Selain itu, sistem produksi bawang merah menggunakan TSS dapat menekan biaya pengadaan benih (Ridwan *et al.* 1989)

Di dataran tinggi Lembang (1.250 m dpl.), tanaman bawang merah mulai berbunga pada umur 35 HST (Suwandi 1995). Tingkat pembungaan varietas Maja mencapai 76,8% dan varietas Menteng hanya 7,9% (Tabel 3). Sesuai dengan penelitian sebelumnya, sistem produksi benih botani bawang merah dapat terus ditingkatkan melalui perbaikan kultur teknis, antara lain seleksi umbi bibit (umur matang fisiologis dan waktu penyimpanan sekitar satu bulan), perlakuan vernalisasi (suhu dan lama vernalisasi), serta perbaikan manajemen lapangan dan penanganan benih. Meskipun demikian, pengaruh interaksi faktor lingkungan dan manajemen produksi di lapangan cukup dominan dan bersifat spesifik.

Hasil biji botani bawang merah varietas Maja baru mencapai 5,12 kg/700 m² pada tingkat populasi tanaman berbunga 76,8% atau setara dengan 55 kg TSS/ha. Jumlah ini cukup untuk memenuhi kebutuhan benih bawang merah seluas + 18 ha (3 kg TSS/ha). Hasil umbi konsumsinya juga tinggi,

setara 11,2 ton umbi kering panen atau 7,7 ton umbi kering simpan per hektare. Biaya produksi TSS yang dibedakan atas biaya tetap dan biaya variabel menunjukkan bahwa biaya variabel untuk pengadaan bahan menempati proporsi terbesar, yaitu 50,6% dari biaya total dan 31,6% untuk tenaga kerja. Biaya usaha tani TSS dapat ditekan karena hasil umbi bawang merah dari tanaman yang menghasilkan benih dapat dijual sebagai bawang konsumsi. Dengan demikian, biaya produksi TSS dapat mencapai titik impas pada Rp501.000/kg (Tabel 3).

STRATEGI PENGEMBANGAN TEKNOLOGI PRODUKSI BAWANG MERAH MENGGUNAKAN BIJI BOTANI

Pengembangan teknologi bawang merah inkonvensional, mulai dari sistem produksi benih/biji botani (TSS) sampai sistem produksi bawang konsumsi asal biji botani, merupakan tantangan dalam meningkatkan produksi dan pendapatan petani. Strategi pengembangannya perlu dilakukan dengan mendelineasi dua hal, yaitu pendekatan pengembangan sistem produksi benih/biji botani dan sistem produksi umbi konsumsi menggunakan biji botani.

Teknologi Produksi Benih/Biji Botani

Keragaman lingkungan untuk produksi benih/biji botani bawang merah di Indonesia cukup kompleks karena terkait dengan iklim yang tepat, varietas spesifik lokasi, lingkungan yang cocok untuk penyerbukan alami (serangga), dan penerapan teknologi yang tepat. Teknologi untuk mengatasi masalah teknis produksi tersebut telah dikuasai, mulai dari penyiapan benih, perlakuan benih, dan budi daya.

Semua varietas bawang merah dapat menghasilkan biji botani, kecuali varietas Sumenep tidak dapat berbunga di lingkungan tropis Indonesia. Penggunaan varietas spesifik lokasi lebih disarankan karena tingkat adaptasinya lebih baik dan pembenihannya dilakukan pada dataran tinggi. Ukuran umbi benih yang baik adalah > 5 g/umbi, telah disimpan + 1 bulan, divernalisasi selama 4-5 minggu pada suhu 10°C , dan dikombinasikan dengan pemberian ZPT 2-3 kali sampai tanaman berumur satu bulan.

Waktu tanam pada kondisi iklim normal adalah bulan Mei/Juni dan pembungaan terjadi pada bulan Juli/Agustus. Waktu tanam bulan Juni dengan umbi ukuran besar (> 5 g/umbi) nyata meningkatkan persentase tanaman berbunga, jumlah umbel bunga, dan hasil biji dengan biaya

produksi paling rendah, yaitu Rp472.500/kg biji (Sumarni dan Soetiarso 1998). Pada fase pembungaan, penyerbukan bawang merah umumnya terjadi melalui bantuan serangga (polinator), lalat hijau atau lebah yang efektif membantu penyerbukan. Perlakuan khusus mendatangkan serangga tersebut dapat dilakukan dengan menempatkan sisa ikan busuk atau menanam tanaman penarik serangga yang berbunga kuning (caisim atau tagetes) bersamaan dengan waktu pembungaan bawang merah.

Pembenihan biji botani bawang merah sering dihadapkan pada kondisi cuaca yang tidak menentu sehingga perlu diantisipasi, khususnya hujan pada saat tanaman berbunga. Untuk itu perlu disiapkan naungan plastik apabila pembungaan terjadi pada musim hujan dan pemasangan naungan setelah tanaman berbunga dengan ketinggian + 2 m dari permukaan tanah. Naungan tidak menutupi bagian samping tanaman agar serangga polinator dapat membantu penyerbukan. Dalam budi daya, hal yang perlu mendapat perhatian adalah pemupukan tambahan setelah tanaman berbunga sebanyak sepertiga dosis NPK.

Tanaman bawang merah yang tidak berbunga dapat dipanen umbinya dengan hati-hati dan pemeliharaan selanjutnya difokuskan pada tanaman yang berbunga untuk menghasilkan biji botani. Bunga yang telah menghasilkan buah (umbel) diperlihara dari gangguan hama dan penyakit tanaman sampai umbel bernas dan matang berwarna coklat kehitaman. Umbel yang telah dipanen lalu dijemur atau dikeringkan di bawah skrin plastik, kemudian dirontok dan bijinya dibersihkan. Biji yang telah kering konstan dibungkus dalam kemasan *aluminum foil* dan disimpan di tempat penyimpanan benih.

Teknologi Produksi Umbi Menggunakan Biji Botani

Sistem produksi bawang merah menggunakan biji botani tergolong baru bagi petani, meskipun mereka umumnya telah terbiasa melakukan budi daya sayuran dengan menggunakan biji/benih seperti cabai yang melalui persemaian terlebih dahulu. Budi daya bawang merah menggunakan biji relatif sama dengan menggunakan benih dari umbi, kecuali ada tambahan kegiatan penyemaian biji sampai siap dipindah ke lapangan (*transplanting*), seperti halnya pada budi daya padi.

Teknik penyemaian biji dapat dilakukan melalui dua cara, yaitu dalam bedengan langsung di lapangan atau menggunakan baki-baki penyemaian. Teknik penyemaian biji menggunakan baki lebih efisien dibandingkan dengan penyemaian pada bedengan di lapangan, meskipun biayanya lebih mahal (Basuki dan van den Brink 2010). Media persemaian dapat menggunakan campuran tanah dan pupuk kandang yang matang dan halus, dengan perbandingan 2:1 serta difumigasi atau diberi karbofuran

untuk mencegah semut atau hama lainnya. Kerapatan biji di persemaian bervariasi, bergantung pada daya tumbuh biji, yaitu 3-9 g/m² untuk menghasilkan bibit (*seedling*) 1.000-1.200 bibit tiap m² (Putrasameja 1995; Rosliani *et al.* 2002; Basuki dan van de Brink 2010).

Aspek krusial dalam penyemaian adalah pengendalian hama, terutama semut, menjaga kelembapan media, pemupukan, dan pemberian naungan pada saat perkecambahan biji. Penyemaian benih memerlukan waktu 5-6 minggu, kemudian bibit siap dipindah ke lapangan. Untuk biji yang disemai pada bedengan, bibit diambil dengan menggunakan serok dan satu per satu ditanam dengan hati-hati pada bedengan yang telah disiapkan. Kerapatan tanam bibit di lapangan untuk menghasilkan umbi konsumsi asal biji varietas lokal adalah 10 cm x 5 cm (Sumarni dan Sutiarso 1998), dan untuk biji hibrida varietas Tutuk adalah 10 cm x 7 cm atau 150 tanaman/m² dan untuk varietas hibrida Sanren 15 cm x 9 cm atau 75 tanaman/m² (Basuki dan van den Brink 2010).

Untuk pemeliharaan tanaman di lapangan, dosis pupuk N, P, dan K pada budi daya bawang merah asal biji adalah 150-180 kg N/ha yang terdiri atas 1/3-1/2 dosis dalam bentuk pupuk urea dan 2/3-1/2 dosis sisanya dalam bentuk pupuk ZA. Dosis pupuk P dan K adalah 90 kg P₂O₅ dan 50-100 kg K₂O/ha (Suwandi dan Hilman 1992; 1995). Pupuk N mulai diberikan pada saat tanaman tumbuh (7-10 HST) hingga maksimum 2/3 umur tanaman (6 minggu), sebanyak 2-3 aplikasi. Pupuk P dan K atau sebagian K (1/2 dosis K₂O) ditambahkan sebelum fase vegetatif maksimum. Dosis pupuk N pada varietas hibrida Sanren atau Tuktuk adalah 120-180 kg N/ha yang diaplikasikan tiga kali pada umur 2, 4, dan 6 minggu setelah tanam (Basuki dan van den Brink 2010). Seperti bawang merah pada umumnya, tanaman bawang merah asal biji juga memerlukan pengendalian hama/penyakit yang cukup intensif dan PHT tetap menjadi acuan dalam budi daya bawang.

Tanaman bawang merah asal biji botani dipelihara mulai dari saat tanam sampai siap panen, yakni 60-70 hari di dataran rendah dan di dataran tinggi umumnya dapat mencapai lebih dari 80 hari. Ciri-ciri tanaman siap dipanen antara lain daunnya mulai menguning, sebagian tanaman rebah, dan bagian leher umbi kalau dipegang melembek. Panen sebaiknya dilakukan pada pagi hari. Setiap rumpun dicabut secara hati-hati, kemudian batangnya diikat untuk setiap 2-3 kg dan dibersihkan dari tanah, lalu dijemur sampai kering atau siap dijual ke pasar (sekitar satu minggu). Keuntungan usaha tani bawang merah menggunakan biji untuk varietas hibrida (Tuktuk dan Sanren) berkisar antara Rp4,7-Rp12,6 juta/ha (Basuki dan van den Brink 2010).

KESIMPULAN DAN IMPLIKASI KEBIJAKAN

Kesimpulan

1. Pengembangan bawang merah menggunakan biji botani (TSS) merupakan terobosan dalam upaya meningkatkan produktivitas dan pendapatan petani. Pengembangannya bersifat spesifik lokasi dan memerlukan teknologi dan SDM yang andal.
2. Keberhasilan sistem produksi benih/biji botani bawang merah dipengaruhi oleh varietas, kematangan fisiologis umbi, ketepatan budi daya, dan iklim setempat. Waktu tanam yang tepat dan perlakuan vernalisasi merupakan kunci penting dalam sistem produksi biji botani bawang merah, termasuk aplikasi zat pengatur tumbuh untuk meningkatkan *seed-set* di dataran medium dan dataran tinggi.
3. Pengembangan bawang merah menggunakan biji botani merupakan pendekatan budi daya inkonvensional, yang merupakan perpaduan antara pengelolaan benih dan penerapan sistem produksi konvensional. Penyemaian biji TSS pada baki dan pengaturan kerapatan (populasi) tanaman menjadi kunci penting efisiensi budi daya bawang merah dari biji, sementara teknologi budi daya setelah tanam dapat mengikuti budi daya bawang merah pada umumnya.
4. Pengembangan teknologi bawang merah menggunakan biji botani membutuhkan inovasi tepat guna dan harmonisasi pendekatan dan pengelolaan usaha tani integrasi vertikal mulai dari hulu (subsistem perbenihan), budi daya *on-farm*, hingga pascapanen di bagian hilir. Usaha perbenihan biji botani mampu menekan biaya usaha tani bawang merah serta meningkatkan produktivitas, mutu hasil, dan daya saing di pasaran.

Implikasi Kebijakan

1. Pengembangan bawang merah menggunakan biji botani memerlukan dukungan dan fasilitasi sarana produksi bagi petani. Untuk meningkatkan produktivitas dan daya saing bawang merah, pengembangan sistem perbenihan perlu mendapat perhatian pemerintah dalam membangun jejaring kerja sama perbenihan dengan petani/penangkar di sentra produksi, mengingat implementasi teknologinya bersifat spesifik lokasi.
2. Pola pengembangan sistem perbenihan berskala kecil seperti halnya perbenihan kubis bunga dapat meningkatkan daya saing usaha tani bawang merah. Sementara itu, pengembangan teknologi budi daya bawang merah menggunakan biji botani untuk konsumsi memerlukan

sosialisasi dan pelatihan yang intensif bagi petani dalam upaya mempercepat adopsi teknologi.

DAFTAR PUSTAKA

- BPS. 2010. Luas panen, produksi, dan produktivitas bawang merah, 2009-2010. Badan Pusat Statistik. Jakarta. www.bps.go.id/. [Maret 2012].
- Basuki, R.S. dan L. van den Brink. 2010. Teknik produksi bawang merah menggunakan biji botani. Hasil Kerja Sama Penelitian Balai Penelitian Tanaman Sayuran dan Applied Plant Research, Edelhertweg 1, Lelystad, The Netherlands.
- Brewster, J.L. and P.J. Salter. 1980. Effect of plant spacing on yield and bolting of two cultivars of over wintered bult onion. Hort. Sci. 55 (2): 97-102.
- Gill, S.S., Hari-Singh, and H. Singh. 1989. Effect of bulb size and dates of planting on growth parameters and seed yield of onion. Seed Res. 17(1): 11-15.
- Nurmalinda dan Suwandi. 1995. Potensi wilayah pengembangan bawang merah. hlm. 18-25. *Dalam* Teknologi Produksi Bawang Merah. Puslitbang Hortikultura, Jakarta.
- Hadisoeganda, W.W., E. Suryaningsih, dan T. K. Moekasan. 1995. Penyakit dan hama bawang merah dan cara pengendaliannya. hlm. 57-73. *Dalam* Teknologi Produksi Bawang Merah. Puslitbang Hortikultura, Jakarta.
- Lesley, C. and F.J. Proctor. 1990. Onion in tropical region. Bulletin No. 35, Natural Research Institute, United Kingdom.
- Nurmalinda dan Suwandi. 1995. Potensi wilayah pengembangan bawang merah. hlm. 18-25. *Dalam* Teknologi Produksi Bawang Merah. Puslitbang Hortikultura, Jakarta.
- Permadi, A. 1991. Penelitian pendahuluan variasi sifat-sifat bawang merah yang berasal dari benih. Bull. Penel. Hort. 20(4): 120-134.
- Permadi, A. 1993. Growing shallot from true seed. Research results and problems. Onion Newsletter for the Tropics 3: 35-38.
- Putrasameja, S. 1995. Pengaruh jarak tanaman pada bawang merah berasal dari biji terhadap produksi. J. Hort. 5 (1): 76-80.
- Puslitbanghorti. 2008. Katalog Teknologi Unggulan Hortikultura. Puslitbang Hortikultura, Jakarta.

- Ramos de Solarzano, G. and A. Azocar Ramos. 1993. Preliminary observations of the production of onion seed in the state of Merida, Venezuela. *Onion Newsletter for the Tropics* 5: 44-48.
- Ridwan, H., H. Sutapradja, dan Margono. 1989. Daya produksi dan harga pokok benih/benih bawang merah. *Bull. Penel. Hort.* 17(4).
- Robinowitch, H.D. and J.L. Brewster. 1990. *Onion and allied crops*. CRC Press. Inc., Boca Raton, Florida.
- Roslani, R., N. Sumarni, dan Suwandi. 2002. Pengaruh kerapatan tanaman, naungan dan mulsa terhadap pertumbuhan dan produksi umbi bawang merah mini asal biji (TSS). *J. Hort.* 12(1): 28-34.
- Roslani, R., Suwandi, dan N. Sumarni. 2005. Pengaruh waktu tanam, ZPT mepiquat klorida terhadap pembungaan dan pembijian bawang merah TSS. *J. Hort.* 15(3): 192-198.
- Sumarni, N. dan T.A. Soetiarso. 1998. Pengaruh waktu tanam dan ukuran umbi bibit terhadap pertumbuhan, produksi dan biaya produksi biji bawang merah. *J. Hort.* 8(2): 1085-1094.
- Suherman, R. dan R.S. Basuki. 1990. Strategi pengembangan luas usahatani bawang merah di Jawa Barat. Tinjauan dari segi biaya usahatani terendah. *Bull. Penel. Hort.* 18(1): 11-18.
- Suwandi dan Y. Hilman. 1992. Penggunaan pupuk nitrogen dan tripel super fosfat pada bawang merah. *Bull. Penel. Hort.* 22(4): 28-40.
- Suwandi. 1995. Evaluasi teknologi produksi biji botani (TSS) di dataran tinggi. Laporan Produksi Benih Sayuran. Balai Penelitian Tanaman Sayuran, Lembang.
- Suwandi dan Y. Hilman. 1995. Budidaya tanaman bawang merah. hlm. 51-56. *Dalam Teknologi Produksi Bawang Merah*. Puslitbang Hortikultura, Jakarta.
- Suwandi. 1998. Pengaruh ketinggian tempat terhadap produksi biji botani (TSS). Laporan Hasil Penelitian Sayuran. Balai Penelitian Tanaman Sayuran, Lembang.
- Toman, S.I., L.V. Pavlov, N.O. Gorchakova, and V.I. Rudenok. 1989. Optimum size of onion mother bulbs. *Kartovel-i-Ovosdchi* 6: 20-21.
- Yazawa, S. 1990. Onion seed production in Sri Lanka. *Trop. Agric. Res. Ser.* 23: 97-101.

Gangguan Hama pada Tanaman Akibat Ketidakseimbangan Ekologi

I WAYAN LABA

*Balai Penelitian Tanaman Rempah dan Obat
Jalan Tentara Pelajar No. 3 Cimanggu Bogor 16111
E-mail: wayan_laba@yahoo.com*

ABSTRAK

Salah satu masalah dalam budi daya tanaman adalah serangan hama. Berdasarkan besarnya populasi dan banyaknya spesies, serangga merupakan organisme yang paling dominan menempati muka bumi. Menurut fungsinya, kelompok serangga dibagi menjadi dua, yaitu (1) serangga berguna, antara lain serangga penyerbuk, lebah madu, dan serangga pengurai, dan (2) serangga perusak, yaitu serangga yang menyerang tanaman atau sebagai vektor penular penyakit tanaman. Keberadaan serangga sebagai hama dipengaruhi oleh sumber pakan. Status hama mencakup hama utama, hama kedua, hama potensial, dan hama migran. Perkembangan hama tanaman dipengaruhi oleh perubahan keseimbangan ekologi biota yang disebabkan oleh pemanfaatan ekosistem, penggunaan pestisida, musuh alami, dan hama pendatang. Fluktuasi, variasi, dan populasi hama pada agroekosistem pertanian lebih tinggi dan lebih banyak daripada ekosistem alamiah. Fluktuasi, variasi, dan populasi hama tanaman semusim lebih tinggi dan lebih banyak daripada tanaman tahunan.

Kata kunci: status serangga, status hama, terjadinya hama, peran manusia

PENDAHULUAN

Salah satu masalah dalam budi daya tanaman adalah serangan organisme pengganggu tanaman (OPT), antara lain hama berupa serangga. Serangga merupakan golongan hewan yang dominan di muka bumi dan telah ada sejak 350 juta tahun yang lalu, lebih awal dari manusia hadir di bumi sejak 2 juta tahun yang lalu (Borror *et al.* 1992). Selama kurun waktu yang sangat panjang tersebut, serangga mengalami evolusi untuk menyesuaikan kehidupannya pada setiap tipe dan perubahan habitat.

Serangga dapat digolongkan sebagai serangga berguna dan yang merugikan manusia. Tanpa serangga berguna, kondisi lingkungan dan sistem produksi tanaman tidak berjalan dengan baik. Serangga berkonstruksi khusus, dari aspek struktur tubuh, ukuran, daya reproduksi, siklus hidup, jenis makanan, alat pertahanan, dan kemampuan penyesuaian hidup (Borror *et al.* 1992). Serangga berstatus hama apabila

mengurangi produksi pertanian atau menggagalkan panen. Oleh karena itu, hama menjadi salah satu masalah dalam sistem produksi komoditas pertanian. Jika penanganan hama terabaikan, terutama hama yang dapat berkembang secara eksplosif, maka sebagian besar hasil pertanian akan hilang. Namun tindakan manusia dalam mengelola gangguan hama harus aman dan ramah lingkungan. Menurut Untung (1993), masalah hama tanaman bukan dibuat oleh alam, tetapi lebih disebabkan oleh tindakan manusia. Biasanya hama bersifat eksplosif, artinya datang secara tiba-tiba dan populasi meningkat, tetapi beberapa jenis hama selalu dalam tingkat populasi yang rendah. Tulisan ini menguraikan proses gangguan hama pada tanaman.

SERANGGA HAMA

Pengertian Hama

Hama dalam arti sempit adalah serangga yang berfungsi sebagai perusak tanaman. Hama dalam arti luas berupa organisme pengganggu yang mempunyai kemampuan merusak, merugikan atau mengganggu tanaman yang dibudidayakan manusia. Jika dilihat dari sistem produksi tanaman, hama adalah organisme yang menurunkan hasil tanaman, baik secara kuantitatif maupun kualitatif (Sastrosiswojo 1989). Hama dalam pengertian umum adalah organisme yang dalam hidupnya berinteraksi dengan tanaman sehingga menurunkan hasil, mutu hasil, dan secara langsung merugikan manusia.

Status Hama

Hama yang menyerang tanaman pertanian dikelompokkan menjadi empat, yaitu (Untung 2006):

1. Hama utama (*key pests*), yaitu hama yang selalu menyerang tanaman dengan tingkat serangan berat, sehingga perlu dilakukan tindakan pengendalian. Biasanya hanya ada satu atau dua jenis hama utama pada tanaman tertentu.
2. Hama kedua (*occasional pests, secondary pests*), yaitu hama yang relatif kurang penting, tetapi pada suatu waktu populasinya meningkat melebihi ambang ekonomi sehingga perlu pengawasan.
3. Hama potensial (*potential pests*), yaitu hama yang dalam keadaan normal tidak membahayakan dan kerusakan yang ditimbulkan kurang penting, tetapi menjadi penting apabila terjadi perubahan ekosistem.
4. Hama migran, yaitu hama yang berasal dari daerah lain.

PENYEBAB PENINGKATAN POPULASI HAMA

Pembangunan pertanian pada umumnya berasosiasi dengan upaya peningkatan produksi melalui intensifikasi dan penggunaan *input* produksi dalam jumlah yang tinggi. Kondisi demikian menimbulkan masalah berupa gangguan hama dan penyakit tanaman. Pada kondisi tersebut timbul pertanyaan “mengapa terjadi ledakan atau bagaimana terjadi peningkatan populasi serangga hama”.

Meningkatnya populasi serangga hama pada suatu tanaman dapat disebabkan oleh beberapa hal, antara lain: (1) kegiatan manusia dalam memanfaatkan sumber daya lahan pertanian untuk mendapatkan bahan pangan dan bahan lainnya dalam jumlah yang lebih banyak, (2) perubahan keseimbangan ekosistem, dari ekosistem alami yang bersifat ekuilibrium dinamis menjadi ekosistem *inequilibrium* pertanian, yang menyebabkan hubungan ekologi menjadi lebih sederhana, (3) perubahan komposisi spesies dan varietas, (4) pengaruh penggunaan pestisida yang kurang hati-hati, (5) berkurangnya musuh alami, dan (6) hama pendatang (hama migran) (Oka 1995). Tersedianya makanan secara terus-menerus dari tanaman inang dalam kondisi iklim tropika juga ikut mendorong perkembangan hama tanaman di Indonesia.

Peran Manusia

Usaha bercocok tanam (tanaman semusim maupun perkebunan) tidak terlepas dari campur tangan manusia. Kondisi demikian merupakan ekosistem buatan manusia (agroekosistem). Agroekosistem tidak dapat berdiri sendiri, tanpa bantuan manusia dan masukan energi dari luar. Keberhasilan usaha tani pada agroekosistem ditentukan oleh peran petani, penyuluh atau pemerintah karena keragaman agroekosistem relatif rendah.

Pengelolaan tanaman adalah aktivitas untuk menumbuhkan tanaman, mulai dari pemilihan bibit/benih, pengolahan tanah, tanam, pengairan, pemupukan, pengendalian gulma, panen, sampai ke penyimpanan. Tanaman rentan terhadap tekanan dari luar. Jika kekurangan air, pupuk, dan pengolahan tanah yang tidak memadai, maka tanaman bereaksi rentan terhadap serangan hama dan penyakit, karena populasi hama dan penyakit relatif lebih mudah berkembang pada agroekosistem. Pemupukan yang berlebihan dapat meningkatkan populasi hama, yang sebelumnya tidak menjadi masalah. Setiap tahapan kegiatan usaha tani memungkinkan berkembangnya hama tertentu sejak di pertanaman sampai ke penyimpanan. Kasus ini sering terjadi pada tanaman pangan sehingga tanaman lemah dan mudah diserang hama.

Aktivitas manusia dalam usaha tani secara intensif mengubah ekosistem alami menjadi ekosistem pertanian sehingga mendorong peningkatan serangan hama, di antaranya: (1) penanaman varietas rentan, (2) kurangnya rotasi dan penganejaragaman tanaman, (3) kurangnya usaha sanitasi, (4) penanaman tanaman di daerah yang dapat memicu serangan hama, (5) timbulnya resistensi dan resurgensi, (6) terbunuhnya musuh alami, (7) penggunaan pestisida yang dapat mengubah fisiologi tanaman, (8) introduksi tanaman, (9) pengolahan tanah minimal, dan (10) pemupukan yang berlebihan (Pimentel 1982).

Perubahan Ekosistem

Pada dasarnya populasi hama dipengaruhi oleh lingkungan atau sistem pertanaman (ekosistem). Ekosistem merupakan kesatuan alam yang sangat kompleks susunan dan fungsinya. Ekosistem yang tidak/belum ada campur tangan manusia disebut ekosistem alamiah, sedangkan yang sudah dikelola manusia disebut agroekosistem seperti sawah, ladang, tegalan, empang, dan sungai buatan. Ekosistem alamiah dibagi menjadi dua golongan, yaitu: (1) ekosistem darat, misalnya hutan tropik dan padang rumput, dan (2) ekosistem akuatik, misalnya ekosistem laut, danau, dan sungai (Price 1984). Ekosistem alamiah memiliki keragaman yang sangat tinggi, artinya setiap kesatuan luas/ruang terdapat banyak spesies tumbuhan dan hewan, masing-masing membentuk populasi sendiri-sendiri dan saling berinteraksi satu sama lain. Populasi yang saling berinteraksi disebut komunitas yang selalu berubah, ada yang mati dan yang lahir sebagai pengganti (Ricklefs 1973). Energi dan nutrisi selalu mengalir melalui komunitas tersebut. Ekosistem alamiah adalah fenomena yang dinamis, namun komposisi dan strukturnya tidak berubah (stabil). Pada ekosistem alamiah tidak terjadi ledakan populasi dari salah satu organisme sehingga pada ekosistem alamiah tidak muncul hama baru.

Keragaman agroekosistem relatif rendah. Pada agroekosistem ditanam beberapa spesies tanaman dan satu di antaranya tanaman utama, misalnya, padi, kedelai, kakao, karet, dan lada. Ekosistem tersebut tidak dapat berdiri sendiri tanpa campur tangan manusia dan masukan energi dari luar seperti pupuk, pengolahan tanah, pemeliharaan, dan pengairan.

Ekosistem pertanian yang dinamis dan kurang stabil biasanya lebih peka terhadap serangan hama (Komansilan 1989). Ekosistem pertanian yang lebih sederhana menyebabkan satu atau lebih organisme pemakan tumbuhan menjadi hama tanaman yang dibudidayakan. Perubahan status serangga dari bukan hama menjadi hama disebabkan oleh berlimpahnya tanaman sebagai pakan akibat perubahan ekosistem, yang kerap kali diikuti oleh berkurang atau hilangnya musuh alami (parasitoid dan predator) di

tempat tersebut dan atau iklim mikro menjadi lebih baik bagi organisme pengganggu. Sebagai contoh, peningkatan populasi wereng coklat *Nilaparvata lugens* Stal. yang mengancam produksi padi nasional. Sebelum tahun 1965, wereng coklat belum menjadi hama utama tanaman padi, karena pada saat itu padi yang ditanam adalah varietas lokal, umur panjang, tinggi tanaman lebih dari 1 m, tidak respons pupuk, ditanam satu kali dalam satu tahun, dan dilakukan pergiliran tanaman sehingga menciptakan ekosistem yang relatif lebih stabil. Setelah tahun 1965 sampai sekarang keadaan sudah berubah, campur tangan manusia lebih intensif karena kebutuhan pangan meningkat akibat bertambahnya jumlah penduduk, sehingga wereng coklat menjadi hama utama. Perubahan status hama wereng coklat berkaitan dengan penggunaan varietas unggul yang sangat responsif terhadap pupuk, jarak tanam rapat, ditanam tiga kali dalam setahun sehingga ekosistem menjadi sangat rendah keragamannya.

Peran Tanaman

Dalam ekosistem alami, interaksi antara tanaman inang dengan hama mantap dan stabil. Dalam kondisi demikian, tanaman yang tahan tetap mempertahankan ketahanannya (Pimentel *et al.* 1986). Dalam ekosistem yang diciptakan manusia saat ini, varietas mc dem yang semula tahan hama berubah menjadi rentan dalam waktu yang relatif singkat. Hal ini disebabkan oleh daya tahan genetik varietas yang sempit, artinya dasar gen ketahanannya terdiri atas satu gen tahan. Tekanan seleksi yang keras terhadap populasi hama memaksa hama menyeleksi dirinya dan berkembang menjadi biotipe/ras baru yang sanggup mematahkan daya tahan inang, yang akhirnya terjadi eksplosi hama (Bahagiawati dan Oka 1987; Sutrisno 1987; Hanarida dan Sularjo 1988). Sebagai contoh, hama wereng coklat yang menyerang tanaman padi dan lalat hessian (*Mayetiola destructor*) pada tanaman gandum. Populasi wereng hijau (*Nephotettix virescens*) dalam waktu singkat (generasi kelima atau keenam) sudah dapat beradaptasi pada varietas IR26, IR36, IR54, dan Cisadane, yang masing-masing mempunyai gen tahan yang berbeda-beda terhadap wereng coklat (Taulu 1986).

Variasi penggunaan varietas tahan hama pada areal perkebunan relatif sedikit, sehingga perubahan populasi hama tanaman juga relatif sedikit. Kecepatan manusia merakit varietas tahan lebih lambat dibandingkan dengan kecepatan hama beradaptasi yang mengakibatkan perubahan biotipe atau ras, sehingga pertanaman selalu terancam oleh hama. Kondisi demikian membuktikan bahwa tanaman berperan dalam mengubah status serangga hama dari tidak penting menjadi hama penting.

Peran Pestisida

Perlindungan tanaman di Indonesia dimulai sejak dicanangkan program peningkatan produksi dan swasembada beras pada tahun 1965 dengan menitikberatkan pada penggunaan pestisida dan varietas tahan. Penggunaan pestisida di Indonesia dimulai sebelum Perang Dunia II yang dikenal dengan pestisida generasi I (*era of natural product*). Insektisida yang digunakan pada waktu itu antara lain derris dan phyrethrum. Setelah Perang Dunia II, insektisida sintesis organik mulai digunakan, khususnya dari kelompok hidrokarbon berklor yang kemudian diikuti oleh senyawa organofosfat (Sosromarsono 1992).

Pada tahun 1960-an penggunaan insektisida pada tanaman padi sangat intensif, mulai dari persemaian sampai menjelang panen, tanpa memperhitungkan dampak dari insektisida tersebut. Aplikasi insektisida dilakukan secara terjadwal, tanpa melihat populasi hama tanaman. Pada tahun 1970-an populasi hama meningkat, khususnya hama-hama pada tanaman pangan, antara lain wereng coklat, wereng hijau, wereng punggung putih, dan penggerek batang padi. Pada tahun 1977 serangan wereng coklat mencapai 700.000 ha, dan pada tahun 1979 meningkat menjadi 750.000 ha. Pada tahun 1980 wereng punggung putih menyerang tanaman padi seluas 528 ha. Pada tahun 1981 serangan wereng mencapai 1.165,5 ha. Kerusakan tanaman padi akibat serangan wereng hijau mencapai 2.000 ha pada tahun 1968-1969 dan 7.000 ha pada tahun 1980 (Ditlin 1982; Siwi 1985; Kenmore 1991). Pada tahun 1986 serangan wereng kembali meningkat. Di Jawa Tengah pada waktu itu tercatat sekitar 400.000 ha padi tersejang wereng. Meningkatnya serangan wereng merupakan dampak dari penggunaan insektisida organofosfat dan piretroid yang tidak bijaksana (Sosromarsono 1992). Pada tahun 1997/98 serangan wereng mencapai 22.000 ha. Wereng coklat hampir ditemukan di semua lokasi jalur pantura dengan kepadatan populasi 159-500 ekor/rumpun (Puslitbangtan 1998). Pada tahun 1999-2011, ledakan populasi hama, khususnya wereng coklat, yang menyerang tanaman padi sawah terus terjadi.

Ledakan populasi hama juga terjadi pada tanaman perkebunan, hingga menyebabkan kehilangan hasil dan penurunan mutu hasil yang tidak sedikit, antara lain pada tanaman kelapa, kakao, kapas, dan lada. Hama utama yang menyerang kelapa adalah *Arthona catoxantha*, *Oryctes rhinoceros*, *Brontispa longissima*, *Pseudococcus* sp., dan *Acrocercops cramerella*, sedangkan hama utama kapas adalah *Empoasca* sp., *Aphis* sp., *Heliothis* sp., *Prodenia* sp., dan *Erias* sp. Hama utama lada adalah *Lophobaris piperis*, *Diconocoris hewetii*, dan *Dasynus piperis* (Oka 1995; Deciyanto 2000).

Setelah tahun 1980-an peneliti dan iluwan mulai menyadari dampak pencemaran lingkungan yang disebabkan oleh residu pestisida dan dampak

negatif lainnya. Pada saat itu, penggunaan pestisida dianjurkan berdasarkan ambang ekonomi dengan memerhatikan kehadiran hama. Ambang ekonomi merupakan istilah yang paling banyak digunakan dalam pengambilan keputusan pengendalian hama sesuai dengan konsep pengendalian hama terpadu (PHT). Ambang ekonomi merupakan kepadatan populasi hama yang memerlukan tindakan pengendalian untuk mencegah terjadinya peningkatan populasi berikutnya yang dapat mencapai aras luka ekonomi (Stern *et al.* 1959). Ambang ekonomi dengan konsep optimisasi adalah usaha pengendalian hama dengan pestisida untuk menekan populasi hama sampai pada aras yang mendatangkan keuntungan maksimal (Headley *dalam* Untung 2001). Setelah 1986, pengendalian hama dengan insektisida didasarkan pada populasi hama dan kehadiran musuh alami.

Penggunaan pestisida dalam program intensifikasi padi, palawija, sayuran, dan tanaman perkebunan membantu menekan populasi hama bila formulasi yang digunakan, waktu, dan metode aplikasinya tepat. Sebaliknya, pengalaman juga menunjukkan timbulnya akibat samping dari penggunaan pestisida yang kurang bijaksana yaitu:

1. Hama sasaran berkembang menjadi tahan terhadap pestisida.
2. Timbul resurgensi, yaitu populasi keturunan hama menjadi lebih banyak dibandingkan dengan bila tidak menggunakan pestisida.
3. Organisme bukan sasaran seperti belut, kadal, ayam, cacing, dan serangga penyerbuk ikut terbasmi.
4. Musuh alami serangga hama (parasitoid dan predator) ikut mati.
5. Timbulnya ledakan hama kedua.
6. Pestisida tertentu dapat meninggalkan residu di dalam dan bagian-bagian tanaman.
7. Pestisida mencemari lingkungan tanah, air, dan udara.
8. Pestisida tertentu dapat meningkat konsentrasinya dalam rantai makanan berikutnya.
9. Keracunan pada manusia.

Semua akibat samping tersebut sudah terjadi di Indonesia. Sebagai contoh, *Plutella xylostella* resisten terhadap DDT. Wereng coklat sudah resisten dan resurjen akibat penggunaan beberapa insektisida. Wereng hijau sudah resisten terhadap insektisida. Penggerek padi putih *Scirpophaga incertulas* populasi Sukamandi, Indramayu, dan Plumbon resisten terhadap insektisida karbofuran. Jika serangga hama sudah resisten terhadap insektisida, maka pestisida tersebut sudah tidak efisien mengendalikan serangga hama, karena dosis penggunaannya harus ditingkatkan agar dapat mengendalikan serangga hama seperti sebelum resisten. Jika hal tersebut dilakukan akan menambah pencemaran lingkungan dan meningkatkan

biaya pengendalian. Jika penggunaan insektisida sudah menunjukkan resurjen terhadap serangga hama, maka insektisida tersebut sudah tidak layak digunakan karena akan meningkatkan populasi hama melebihi kontrol (tanpa aplikasi insektisida). Berdasarkan hal tersebut, insektisida dapat mengubah ekosistem, fisiologi serangga hama, keseimbangan ekologi, dan status serangga.

Peran Musuh Alami

Pengendalian hayati adalah pengaturan kerapatan populasi organisme oleh musuh-musuh alaminya hingga populasinya lebih rendah dibandingkan dengan yang tidak diatur oleh musuh-musuh alami (de Bach 1979). Musuh alami tersebut dimanfaatkan sebagai pengendali hama agar fluktuasi kerapatan rata-rata populasi hama tanaman selalu rendah dan tidak mendatangkan kerugian. Menurut van den Bosch *et al.* (1985) dan Pimentel *et al.* (1986), musuh alami dapat digolongkan sebagai berikut:

1. Predator, yaitu serangga yang ukurannya lebih besar dari inangnya dan untuk meneruskan kehidupannya dalam satu siklus dapat memangsa lebih dari satu ekor inang.
2. Parasitoid, yaitu serangga renik yang ukuran tubuhnya lebih kecil dari inangnya dan untuk meneruskan hidupnya dalam satu siklus umumnya cukup memarasit satu inang.
3. Patogen, yaitu mikroorganisme yang dapat menimbulkan penyakit pada serangga. Patologi serangga dalam arti luas berhubungan dengan penyebab, simptomatologi, dan epizootologi penyakit serta perubahan-perubahan struktur, kimiawi, dan fungsi pada tubuh serangga akibat serangan suatu penyakit. Penyakit adalah suatu penyimpangan dari kondisi normal atau sehat (Steinhaus 1949) atau kondisi yang tidak seimbang antara keadaan fisiologi dan lingkungannya.
4. Vertebrata (mamalia, burung, amfibi, ikan), yaitu hewan bertulang belakang yang berperan sebagai musuh alami hama tanaman.

Musuh alami tersebut berperan dalam menurunkan populasi hama tanaman. Apabila frekuensi penggunaan insektisida tinggi dalam mengendalikan hama, maka akan memengaruhi populasi musuh alami sehingga dapat meningkatkan populasi hama atau muncul hama baru. Hama, musuh alami, dan pestisida saling berkaitan. Penggunaan pestisida dalam mengendalikan hama tanaman akan menurunkan populasi musuh alami, sehingga populasi hama akan meningkat pada generasi berikutnya, bahkan hama yang tidak penting menjadi penting karena musuh alaminya ikut binasa akibat penggunaan pestisida.

Peran Karantina Tumbuhan

Penyebaran hama dan penyakit tumbuhan dibatasi oleh faktor geografis, klimatologis, dan ekobiologis sehingga hama dan penyakit di suatu daerah kecil kemungkinan pindah ke daerah lain yang jaraknya jauh dan berbeda ekosistem. Penyebaran hama dapat terjadi terutama karena kegiatan manusia secara sengaja maupun tidak sengaja. Dengan semakin terbukanya hubungan antarnegara, hama dan penyakit tumbuhan dapat menembus batas geografis sehingga masuk dan menyebar ke tempat-tempat baru dan akhirnya menjadi hama dan penyakit baru tumbuhan.

Karantina tumbuhan merupakan kegiatan yang bertujuan untuk mencegah agar OPT yang belum pernah ada di Indonesia tidak memasuki wilayah Indonesia. OPT baru yang masuk ke Indonesia dapat menjadi OPT yang eksplosif, menyebar, dan meluas dengan cepat dan merugikan petani dan masyarakat karena OPT tersebut sulit dikendalikan akibat tidak mempunyai musuh alami di tempat yang baru. OPT yang pernah masuk ke Indonesia antara lain: (1) penyakit karat kopi (*Hemileia vastatrix*) yang terbawa benih dari Sri Lanka pada abad ke-19, (2) *Citrus Vein Phloem Degeneration* (CVPD) yang menginfeksi pertanaman jeruk pada tahun 1960-an, (3) kumbang *Trogoderma granarium* di Jawa yang menyerang hasil pertanian yang disimpan di gudang pada tahun 1980-an, (4) penyakit cacar teh (*Exobasidium vaxans*) yang terbawa benih/bibit dari India ke Sumatera Utara dan meluas ke Jawa Barat pada tahun 1949, (5) siput *Achatina fulica* dari Afrika yang semula sebagai hewan piaraan akhirnya menyerang tanaman sayuran di Indonesia, (6) gulma eceng gondok (*Eichornia crassipes*) yang masuk ke Indonesia sebagai tanaman hias, kini telah menyebar luas dan menjadi masalah pada perairan, (7) nematoda sista kuning (*Globadiera rostochiensis*) pada tahun 2003, yang ditemukan di Malang dan menjadi ancaman bagi pertanaman kentang, dan (8) hama pengorok daun kentang (*Liriomyza* sp.) pada tahun 1995 yang terbawa melalui bunga krisan (Untung 1993).

KESIMPULAN

Hama dibagi menjadi empat yaitu hama utama, hama kedua, hama potensial, dan hama migran. Fenomena terjadinya hama tanaman dapat disebabkan oleh satu atau beberapa hal, yakni perubahan ekosistem, penggunaan pestisida, terbunuhnya musuh alami, perubahan varietas, dan masuknya hama baru dari luar daerah atau negara lain, yang kesemuanya karena peran manusia dalam mengelola lahan pertanian. Fluktuasi, variasi, dan populasi hama pada agroekosistem umumnya lebih tinggi dan lebih banyak daripada ekosistem alamiah. Fluktuasi, variasi, dan populasi hama tanaman semusim lebih tinggi dan lebih banyak daripada tanaman tahunan.

DAFTAR PUSTAKA

- Bahagiawati, A.H. dan I.N. Oka. 1987. Perkembangan biotipe wereng coklat, *Nilaparvata lugens* Stal. di Indonesia. hlm. 31-42. *Dalam* Soejitno, Z. Harahap, dan Suprpto H.S. (Eds.). Wereng Coklat. Edisi Khusus No. 1 Balittan Bogor.
- Borror, D.J., C.A. Triplehorn, and N.F. Johnson. 1992. Pengenalan Pelajaran Serangga. Terjemahan S. Partosoejono dan M.D. Brotowidjoyo. Edisi Keenam. Gadjah Mada University Press, Yogyakarta. 1083 hlm.
- De Bach, P. 1979. Biological Control by Natural Enemies. Cambridge University Press, London. 323 pp.
- Deciyanto, S. 2000. Pemanfaatan agen hayati dalam pengendalian hama tanaman lada. Prospek dan kendalanya. Makalah Semiorasi Balittro, Bogor. 26 hlm.
- Ditlin. 1982. Laporan bidang pengamatan dan peramalan tahun 1981. Direktorat Perlindungan Tanaman, Jakarta. 80 hlm.
- Hanarida, I. dan Sularjo. 1988. Usaha pemuliaan/perbaikan ketahanan kultivar padi terhadap wereng coklat. hlm. 1-7. *Dalam* J. Soejitno, D. Killin, Suprpto H.S., dan U.G. Kartasasmita (Eds.). Wereng Coklat. Edisi Khusus No. 2 Balittan Bogor.
- Kenmore, P.E. 1991. Indonesian's integrated pest management. A model for Asia. Program Nasional PHT- FSO. 56 pp.
- Komansilan, M. 1989. Perlindungan serta hubungan hama dan penyakit tanaman. Tabloid Sinar Tani Edisi Maret 1989. 15 hlm.
- Oka, I.N. 1995. Pengendalian Hama Terpadu dan Implementasinya di Indonesia. Gadjah Mada University Press, Yogyakarta. 225 hlm.
- Pimentel, D. 1982. Perspectives of integrated pest management. Crop Protection 1(1): 5-28.
- Pimentel, D., C. Glenister, S. Fast, and D. Gallahan. 1986. Environmental risks associated with the use of biological and cultural pest control. Some aspects of integrated pest management. Department of Entomology, Cornell University, Ithaca, New York. pp. 129-275.
- Price, P.W. 1984. Insect Ecology. John Wiley & Sons, New York, Toronto, Singapore. 607 pp.
- Puslitbangtan. 1998. Wereng Coklat Menyerang Pertanaman Padi MH 1997/98 di Jalur Pantura. Warta Penelitian dan Pengembangan Pertanian 20(4): 4.

- Ricklefs, R.E. 1973. Ecology. Chiron Press Inc. Newton Massachusetts, 1816 SW. Hawthorne Terrace, Portland Oregon. 861 pp.
- Sastrosiswojo. 1989. Pengendalian hama-hama penting tanaman sayuran. Makalah Latihan Pengendalian Hama Penyakit Terpadu, Balittan Sukamandi, 23 Januari-11 Februari 1989. 44 hlm.
- Siwi, S.S. 1985. A note species of *Nephotettix malayensis* I and K from Indonesia (Hemiptera; Cicadellidae). Balai Penelitian Tanaman Pangan Bogor. 25 pp.
- Sosromarsono, S. 1992. Perkembangan pengelolaan hama terpadu di Indonesia. Makalah Disampaikan pada Seminar Sehari Himasita, Faperta IPB, Bogor, 27 Juni 1992. 10 hlm.
- Steinhaus, E.A. 1949. Principal of Insect Pathology. McGraw-Hill Book Company, Inc. 757 pp.
- Stern, V.W., R.F. Smith, R. van den Bosch, and K.S. Hagen. 1959. The integrated control concept. Hilgardia 29(2): 81-101.
- Sutrisno. 1987. Resistensi wereng coklat, *Nilaparvata lugens* Stal terhadap insektisida di Indonesia. hlm. 53-68. Dalam Soejitno, Z. Harahap, dan Suprpto H.S. (Eds.). Wereng Coklat. Edisi Khusus No. 1 Balittan Bogor.
- Taulu, L.A. 1986. Pengaruh beberapa varietas padi terhadap perkembangan populasi dan biologi wereng hijau, *Nephotettix virescens* (Distant). Tesis Magister Sains. Institut Pertanian Bogor. 67 hlm.
- Untung, K. 1993. Pengantar Pengelolaan Hama Terpadu. Edisi kedua. Gadjah Mada University Press, Yogyakarta. 348 hlm.
- Untung, K. 2001. Pengantar Pengelolaan Hama Terpadu. Edisi keempat. Gadjah Mada University Press, Yogyakarta. 273 hlm.
- Untung, K. 2006. Pengantar Pengelolaan Hama Terpadu. Edisi kedua. Gadjah Mada University Press, Yogyakarta. 348 hlm.
- Van den Bosch, R., P.S. Messenger, and A.P. Guitierrez. 1985. An Introduction to Biological Control. Plenum Press, New York, London. 247 pp.

Strategi Penyediaan dan Perbanyakkan Massal Benih Mendukung Gerakan Nasional Kelapa

NOVARIANTO HENGKY

Balai Penelitian Palma

Jalan Mapanget, Kotak Pos 1004, Manado 95001

E-mail: hengkynovarianto@yahoo.com

ABSTRAK

Sejak 30 tahun yang lalu, produktivitas kelapa di tingkat petani tetap 1,1 ton kopra/ha/tahun, bahkan selama 10 tahun terakhir di beberapa provinsi penghasil kelapa terjadi penurunan produktivitas kelapa di bawah 1 ton kopra/ha/tahun. Rendahnya produktivitas kelapa terutama berkaitan dengan penggunaan benih sembarangan karena terbatasnya benih unggul. Di samping itu, sekitar 15% dari areal kelapa sudah tua dan kurang produktif, dan diperparah oleh serangan hama dan penyakit. Program peremajaan kelapa sepanjang tahun 2005-2009 berjalan sangat lambat, realisasi hanya sekitar 10% dari target, dan pada umumnya menggunakan benih kelapa lokal. Pada periode 2004-2010 Balai Penelitian Palma telah menghasilkan 19 varietas kelapa unggul, yaitu kelapa dalam 10 varietas, kelapa genjah empat varietas, dan lima varietas kelapa hibrida. Potensi produksinya adalah 2,8-3,3 ton kopra/ha/tahun untuk kelapa dalam, jumlah buah di atas 120 butir/pohon/tahun pada kelapa genjah, dan 3,0-5,0 ton kopra untuk kelapa hibrida. Strategi penyediaan dan perbanyakkan benih secara massal dalam rangka mendukung Gerakan Nasional Kelapa dapat dilakukan melalui pembangunan kebun benih dasar kelapa unggul, memperbanyak penetapan blok penghasil tinggi dan pohon induk kelapa terpilih, membangun kebun induk kelapa dalam komposit, dan pelepasan kelapa unggul lokal. Perbanyakkan kelapa secara massal melalui teknik kultur jaringan perlu diteliti secara intensif untuk masa yang akan datang.

Kata kunci: kelapa, varietas unggul, perbanyakkan benih, hibrida, kebun benih

PENDAHULUAN

Luas areal pertanaman kelapa dunia sekitar 12,29 juta ha yang tersebar di 93 negara dan menghasilkan 11,04 juta ton setara kopra per tahun (Arancon 2010), serta melibatkan 10 juta keluarga petani atau 50 juta jiwa. Manfaat kelapa untuk petani/masyarakat sangat besar dan beragam, 96% diusahakan dalam bentuk perkebunan rakyat dengan luas pemilikan 0,5-4,9 ha.

Di Indonesia, luas areal kelapa pada tahun 2010 mencapai 3,81 juta ha dengan produksi 3,27 juta ton setara kopra. Sejak 30 tahun lalu,

produktivitas kelapa di tingkat petani tetap 1,1 ton kopra/ha/tahun. Rendahnya produktivitas kelapa terutama berkaitan dengan penggunaan benih sembarangan karena terbatasnya penyediaan benih unggul. Di samping itu, sekitar 15% areal kelapa sudah tua dan kurang produktif. Di beberapa lokasi tertentu, rendahnya produktivitas kelapa diperparah oleh serangan hama seperti hama *Sexava* di Kepulauan Sangir Talaud, Maluku Utara, dan Papua bagian utara, serta hama *Brontispa* di Nusa Tenggara Timur, Sulawesi Tengah, dan Riau.

Upaya peningkatan produksi melalui peremajaan kelapa tua berjalan sangat lambat dan masih jauh dari target. Program peremajaan kelapa pada Direktorat Jenderal Perkebunan, Kementerian Pertanian, direncanakan 100.000 ha setiap tahun sejak tahun 2005. Realisasi peremajaan kelapa sepanjang tahun 2006-2009 mencapai 25.751 ha. Kemudian pada tahun 2010 diremajakan 33.000 ha dan pada tahun 2011 seluas 14.303 ha. Pada tahun 2012 peremajaan ditargetkan 16.000 ha dan perluasan areal 1.600 ha. Walaupun peremajaan direalisasi setiap tahun, luas arealnya masih di bawah target 100.000 ha per tahun. Di samping itu, peningkatan produktivitas melalui penggunaan varietas kelapa unggul, pemanfaatan lahan di antara kelapa dengan tanaman sela dan ternak, serta diversifikasi produk kelapa masih jauh dari harapan. Diperlukan usaha dan kebijakan nyata ke depan untuk mempercepat penyebaran teknologi kelapa unggul, peningkatan produksi, dan pemasaran berbagai produk kelapa yang bernilai ekonomi tinggi di pasar internasional untuk meningkatkan pendapatan dan kesejahteraan petani.

Dalam rangka mempercepat peremajaan kelapa, Direktorat Jenderal Perkebunan, sedang membahas Program Gerakan Nasional (Gernas) Kelapa dengan lembaga terkait. Diharapkan Gernas Kelapa akan mempercepat realisasi peremajaan dan pengembangan kelapa sehingga produksi dan produktivitas kelapa meningkat. Sehubungan dengan itu, diperlukan varietas unggul kelapa dan strategi perbenihan serta perbanyak benih secara massal untuk mendukung kegiatan Gernas Kelapa.

PRODUK DAN NILAI EKONOMI KELAPA

Produk utama kelapa yang diperdagangkan secara internasional adalah kopra, minyak, dan bungkil. Pasar internasional kopra, minyak, dan bungkil kelapa tidak stabil dan harganya menurun dalam beberapa tahun terakhir. Produk-produk kelapa ini tidak bersaing di antara negara-negara penghasil, tetapi bersaing dengan minyak kelapa sawit, kedelai, dan berbagai jenis minyak nabati lainnya. Keunggulan minyak nabati lain terletak pada persediaan yang kontinu dengan harga yang stabil serta produktivitas yang

makin meningkat melalui perbaikan teknologi dan manajemen profesional yang memungkinkan diterapkan pada perkebunan besar. Sebaliknya untuk kelapa, produksi dunia sangat berfluktuasi, bergantung pada iklim, perbaikan produktivitas berjalan sangat lambat akibat minimnya perbaikan dan penerapan teknologi baru, serta terbatasnya manajemen dan modal bagi perkebunan/petani kecil.

Program penelitian kelapa diarahkan pada upaya perbaikan produksi dan produktivitas secara berkesinambungan, serta peningkatan pendapatan petani melalui efisiensi pemanfaatan lahan di antara tanaman kelapa dan pemanfaatan produk-produk kelapa. Untuk membantu petani kelapa dalam situasi demikian dibutuhkan strategi pengembangan dan pengusahaan kelapa yang sesuai bagi petani. Strategi yang dapat diterapkan adalah penggunaan varietas unggul kelapa, meningkatkan pendapatan per satuan area per satuan waktu dengan tanaman sela, pengusahaan ternak dan pakan, dan meningkatkan produksi dan pemasaran produk-produk alternatif bernilai ekonomi tinggi, seperti kelapa parut kering, tepung santan, air kelapa, karbon aktif, dan tempurung kelapa (Batugal 1999).

VARIETAS UNGGUL KELAPA

Pemuliaan kelapa ditujukan untuk mendapatkan varietas unggul dengan sifat utama cepat berbuah dan produksi kopra tinggi. Sifat lainnya yang diinginkan adalah tahan terhadap hama dan penyakit, toleran kekeringan, kandungan minyak kopra tinggi, dan kandungan asam laurat minyak tinggi. Tanaman kelapa dapat dipilah menjadi dua tipe, yaitu tipe kelapa dalam dan tipe kelapa genjah. Persilangan antara kedua tipe ini atau varietas dengan tipe yang sama disebut kelapa hibrida.

Pada tahun 2004-2008 Balai Penelitian Palma (Balit Palma) telah melepas 10 varietas kelapa dalam unggul, empat kelapa genjah unggul, dan lima kelapa hibrida. Varietas kelapa Dalam Mapanget, Dalam Bali, Dalam Palu, dan Dalam Tenga dilepas pada tahun 2004, kemudian Dalam Jepara dan Dalam Banyuwangi pada tahun 2008. Sebagai sumber benih pada saat ini, yang tersedia adalah kelapa Dalam Mapanget seluas 20 ha di kebun Balit Palma, Manado. Varietas lainnya tersebar di daerah asalnya dengan luas areal berkisar antara 10-50 ha, berupa blok penghasil tinggi (BPT). Varietas kelapa genjah meliputi Genjah Salak, Genjah Kuning Nias, dan Genjah Kuning Bali yang dilepas pada tahun 2006. Kelapa hibrida KHINA-4 dan KHINA-5 dilepas pada tahun 2006, sedangkan kelapa hibrida KHINA-1, KHINA-2, dan KHINA-3 dilepas pada tahun 1984. Varietas-varietas kelapa ini telah dimanfaatkan oleh petani melalui Dinas-Dinas Perkebunan di beberapa provinsi dan kabupaten, seperti Papua, Papua Barat, Maluku Utara, Sulawesi Utara, Sulawesi Tengah, Sulawesi Tenggara, Sulawesi Selatan, Sulawesi Barat,

Kalimantan Selatan, Kalimantan Barat, Kalimantan Timur, dan beberapa daerah di Jawa dan Sumatera. Karakteristik dan keunggulan produksi buah dan kopra dari beberapa varietas kelapa dalam ini disajikan pada Tabel 1.

Kelapa Dalam

Dalam Mapanget (DMT)

Kelapa DMT berasal dari Desa Mapanget, Kecamatan Dimembe, Kabupaten Minahasa, Sulawesi Utara. Kelapa ini adalah hasil seleksi massa yang dilakukan Dr. P.L.M. Tammes (ahli agronomi dari Belanda) pada tahun 1926/1927. Seleksi dilakukan terhadap 100 pohon dengan kriteria hasil tinggi. Kelapa dalam ini dapat menghasilkan buah dalam jumlah banyak, dengan ukuran buah sedang, warna kulit buah coklat kemerahan, jumlah buah rata-rata 90 butir/pohon/tahun, kadar kopra 260 g/butir, dan produksi kopra mencapai 3,3 t/ha. Kelapa DMT memiliki komposisi komponen buah sangat seimbang. Jenis kelapa ini telah digunakan sebagai salah satu tetua jantan dalam perakitan kelapa hibrida, karena mempunyai daya gabung yang baik. Kelapa DMT digunakan sebagai tetua jantan pada perakitan kelapa hibrida KHINA-4 dan KHINA-5.

Dalam Tenga (DTA)

Kelapa DTA ditemukan pertama kali di Desa Tenga/Radei, Kecamatan Tenga, Kabupaten Minahasa, Sulawesi Utara pada waktu eksplorasi awal tahun 1970-an. Jenis kelapa ini cukup dikenal oleh petani di Sulawesi Utara, bahkan telah diintroduksi ke provinsi lain, termasuk perkebunan milik PTP. Kelapa

Tabel 1. Deskripsi 10 varietas kelapa dalam unggul.

Varietas	Asal	Umur mulai berbuah (tahun)	Ukuran buah	Buah/ kg kopra (butir)	Hasil buah/ pohon (butir)	Hasil buah/ ha (butir)	Hasil kopra/ pohon (kg)	Hasil kopra/ ha/tahun (t)	Kadar minyak kopra (%)
DMT	Sulut	5	Sedang	3,8	90	12.870	23	3,30	65,00
DTA	Sulut	5	Sedang	4,0	75	16.725	21	3,00	69,31
DBI	Bali	5	Besar	3,5	75	10.725	21	3,00	65,52
DPU	Sulteng	5	Besar	4,0	75	10.725	20	2,80	69,28
DSA	Jabar	4	Sedang	4,0	75	10.725	20	3,58	66,26
DKA	Sulut	5	Besar	4,5	90	12.870	20	3,17	61,82
DBG	Jatim	4,5	Besar	3,7	75	10.725	20	2,62	62,96
DJA	Jateng	5	Besar	4,5	80	11.440	19	2,63	61,95
DLP	Sumut	5	Besar	4,0	75	10.725	20	2,67	59,96
DRL	Salomon	5	Besar	4,5	105	14.300	22	3,40	67,60

DTA merupakan tetua jantan dari kelapa hibrida KHINA-1 karena memiliki daya gabung yang baik. Komponen buah kelapa DTA rata-rata lebih tinggi dari Dalam Mapanget, tetapi kadar kopra per butir sama, yaitu 260 g/butir dan produksi kopra 3,0 t/ha/tahun.

Dalam Bali (DBI)

Kelapa DBI, sesuai dengan namanya, berasal dari Bali, yaitu di Perkebunan Pulukan. Karakter spesifik kelapa DBI adalah memiliki ukuran buah besar dengan warna buah hijau. Bobot buah utuh mencapai 2.200 g/butir, bobot daging segar 678 g/butir, dan kadar kopra 325 g/butir. Komponen buah lainnya seperti sabut, tempurung, dan air juga cukup tinggi, dan ini menjadi bahan baku yang potensial untuk produk-produk serat sabut, *charcoal*, arang aktif, dan sari kelapa. Kelapa DBI telah digunakan sebagai tetua jantan pada perakitan kelapa hibrida KHINA-2.

Dalam Palu (DPU)

Kultivar DPU agak toleran terhadap kekeringan karena asalnya dari Desa Bangga, Sulawesi Tengah, yang beriklim agak kering. Kelapa DPU digunakan sebagai tetua jantan pada perakitan kelapa hibrida KHINA-3. Ternyata pengaruh kemarau terhadap penurunan produksi lebih nyata pada KHINA-1 dan KHINA-2 dibandingkan dengan KHINA-3. Kelapa DPU memiliki ukuran buah besar, bulat, dan berwarna hijau. Walaupun hasil buah rata-rata hanya 75 butir/pohon/tahun, dengan kadar kopra 360 g/butir diperoleh hasil sekitar 2,8 ton kopra/ha.

Dalam Sawarna (DSA)

Salah satu keunggulan kelapa DSA adalah kecepatan pembungaan pertama, yaitu 3,5-4,0 tahun sejak tanam. Kelapa ini berasal dari Desa Sawarna, Kabupaten Sukabumi, Jawa Barat. Warna buah dominan hijau, ukuran buah sedang, kadar kopra 280 g/butir, dan hasil dapat mencapai 3,5 ton kopra/ha pada kondisi agroklimat yang sesuai.

Kelapa Dalam Lainnya

Kelapa Dalam Kima Atas (DKA) adalah hasil seleksi keturunan dari silangan nomor-nomor terbaik kelapa DMT yang memiliki kadar kopra di atas 45 kg/pohon. Kelapa Dalam Banyuwangi (DBG) yang berasal dari Jawa Timur merupakan hasil seleksi dari Blok Penghasil Tinggi (BPT) di Kabupaten Banyuwangi. Kelapa Dalam Jepara (DJA) asal Jawa Tengah dan kelapa Dalam Lubuk Pakam (DLP) asal Sumatera Utara merupakan kelapa lokal unggulan setempat yang telah diseleksi populasi dan individu terbaik, lalu

diuji potensi hasilnya di Kebun Percobaan Balit Palma. Kelapa Dalam Rennel (DRL) adalah varietas introduksi dari Polinesia, Kepulauan Pasifik. Semua varietas kelapa dalam unggul ini memiliki potensi hasil kopra 2,6-3,5 ton/ha/tahun.

Kelapa Hibrida

Kelapa hibrida adalah silangan antara dua varietas dari tipe kelapa yang berbeda dan atau dalam tipe yang sama. Pada umumnya pola silangan untuk merakit kelapa hibrida adalah silangan antara kelapa genjah x dalam. Deskripsi dari kelima jenis kelapa hibrida disajikan pada Tabel 2. Secara umum, keunggulan kelapa hibrida dibandingkan dengan kelapa dalam adalah lebih cepat berproduksi, yakni 4 tahun sejak tanam, sedangkan kelapa dalam sekitar 6 tahun. Di samping itu, produksi optimal kelapa hibrida tercapai sesudah berumur di atas 7 tahun, sedangkan kelapa dalam sesudah 15 tahun. Namun kelapa dalam memiliki umur produktif sampai 70 tahun, sedangkan kelapa hibrida hanya sampai 40 tahun.

KHINA-1

Kelapa hibrida KHINA-1 adalah hasil persilangan antara kelapa Genjah Kuning Nias dengan Dalam Tenga, mempunyai *precocious* yang sama dengan hibrida PB-121 (MAWA). Penampilan morfologi, terutama warna buah, kurang seragam dibandingkan dengan PB-121. Ternyata petani lebih menyukai hibrida KHINA-1 daripada PB-121, karena memiliki ukuran buah lebih besar dan agak tahan terhadap penyakit busuk pucuk. Kelapa hibrida KHINA-1 mulai berbuah pada umur 3,4 tahun, dan bisa dipanen pertama kali pada umur 4,7 tahun. Untuk mendapatkan 1 kg kopra dibutuhkan empat butir kelapa, karena kadar kopranya 253 g/butir. Hasil kopra rata-rata mencapai 4 t/ha, dengan produksi tertinggi 5 t/ha dan kadar minyak kopra 64%.

Tabel 2. Deskripsi lima varietas kelapa hibrida

Karakteristik									
Varietas	Persi- langan	Umur mulai berbuah (tahun)	Ukuran buah	Buah/ kg kopra (butir)	Hasil buah/ pohon (butir)	Hasil buah/ ha (butir)	Hasil kopra/ pohon (kg)	Hasil kopra/ ha/ tahun/(t)	Kadar minyak kopra (%)
KHINA-1	GKN x DTA	40	Sedang	4,0	109	15.587	28	4-5	64,00
KHINA-2	GKN x DBI	41	Sedang	3,4	84	12.012	25	3,6-4,4	64,00
KHINA-3	GKN x DPU	41	Sedang	3,9	84	12.012	21	3,0-4,3	65,00
KHINA-4	GRA x DMT	44	Sedang	4,0	104	14.872	26-27	3,5	60,00
KHINA-5	GKB x DMT	45	Sedang	4,0	98	14.014	22-24	3,0	60,08

KHINA-2

KHINA-2 adalah hasil silangan antara kelapa Genjah Kuning Nias dengan Dalam Bali. Mulai berbuah pada umur 3,5 tahun, warna buah hijau dan hijau kecoklatan, dengan ukuran buah tergolong sedang. Kadar kopranya cukup tinggi, sekitar 296 g/butir, atau membutuhkan 3-4 butir kelapa untuk menghasilkan 1 kg kopra. Hasil kopra berkisar antara 3-4 t/ha dengan kadar minyak 64%. Bobot komponen buah rata-rata lebih tinggi daripada hibrida KHINA-1.

KHINA-3

KHINA-3 adalah hasil silangan Genjah Kuning Nias dengan Dalam Palu. Morfologi pohon dan buah agak sulit dibedakan dengan KHINA-2. Potensi hasil per pohon per hektare hampir sama dengan hibrida KHINA-2. Kelebihan kelapa hibrida KHINA-3 adalah penurunan produksi buah tidak sedrastis KHINA-2 apabila mengalami kemarau panjang. Kadar minyak kopra cukup tinggi, sekitar 65%.

Petani umumnya tidak mampu memelihara tanaman kelapa hibrida secara intensif, karena harus dipupuk secara rutin setiap tahun dengan dosis mencapai 6 kg/pohon/tahun. Balit Palma telah berhasil merakit dua jenis kelapa hibrida dengan kebutuhan pupuk yang lebih rendah, hanya 3 kg/ pohon/tahun (*medium input*). Kedua jenis kelapa hibrida ini dilepas oleh Menteri Pertanian pada tahun 2006 dengan nama KHINA-4 (GRA x DMT) dan KHINA-5 (GKB x DMT). Hasil penelitian di Ghana pada kelapa hibrida *Malayan Yellow Dwarf x Vanuatu Tall* (MYD x VTT) selama 6-8 tahun menunjukkan bahwa kelapa hibrida ini tahan terhadap penyakit *lethal yellowing*. Produksi buah dan kopra 2-3 kali lebih tinggi pada kebun yang dipupuk dan dipelihara dengan baik dibanding pada kebun yang kurang baik pemeliharaannya (Dery *et al.* 2005).

KHINA-4

Hibrida ini adalah hasil silangan kelapa Genjah Raja (GRA) dengan kelapa Dalam Mapanget (DMT). Warna buah merah kecoklatan, ukuran buah sedang dengan hasil 81 butir/pohon/tahun dan kadar kopra 236 g/butir. Hasil dalam 5 tahun pertama rata-rata 2,5 t/ha, tertinggi 3,5 t/ha. Kandungan minyak daging buah 60% dan protein 6,11%. Air kelapa hibrida ini baik untuk bahan baku minuman ringan dan sari kelapa, karena selain volumenya cukup banyak, kadar seratnya juga tinggi, yaitu 0,53%.

KHINA-5

Kelapa hibrida KHINA-5 adalah hasil silangan antara kelapa GKB dengan DMT. Hasil buah sekitar 80 butir/pohon/tahun, kadar kopra 219 g/butir,

dengan produktivitas rata-rata 2,4 t/ha, tertinggi 3,3 t/ha, kandungan minyak 60%, dan protein daging buah 6,38%. Air buah kelapa hibrida ini cocok untuk bahan baku minuman ringan dan sari kelapa, karena volume air cukup tinggi (378 g/butir), kandungan kalsium 12,2%, dan serat kasar 0,5%.

Hasil penelitian di Coconut Research Station, Veppankulam, India pada tahun 1995-1999 pada tiga kelapa dalam (*East Coast Tall*, *Cochin China*, dan *Laccadive Ordinary*) dan tiga kelapa genjah (*Malayan Orange Dwarf*, *Malayan Yellow Dwarf*, dan *Malayan Green Dwarf*), menunjukkan kelapa hibrida silangan ECT x MOD (*East Coast Tall x Malayan Orange Dwarf*) menghasilkan buah terbanyak, rata-rata 156,4 butir/pohon/tahun, dibandingkan dengan kedua tetuanya, yaitu ECT 89,8 butir dan MOD 62 butir/pohon/tahun (Rajaratnam *et al.* 2003). Hasil kelapa hibrida KHINA berkisar antara 84-109 butir/pohon/tahun. Walaupun jumlah buah lebih sedikit, ukuran buah kelapa KHINA lebih besar daripada hibrida India maupun MAWA. Hasil penelitian Balit Palma, Manado, menunjukkan pengembangan dan peremajaan kelapa hibrida terbaik disarankan menggunakan KHINA-1 dengan pemeliharaan intensif (*high input*). Dengan pemeliharaan semiintensif, petani yang ingin mengembangkan kelapa hibrida dapat menggunakan KHINA-4 atau KHINA-5.

STRATEGI PENYEDIAAN BENIH DAN PERBANYAKAN MASSAL

Pembangunan Kebun Benih Dasar Kelapa Unggul

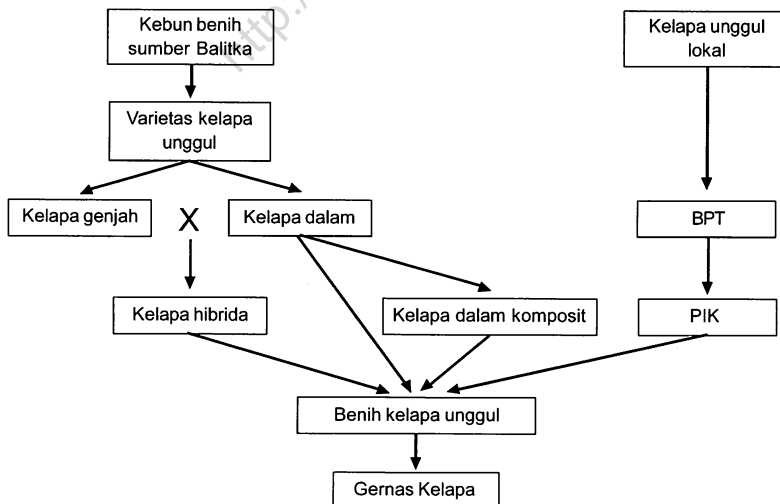
Untuk mendukung percepatan penyediaan dan penyebaran benih kelapa unggul, sejak tahun 2002 Balitka telah membangun kebun benih dasar kelapa Dalam Mapanget (DMT) seluas 14 ha dengan kapasitas produksi benih sekitar 150.000 butir setiap tahun. Kemudian kelapa Dalam Bali (DBI) dan Dalam Palu (DPU) masing-masing seluas 10 ha yang saat ini mulai berproduksi. Untuk penyediaan benih varietas kelapa genjah telah ditanam kelapa Genjah Salak (GSK), Genjah Raja (GRA), dan Genjah Kuning Bali (GKB) masing-masing seluas 5 ha. Ketiga varietas kelapa genjah ini sudah berproduksi dengan kapasitas sekitar 120.000 butir benih setiap tahun. Jika ada *stakeholders* yang berminat menanam kelapa hibrida KHINA, maka kelapa genjah ini dapat disilangkan dengan kelapa dalam unggul terpilih sesuai dengan jenis kelapa hibrida yang diinginkan. Ke depan, Balit Palma akan mengembangkan kebun benih kelapa Genjah Kuning Nias (GKN) dan nantinya akan menjadi kebun induk untuk memproduksi kelapa hibrida KHINA1, 2, dan 3.

Di Kabupaten Thanjavur, India, petani lebih menyukai kelapa hibrida. Kelapa hibrida ini diproduksi oleh Departemen Pertanian di daerah

Pattukottai dan Marungapallam. Kedua lokasi ini menyalurkan bibit kelapa hibrida genjah x dalam sebanyak 42.000 kitri setiap tahun (Anonymous 2010). Blanco (2010) melaporkan Filipina telah menyediakan dana dua juta peso untuk menunjang program hibridisasi kelapa untuk meremajakan kelapa yang sudah tua dan kurang produktif/rusak.

Walaupun ketersediaan benih kelapa unggul di kebun benih dasar Balit Palma terbatas, kenyataannya belum semua benih yang dihasilkan terserap untuk peremajaan. Penyebaran benih dasar ini sepanjang tahun 2005-2009 lebih rendah dari kapasitas produksi benih di kebun induk. Total permintaan benih dasar selama 5 tahun adalah 340.250 butir, rata-rata 85.062 butir/tahun. Pemesan benih hanya berasal dari 15 provinsi di Indonesia. Dari 15 provinsi ini, yang terbanyak memesan adalah Papua (139.000 butir), Sulawesi Utara (57.300 butir), Gorontalo (47.900 butir), dan Maluku Utara (34.000 butir), sedangkan provinsi lainnya di bawah 20.000 butir.

Masalah utama selain keterbatasan dana adalah benih kelapa berukuran cukup besar sehingga memerlukan biaya transportasi yang mahal. Untuk itu dibutuhkan strategi perbenihan, yaitu tersedianya sumber benih kelapa unggul di sekitar daerah peremajaan dan pengembangan kelapa. Penetapan Blok Penghasil Tinggi (BPT), seleksi pohon induk kelapa, dan pembangunan kebun benih kelapa dalam komposit dapat membantu mempercepat penyediaan benih kelapa unggul. Strategi pengembangan benih kelapa disajikan pada Gambar 1.



Gambar 1. Strategi penyediaan benih unggul untuk menunjang Gerakan Nasional Kelapa.

Identifikasi BPT dan Seleksi PIK

Identifikasi Blok Penghasil Tinggi (BPT) dan seleksi Pohon Induk Kelapa (PIK) adalah metode yang dapat dipilih untuk mempercepat penyediaan benih kelapa unggul lokal bagi setiap daerah. Setelah BPT ditetapkan, dilanjutkan dengan seleksi individu sehingga diperoleh pohon-pohon induk sumber benih untuk bahan tanaman. Tingkat seleksi PIK untuk setiap BPT dianjurkan maksimum 15% tanaman terbaik.

Untuk merealisasikan kegiatan ini, diharapkan Ditjenbun dan Dinas Perkebunan Provinsi/Kabupaten yang terkait dapat memprogramkan dan menyediakan dana untuk penetapan BPT dan PIK. Sejak tahun 2005-2007, beberapa Dinas Perkebunan provinsi bekerja sama dengan Balit Palma telah menetapkan BPT dan seleksi PIK, yakni Jawa Timur, Gorontalo, Kalimantan Barat, Kalimantan Tengah, Sulawesi Utara, Bali, Sulawesi Selatan, Sulawesi Barat, Daerah Istimewa Yogyakarta, Jawa Tengah, Banten, Sumatera Utara, dan Jambi. Dari 13 provinsi ini telah ditetapkan lebih dari 1.000 ha BPT dan terseleksi sekitar 15.000 PIK dengan potensi produksi benih 1,16 juta butir per tahun. Angka ini masih sangat kurang dibandingkan dengan kebutuhan benih jika peremajaan dan rehabilitasi berjalan sesuai dengan target Direktorat Jenderal Perkebunan, yaitu sekitar 100.000 ha/tahun. Dengan demikian, alih teknologi benih unggul Balit Palma dalam kaitannya dengan penetapan BPT dan seleksi PIK kepada petugas lapangan di Dinas-Dinas Perkebunan perlu diperluas dan diikuti oleh dinas terkait lainnya yang telah memprogramkan pengembangan kelapa di daerah masing-masing. BPT dan PIK yang telah diseleksi di Jawa Timur berada di 17 desa dengan 4.495 PIK yang dimiliki oleh 803 petani kelapa. Pada tahun 2008-2011, kegiatan penetapan BPT dan seleksi PIK di beberapa provinsi/kabupaten penghasil kelapa tetap berjalan sesuai dengan kebutuhan benih untuk peremajaan di masing-masing daerah.

Pembangunan KIKD Komposit

Varietas komposit adalah varietas yang dihasilkan dari persilangan alami secara acak beberapa varietas unggul yang menyerbuk silang (Hallauer dan Miranda 1982). Hibridisasi kelapa dalam yang menghasilkan kelapa hibrida dalam x dalam telah dilakukan di beberapa negara penghasil kelapa. Santos *et al.* (2000) melaporkan kelapa hibrida dalam x dalam memperlihatkan penampilan lebih baik dari kedua tetuanya (efek heterosis) untuk karakter waktu berbunga, jumlah buah, dan hasil kopra. Komponen buah dari kultivar kelapa hibrida ini juga menunjukkan efek heterosis (Akuba 2002).

Efek heterosis bobot kopra pada kelapa hibrida Dalam Tenga (DTA) x Dalam Bali (DBI) dan resiprokal DBI x DTA umur 7 tahun mencapai 8,6-37,1% (Rompas *et al.* 1990). Akuba (2002) melaporkan, heterosis kelapa

hibrida dalam x dalam yang merupakan populasi dasar varietas kelapa dalam komposit yang dikembangkan oleh Philippine Coconut Authority-Zamboanga Research Center (PCA-ZRC) berkisar antara 4,5-29,6% untuk bobot buah dan 1,74-17,3% untuk bobot kopra pada umur 10 tahun. Bobot kopra per buah dari varietas kelapa dalam komposit lebih tinggi 5-8% dari tetuanya kelapa dalam (Rivera *et al.* 2008).

Kelapa dalam komposit memiliki beberapa kelebihan dibanding kelapa hibrida genjah x dalam. Selain berproduksi tinggi (minimal 2,25 ton kopra/ha/tahun), keragaman genetiknya lebih besar sehingga lebih tahan terhadap variasi iklim. Untuk mendapatkan populasi kelapa dalam komposit dengan efek heterosis tertinggi, diperlukan seleksi kelapa dalam tetua antarvarietas yang memiliki ketidakmiripan genetik jauh, tetapi masing-masing varietas memiliki potensi hasil tinggi. Seleksi kelapa dalam sebagai calon tetua dalam perakitan kelapa dalam komposit telah dilakukan melalui analisis data molekuler.

Pembangunan kebun induk kelapa dalam komposit di beberapa daerah telah dilakukan sejak tahun 2003. Pola kelapa dalam komposit yang dibangun adalah perakitan kelapa dalam komposit serbuk bebas dan hibrida intervarietas (Akuba 2008; Kumaunang 2008). Sampai tahun 2007 telah dibangun KIKD komposit seluas 114 ha di beberapa provinsi, dengan estimasi produksi benih 1 juta butir/tahun. Diharapkan setiap provinsi/kabupaten dapat membangun kebun induk komposit ini secara bertahap, minimal 100 ha untuk memenuhi kebutuhan benih bagi peremajaan kelapa. Namun hingga tahun 2008-2011, belum ada tambahan pembangunan KIKD komposit, baik di provinsi/ kabupaten yang sudah ada sebelumnya, maupun yang belum pernah membangun kebun induk komposit. Kelihatannya, keterbatasan dana untuk pengembangan kebun induk merupakan salah satu faktor penyebab, selain lahan. Pembangunan KIKD tetap merupakan salah satu strategi jangka panjang, tetapi untuk mempercepat peremajaan kelapa dibutuhkan sumber benih kelapa unggul lainnya, yaitu kelapa dalam unggul lokal.

Pelepasan Varietas Kelapa Dalam Unggul Lokal

Penyebaran benih/bibit tanaman harus mengikuti UU No. 12 tahun 1992 dan Peraturan Pemerintah No. 44 tahun 1995, yaitu penyebaran benih/bibit harus berlabel dan disertifikasi. Penggunaan benih bermutu dari BPT dan PIK bertujuan untuk menunjang program peremajaan jangka pendek. Penyediaan benih dalam jangka panjang tetap harus berasal dari kebun induk kelapa dalam maupun membangun KIKD komposit dari varietas kelapa yang telah dilepas. Sementara menunggu pembangunan kebun induk yang berjalan lambat, membutuhkan waktu minimal 15 tahun untuk mulai berproduksi optimal, maka penyediaan benih kelapa unggul harus

Tabel 3. Deskripsi empat varietas kelapa dalam lokal potensi hasil tinggi.

Asal dan karakteristik	Dalam Sikka	Dalam Bojong Bulat	Dalam Molowahu	Dalam Kramat
Asal	Desa Bloro, Maumere, Sikka, NTT	Desa Bojong, Panjatan, Kulon Progo, DI Yogyakarta	Desa Molowahu, Tibawa, Gorontalo, Gorontalo	Desa Kramat, Salilama, Boalemo, Gorontalo
Waktu berbunga (bulan)	48-60	48-60	48-60	48-60
Panen pertama (bulan)	60-72	60-72	60-72	60-72
Jumlah tandan/tahun	12-14	12	14	13
Jumlah buah/tandan	6-9	8	9	8
Jumlah buah/pohon/tahun	72-108	88-107	100-126	100-104
Jumlah buah/ha/tahun	10.000-15.000	8,800	14,300	14,300
Jumlah buah/kg kopra	4	4-5	4-5	4-5
Hasil kopra/pohon/tahun (kg)	18-25	21.3	25	20.8
Hasil kopra/ha/tahun (ton)	2.5	2.5	3.3-3.4	2.5-3.1
Kadar minyak kopra (%)	64	68-69	67	65
Tahun pelepasan	2006	2008	2009	2009

mencari solusi lain dan tidak hanya bergantung pada sumber benih dari BPT dan PIK. Untuk itu disarankan kepada setiap provinsi dan kabupaten yang telah memiliki bahan tanaman lokal unggul perlu dilanjutkan dengan pengamatan dan evaluasi potensi hasil sedikitnya selama tiga tahun, dan pengumpulan data morfologi, data produksi dan komponen buah, serta data penunjang lainnya. Jika data ini telah lengkap dapat diajukan dalam sidang P2VT Tanaman Perkebunan untuk dilepas sebagai varietas unggul lokal.

Pada tahun 2006-2009, Balit Palma telah membantu Dinas Perkebunan dalam pelepasan empat varietas kelapa dalam lokal, yaitu kelapa Dalam Sikka asal Maumere, NTT, kelapa Dalam Bojong Bulat asal DI Yogyakarta, kelapa Dalam Molowahu, dan kelapa Dalam Kramat asal Gorontalo. Deskripsi keempat varietas kelapa dalam tersebut dapat dilihat pada Tabel 3. Potensi hasil dari keempat varietas kelapa dalam lokal ini berkisar antara 2,5-3,4 ton kopra/ha/tahun, dengan kadar minyak 64-69%. Pemanfaatan sumber benih ini dapat dipertanggungjawabkan dari segi mutu genetik, teknis budi daya, maupun peraturan pemerintah tentang penyebaran bahan tanaman.

PERBANYAKAN MASSAL KELAPA MELALUI KULTUR JARINGAN

Perbanyak kelapa secara massal melalui *somatic embryogenesis* (SE) telah berhasil dilakukan oleh peneliti dari Centro de Investication Cientifica de Yucatan (CICY), Meksiko. Bagian tanaman kelapa yang digunakan untuk

perbanyak kelapa secara massal ini adalah kalus embriogenik. Dari satu tanaman dapat diperbanyak menjadi puluhan ribu embrio somatik, bergantung pada genotipe kelapa, 20-60% di antaranya akan menjadi plantlet. Tanaman kelapa hasil perbanyak *in vitro* ini telah diuji di lapangan menggunakan kelapa varietas Malayan Green Dwarf, dan ternyata dapat tumbuh dan berproduksi normal, tidak berbeda dengan tanaman asal biji (Oropeza *et al.* 2011).

Dengan berhasilnya perbanyak massal tanaman kelapa melalui teknik kultur jaringan, ke depan peneliti kelapa Indonesia harus bisa belajar dan sukses melakukan hal yang sama. Jika Indonesia nanti telah dapat melakukan perbanyak bibit kelapa melalui kultur jaringan, maka penyediaan bibit kelapa secara massal akan lebih mudah dan murah untuk menunjang program peremajaan dan pengembangan kelapa.

KESIMPULAN DAN SARAN KEBIJAKAN

1. Pemuliaan kelapa telah berhasil merakit 19 varietas kelapa unggul, yang terdiri atas kelapa dalam, kelapa genjah, dan kelapa hibrida, dengan potensi hasil kopra 2,6-5,0 t/ha dan kadar minyak 61-69%.
2. Percepatan penyebaran benih kelapa unggul dapat dilakukan melalui pembangunan kebun-kebun benih di setiap provinsi/kabupaten penghasil kelapa.
3. Strategi penyediaan benih kelapa unggul secara massal dapat dilakukan melalui penetapan Blok Penghasil Tinggi (BPT), seleksi pohon induk kelapa, dan pelepasan varietas kelapa dalam unggul lokal.
4. Dalam rangka percepatan program peremajaan dan pengembangan kelapa, pemerintah diharapkan dapat menyediakan dana yang cukup melalui Gerakan Nasional Kelapa.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonymous. 2010. India: Hardy hybrid coconut in demand. <http://freshplaza.com/news>.
- Akuba, R.H. 2002. Breeding and population genetic studies on coconut (*Cocos nucifera* L) composite variety using morphological and microsatellite markers. PhD Thesis. UPLB, Philippines. 230 pp.
- Akuba, R.H. 2008. Merakit *Tree of Life*. Badan Lingkungan Hidup, Riset dan Teknologi Informasi Provinsi Gorontalo. 313 hlm.

- Arancon, R.N. 2010. Global coconut industry scenario: Trends and opportunities. Proceedings of the XLIV Cocotech Meeting: New Technological Development for a Sustainable and Competitive Coconut Industry, Samui Island, Thailand, 5-9 July 2010.
- Batugal, P. 1999. Marketing and processing study on multipurpose uses of the coconut and suitable varieties. Paper presented in ADB-Funded Project 2nd Annual Meeting, Ho Chi Minh City, Vietnam, 16-18 September 1999.
- Blanco, J.S. 2010. Coconut hybrid the shorter, the better. <http://boholtimesonline.com/2010>
- Dery, S.K., O. Nipah, J.E. Andoh-Mensah, B.N. Nuertey, J. Nkansah Poku, R. Arthur, and R. Philippe. 2005. On-farm evaluation of the coconut hybrid, Malayan yellow dwarf x Vanuatu tall for tolerance to the lethal yellowing disease of coconut in Ghana. *Cord* 21(1): 50-56.
- Hallauer, A.R. and J.B. Miranda, F.O. 1982. Quantitative genetics in maize breeding. The Iowa State University Press. 468 pp.
- Kumaunang, J. 2008. Kemajuan pembangunan kebun induk kelapa dalam komposit dan strategi perluasannya. *Warta Penelitian dan Pengembangan Tanaman Industri* 14(1): 10-11.
- Oropeza, C. 2011. Micropropagation of coconut in Mexico: Tissue culture in coconut. <http://us.mc782.mail.yahoo.com>. [15 August 2011].
- Rajaratnam, S., S. Vincent, K. Ganesamurthy, and C. Natarajan. 2003. Production potential of coconut hybrids and their parents in relation to physiological parameters. *Madras Agric. J.* 90 (1-3): 157-159.
- Rivera, R.L., G.A. Satos, S.M. Rivera, E.E. Emmanuel, and G.B. Baylon. 2008. Development of synthetic variety of coconut: PCA Syn var 001 I. Status and Prospects. *Cord International Journal on Coconut R&D*. APCC 24(1): 90-112.
- Rompas, T., H. Novianto, dan H. Tampake. 1990. Pengujian nomor-nomor terpilih kelapa Dalam Mapanget di Kebun Percobaan Kima Atas. *J. Penelitian Kelapa* 4(2): 32-34.
- Santos, G.A., R. L. Rivera, and G.B. Baylon. 2000. Coconut synthetic variety: A sustainable option for the farmers. pp. 47-92. *In* S.S. Magat and D.B. Masa. Selected topics on current trends and prospects in enhancing the coconut industry. Proceeding of the Coconut Week Symposium 2000, PCA, Philippines, 29 August 2000.

Pengelolaan Tanaman Serai Wangi Sebagai Sumber Energi dan Pakan Ternak

ROSIHAN ROSMAN

Balai Penelitian Tanaman Rempah dan Obat

Jalan Tentara Pelajar No. 3 Bogor 16111

E-mail : rosihan_rosman@yahoo.com

ABSTRAK

Meningkatnya kebutuhan pangan, menurunnya produktivitas lahan, iklim yang tidak menentu, terbatasnya sumber daya lahan, dan krisis energi yang terus berlanjut merupakan tantangan dalam mengelola sistem produksi pertanian di Indonesia. Teknologi yang tepat untuk menjawab tantangan tersebut sangat dibutuhkan. Teknologi yang dihasilkan melalui penelitian dan pengalaman di lapangan perlu menjadi bahan pertimbangan dalam mengambil kebijakan. Teknologi yang dibutuhkan untuk setiap komoditas berbeda, namun dalam beberapa hal berpotensi untuk disinergikan. Hal ini memungkinkan pada tanaman serai wangi, karena hasil penelitian dan pengalaman di lapangan menunjukkan bahwa tanaman serai wangi berpeluang untuk disinergikan dengan beberapa komoditas lain. Tanaman serai wangi memiliki manfaat yang beragam, yakni sebagai penghasil minyak, limbahnya berguna untuk pakan, dan sebagai tanaman konservasi untuk menekan erosi di lahan miring > 15%. Minyak serai wangi dapat dimanfaatkan sebagai parfum, pestisida nabati, kosmetik, dan bioaditif. Selain itu, limbah dari hasil sulingan daun serai wangi dapat digunakan untuk mulsa dan pakan sapi. Pengelolaan terpadu serai wangi dan sapi menghasilkan kotoran sapi yang berfungsi sebagai sumber energi biogas dan pupuk, sehingga memberi nilai tambah dari upaya memaksimalkan peluang diversifikasi produk sampingnya. Pengelolaan serai wangi secara terpadu dalam skala luas di suatu wilayah akan mendorong terbentuknya sistem usaha pertanian berkelanjutan, ramah lingkungan, dan pada akhirnya akan membentuk suatu wilayah agroindustri yang mandiri.

Kata kunci: serai wangi, usaha pertanian, sumber energi, pakan

PENDAHULUAN

Meningkatnya kebutuhan akan pangan, baik nasional maupun global, menurunnya produktivitas lahan, iklim yang tidak menentu, terbatasnya sumber daya lahan, dan krisis energi yang terus berlanjut, merupakan tantangan dalam pengelolaan sistem produksi pertanian di Indonesia. Pengelolaan sumber daya secara optimal dan berkelanjutan sangat diperlukan. Untuk itu, peran teknologi hasil penelitian dan pengalaman di lapang perlu menjadi bahan pertimbangan dalam mengambil kebijakan.

Teknologi untuk setiap komoditas pertanian berbeda-beda, tetapi dalam beberapa hal berpotensi untuk disinergikan, misalnya pada tanaman serai wangi. Tanaman ini menghasilkan minyak yang berguna untuk berbagai kebutuhan seperti parfum, pestisida nabati, dan kosmetik, selain sebagai tanaman konservasi untuk menekan erosi. Minyak dari tanaman ini dapat dimanfaatkan sebagai bioaditif dan limbah sulingannya untuk pakan sapi dan kambing.

Serai wangi (*Cymbopogon nardus*) merupakan salah satu tanaman atsiri dari famili Gramineae yang cukup potensial dikembangkan di Indonesia. Minyak serai wangi mengandung citronella sekitar 35% dan geraniol 85% (Robbins 1983). Areal pertanaman serai wangi di Indonesia pada tahun 2004 mencapai 3.492 ha dengan hasil minyak 894 ton (Ditjenbun 2006) dan pada tahun 2009 meningkat menjadi 19.963 ha dengan hasil minyak 1.672 ton. Pada tahun 2009 Indonesia mengeksport minyak serai wangi sekitar 1.079 ton dengan nilai US\$18,6 juta (Ditjenbun 2011). Kebutuhan dunia akan minyak serai wangi berkisar antara 2.000-2.500 ton/tahun, yang baru terpenuhi 50-60% dan diperkirakan akan terus meningkat di atas 2.500 ton/tahun dengan adanya manfaat baru dari minyak, yaitu sebagai bioaditif dan pakan ternak. China memasok kebutuhan dunia minyak serai wangi 600-800 ton/tahun dengan negara pengimpor minyak serai wangi adalah Singapura, Jepang, Australia, Meksiko, India, Amerika Serikat, Perancis, Inggris, Jerman, dan Spanyol (Departemen Perdagangan 2002), sementara Indonesia mengeksport ke Turki, Belanda, dan China pada tahun 2004 (Ditjenbun 2006).

Adanya manfaat baru dari serai wangi sebagai bioaditif dan pakan ternak telah membuka peluang pasar yang memberikan nilai tambah bagi komoditas ini. Bioaditif dapat menekan penggunaan bahan bakar bensin dan solar (Balittro 2010). Sementara itu, limbah sulingan daun serai wangi sebagai pakan ternak mampu menggantikan 80% kebutuhan hijauan atau rumput pakan sapi (Suheryadi dan Saepuloh 2011). Limbah sulingan daun serai wangi juga dapat dijadikan sebagai mulsa atau kompos. Kotoran sapi dapat dimanfaatkan sebagai sumber biogas untuk menghasilkan energi listrik, sebelum dijadikan sebagai pupuk organik. Oleh karena itu, pengelolaan serai wangi perlu mendapat perhatian, terutama sebagai bioaditif dan pakan ternak.

Menurut Prawira dalam Lestari (2009), kebutuhan BBM dalam negeri mencapai 1,1 juta barel per hari, sedangkan produksi hanya 740 ribu barel per hari atau defisit 360 ribu barel per hari, setara 33% dari total kebutuhan BBM. Pada saat ini, konsumsi minyak domestik telah mencapai 1,3 juta barel per hari, sedangkan produksi di bawah 1 juta barel per hari (Pradnyana 2011). Begitu pula pakan ternak dan pupuk organik, meskipun belum ada data kebutuhan untuk pakan ternak maupun pupuk organik di Indonesia,

pakan dan pupuk akan terus diperlukan. Mengingat besarnya manfaat tanaman serai wangi maka pengembangannya dalam suatu wilayah secara terpadu dapat menekan kerusakan lahan, meningkatkan efisiensi penggunaan energi, mendukung ketahanan pangan, dan ramah lingkungan.

PERKEMBANGAN TANAMAN SERAI WANGI DI INDONESIA

Minyak serai wangi atau *Java citronella oil* merupakan salah satu komoditas ekspor Indonesia sejak sebelum Perang Dunia II (Mansur 1989). Tanaman ini telah berkembang di berbagai daerah di Indonesia, yakni Nanggroe Aceh Darussalam (NAD) dengan luas 18.407 ha dan produksi 1.316 ton, Jawa Barat 1.086 ha dengan produksi 297 ton, dan Jawa Tengah 470 ha dengan produksi 59 ton (Ditjenbun 2011). Hampir seluruh produksi minyak serai wangi diekspor, namun saat ini mulai digunakan di dalam negeri sebagai bioaditif dan pestisida nabati, sedangkan limbah sulingan daun serai wangi berpotensi dimanfaatkan sebagai pakan ternak, terutama sapi.

Tanaman serai wangi tersebar mulai dari dataran rendah hingga dataran tinggi. Di Kalipare, Malang, Jawa Timur (300 m di atas permukaan laut, dpl), dengan curah hujan yang kurang sesuai (6-7 bulan basah), tanaman ini hanya mampu menghasilkan minyak 26,19 kg/ha (Soenardi *et al.* 1981). Serai wangi yang ditanam pada ketinggian 450 m dpl di tanah Podsolik Merah Kuning Laing Sumatera Barat mampu menghasilkan minyak pada panen pertama 44,8 kg/ha (Kusuma *et al.* 2007). Di Lembang, Jawa Barat (ketinggian 1.200 m dpl), produktivitas daun segar untuk tiga kali panen (tahun pertama) adalah 44-56 t/ha dan hasil minyaknya 444-571 kg/ha (Mansur 1990). Di KP Manoko, Lembang, limbah sulingan daun serai wangi dimanfaatkan untuk pakan ternak sapi perah (Suheryadi dan Saepuluh 2011).

Di Indonesia, populasi sapi perah tercatat 457.580 ekor dan sapi potong 12.256.600 ekor dengan laju pertumbuhan 6,43% untuk sapi perah dan 2,83% sapi potong. Sapi perah tersebar di berbagai daerah, antara lain Jawa Timur 212.322 ekor, Jawa Tengah 118.424 ekor, Jawa Barat 111.250 ekor, dan Sulawesi Selatan 1.919 ekor. Sapi potong terdapat di hampir seluruh provinsi di Indonesia dan yang terbesar di Jawa Timur 3.384.902 ekor, Jawa Tengah 1.442.033 ekor, dan Bali 668.065 ekor (Departemen Pertanian 2009). Berdasarkan data populasi tersebut, arah dan pola pengembangan terpadu serai wangi dan sapi sangat memungkinkan, sehingga pola usaha tani akan menjadi maksimal. Bahkan nilai tambahnya akan lebih tinggi bila dilakukan diversifikasi produk dari kedua komoditas tersebut, antara lain: (1) diversifikasi minyak serai wangi untuk sabun, kosmetik, pestisida nabati,

dan bioaditif serta limbah sulingan daun untuk pakan ternak, (2) diversifikasi susu sapi untuk beragam produk industri minuman kemasan, (3) pemanfaatan kotoran sapi untuk biogas dan pupuk, dan (4) penanaman serai wangi pada lahan-lahan yang bergelombang atau berbukit dengan kemiringan > 15% untuk menekan laju erosi tanah.

TEKNOLOGI BUDI DAYA DAN PASCAPANEN

Dalam upaya pengembangan serai wangi telah dilakukan berbagai upaya agar produksi minyaknya tinggi dan memiliki nilai tambah serta manfaat yang maksimal. Hasil penelitian, pengalaman, dan berbagai studi literatur mengenai tanaman serai wangi, mulai dari kesesuaian lahan, pemilihan varietas, pemupukan, pola tanam, panen, dan pascapanen dapat dipedomani untuk pengembangannya.

Pemilihan Lahan

Pemilihan lahan sangat menentukan upaya pengembangan serai wangi. Pengembangan di wilayah yang sesuai persyaratan tumbuh akan menghasilkan daun yang lebih baik. Tanaman serai wangi tumbuh baik pada lahan dengan ketinggian 1-1.200 m dpl, curah hujan 2.000-4.000 mm/tahun, hari hujan 170-250, kelembapan udara 70-90%, temperatur 22-26 °C, tanah bertekstur liat, drainase baik dan berlempung, serta bulan basah 9-10 bulan dengan intensitas cahaya 75-100% (Hobir *et al.* 1989; Rosman 2002, 2003, 2010). Daerah-daerah dengan kondisi seperti itu cukup banyak terdapat di Indonesia.

Pemilihan Varietas, Pemupukan, dan Pola Tanam

Kementerian Pertanian telah melepas tiga varietas unggul serai wangi yang memiliki potensi hasil cukup tinggi untuk mendukung pengembangan dalam skala luas guna memenuhi kebutuhan minyak sebagai bioaditif dan limbah daunnya sebagai pakan ternak. Varietas G1 mampu berproduksi 472 kg/ha/tahun, G2 424 kg/ha/tahun, dan G3 468 kg/ha/tahun dengan rendemen 1,01-1,02% (Hobir 2002).

Serai wangi sebagaimana tanaman lainnya membutuhkan zat makanan yang cukup tersedia di tanah. Penggunaan pupuk organik dan anorganik tidak memberikan hasil yang berbeda nyata pada tanah yang memiliki tingkat kesuburan tinggi (Wiroatmodjo *et al.* 1991). Oleh karena itu, pada lahan yang kekurangan zat hara diperlukan pupuk agar tanaman tumbuh lebih baik. Hasil penelitian Kusuma *et al.* (2007) menunjukkan bahwa pemupukan

organik yang terbaik adalah pupuk kandang 2 kg ditambah kapur 0,5 kg 6 bulan sekali, dengan hasil mencapai 2.291 kg/100 rumpun dengan bobot jenis 0,8779, indeks bias 1,4642, sitronellal 43% dan geraniol 95,11%, setara dengan 46 kg minyak/ha. Selain pupuk organik, dapat juga diberikan pupuk anorganik N, P, dan K dengan dosis urea 100-150 kg/ha, SP36 25-60 kg/ha, dan KCl 90-125 kg/ha serta pupuk kandang 20-30 t/ha (Emmyzar dan Muhammad 2002). Pemberian pupuk N dapat meningkatkan pertumbuhan dan hasil tanaman (Rosman *et al.* 1991; Attarde *et al.* 2003; Nataraja *et al.* 2003; Bellido *et al.* 2006; Malhotra *et al.* 2006; Meena *et al.* 2006), begitu pula P dan K (Meena *et al.* 2006).

Serai wangi dapat ditanam di daerah-daerah berbukit dengan kemiringan lahan >15% untuk menekan erosi. Tingkat erosi pada tanah yang ditanami serai wangi hanya 12,04 t/ha, sedangkan pada tanah terbuka mencapai 42,28 t/ha dalam periode 3-4 bulan (Daswir 2008). Penanaman serai wangi dapat diintegrasikan dengan tanaman lain, seperti kayu manis Ceylon/Zeylanicum dan klausena. Hasil tertinggi daun serai wangi pada pola tanam serai wangi 4.000 rumpun/ha + klausena 2.040 batang/ha mencapai 2,45 kg/rumpun atau 9,8 t/ha, sedangkan kalau diintegrasikan dengan Zeylanicum 2,06 kg/rumpun atau 8,24 t/ha (Ramadhan *et al.* 2007). Tanaman serai wangi juga dapat diintegrasikan dengan jagung, kacang tanah, kedelai, kubis, wortel, tomat, kentang, kumis kucing, dan tempuyung pada saat tanaman serai wangi masih muda (Muhammad 1994; Emmyzar dan Muhammad 2002). Di KP Cicurug, Sukabumi, serai wangi ditanam di antara tanaman pala.

Panen dan Pascapanen

Tanaman serai wangi dipanen daunnya pada umur 6 bulan setelah tanam dan panen berikutnya dilakukan setiap 3 bulan. Hasil daun segar serai wangi berkisar antara 57-100 t/ha/tahun. Daun segar selanjutnya disuling 3 jam untuk menghasilkan minyak dan limbah penyulingan digunakan sebagai pupuk atau pakan ternak. Rendemen minyak serai wangi berkisar antara 0,6-1,2%. Limbah daun dapat digunakan sebagai pakan sapi atau dikembalikan ke tanah sebagai mulsa atau kompos. Limbah daun serai wangi memiliki kandungan protein 7%, lebih tinggi daripada jerami yang hanya 3,93% (Tabel 1). Selain itu, serat kasarnya 25,7%, lebih rendah dari jerami (33,0%) dan rumput gajah 34,2% (Sukanto *et al.* 2011).

Hasil penelitian lebih lanjut menunjukkan minyak serai wangi dapat digunakan sebagai bioaditif. Penggunaan 1 ml bioaditif ke dalam 1.000 ml bahan bakar minyak mampu menekan penggunaan bensin 15-50% dan solar 15-40% (Balitro 2010).

Tabel 1. Kandungan gizi limbah serai wangi (10% kadar air), rumput gajah, dan jerami.

Gizi	Limbah serai wangi	Rumput gajah	Jerami
Protein (%)	7,00	10,19	3,93
Lemak (%)	2,35	1,64	0,87
Energi (kkg/GE/kg)	3.353,00	4.031,00	3.167,00
Serat kasar (%)	25,73	34,15	32,99
Ca (%)	0,35	0,48	1,2
P (%)	0,14	0,23	1,2
Kadar abu (%)	7,91	11,73	22,44

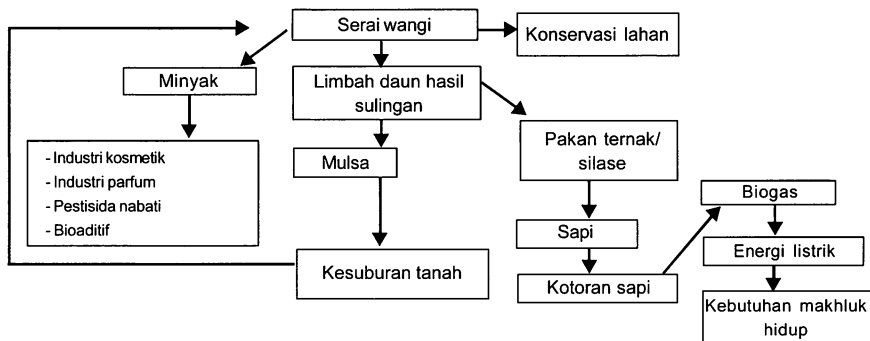
Sumber: Sukamto *et al.* (2011)

POLA PENGEMBANGAN SERAI WANGI

Dalam menghadapi tantangan yang semakin berat di masa yang akan datang, pola pengembangan serai wangi perlu dikaji kembali secara menyeluruh. Adanya manfaat baru dari minyak atsiri dan limbah sehingga daunnya perlu menjadi bahan pertimbangan bagi para pelaku usaha serai wangi. Mengingat limbah sulingan daun serai wangi dapat digunakan sebagai pakan sapi, maka pengembangan serai wangi di masa yang akan datang dapat dilakukan bersamaan dengan ternak sapi.

Tanaman serai wangi mampu tumbuh mulai dari dataran rendah hingga ketinggian 1.200 m dpl. Pada daerah-daerah seperti ini sapi juga berkembang dengan baik. Jadi peluang pengembangan secara terpadu untuk kedua komoditas ini sangat besar.

Pola pengembangan tanaman serai wangi dan sapi, bila dikelola secara profesional dengan mempertimbangkan multimanfaatnya, akan sangat besar pengaruhnya terhadap pembangunan suatu wilayah. Banyak keuntungan pengembangan kedua komoditas ini secara terpadu, yaitu efisiensi pakan ternak dan energi minyak (bensin dan solar) dan biogas (termasuk energi listrik). Selain itu, limbah sulingan dapat dijadikan kompos atau mulsa untuk meningkatkan kesuburan tanah. Begitu pula kotoran sapi dapat digunakan sebagai pupuk. Kelebihan minyak (*over production*) di suatu wilayah dapat diekspor atau dimanfaatkan dalam pembuatan sabun atau kosmetik (diversifikasi produk). Gambar 1 menyajikan pola pengembangan terpadu serai wangi dan sapi di suatu wilayah.



Gambar 1. Pola pengembangan terpadu serai wangi dan sapi.

Penyediaan Pakan Sapi

Sapi perah yang berumur di atas 8 bulan mampu mencerna pakan yang serat kasarnya tinggi karena daya cerna ternak sudah sempurna. Jumlah pemberian pakan hijauan (rumput) pada ternak umur 8 bulan sampai dewasa adalah 20 kg/ekor/hari, sedangkan untuk sapi dewasa yang sedang berproduksi 25 kg/ekor/hari (BIP Ungaran 1985).

Penggunaan limbah sulingan daun serai wangi sebagai pakan ternak sapi dapat memberikan nilai tambah tersendiri bagi usaha tani serai wangi dan sapi. Kebutuhan pakan ternak akan terpenuhi untuk menggantikan rumput/hijauan. Satu ketel alat suling ukuran 500 kg dengan dua kali penyulingan menghasilkan 10 kg minyak dan 1.000 kg limbah daun basah. Kebutuhan rumput untuk satu ekor sapi rata-rata 25 kg dan sebagian (14 kg) bisa dipasok dari limbah serai wangi. Satu ketel alat suling mampu menghasilkan 500 kg daun sulingan basah dari 500 m², yang cukup untuk $500/14 = 35,7$ ekor sapi/hari. Luas lahan yang dibutuhkan untuk enam bulan adalah $6 \times 30 \text{ hari} \times 500 \text{ m}^2 = 90.000 \text{ m}^2 = 9 \text{ ha}/35,7 \text{ ekor sapi}/6 \text{ bulan}$. Bila penyulingan dapat ditingkatkan menjadi dua kali sehari, maka limbah yang dapat dimanfaatkan sebagai pakan ternak sapi adalah $9 \times 2 = 18 \text{ ha}/71,4 \text{ ekor sapi}/6 \text{ bulan}$. Pemanfaatan limbah serai wangi sebagai pakan ternak belum banyak diketahui oleh masyarakat. Untuk itu, sosialisasi mengenai manfaat tanaman serai wangi sebagai pakan ternak perlu dilakukan.

Pengembangan serai wangi dengan ternak sapi tidak hanya saling sinergis, tetapi juga mampu meningkatkan pendapatan petani dan ramah lingkungan karena hampir semua limbah dikembalikan ke tanah dalam bentuk pupuk kandang maupun mulsa sehingga akan menyuburkan tanah. Minyak serai wangi dapat dimanfaatkan untuk keperluan lain seperti bioaditif, parfum, kosmetik, dan pestisida. Selain itu, ternak sapi menghasilkan susu dan daging. Kotoran sapi juga dapat dimanfaatkan sebagai sumber energi biogas.

Penyediaan Energi Biogas

Daerah-daerah yang belum masuk listrik akan terbantu melalui pemanfaatan kotoran sapi sebagai biogas. Di daerah yang sudah masuk listrik, biogas dapat mengurangi penggunaan listrik. Menurut Syamsudin dan Iskandar (2005), jumlah ternak ruminansia (sapi, kerbau, kambing, domba) pada tahun 2004 yang mencapai 13,68 juta ekor dapat menghasilkan 164,16 juta ton kotoran ternak per hari. Jumlah tersebut menurut Prastowo (2007) setara dengan 0,033 EJ (exajoule) atau 33 juta GJ (gigajoule) per hari atau 33 GJ/13,68 ekor/hari. Areal pertanaman serai wangi 18 ha dengan jumlah sapi 71,4 ekor akan menghasilkan 71,4 ekor/13,68 ekor x 33 GJ = 172,2 GJ.

Prastowo (2007) menyatakan bahwa energi 802,09 juta GJ setara dengan pengoperasian 25.000 unit pembangkit listrik tenaga energi terbarukan skala menengah ukuran 10 MW. Dengan demikian, 13,68 juta ekor sapi atau 33 juta GJ setara dengan pengoperasian 33 juta GJ/802,09 juta GJ dikalikan 25.000, yaitu 1.028,5 unit pembangkit listrik tenaga energi terbarukan skala menengah ukuran 10 MW.

Penyediaan Bensin dan Solar

Perubahan paradigma pengelolaan energi ke depan yang diharapkan adalah mengubah kebutuhan yang belum efisien menjadi efisien (Sumiarso 2010). Salah satu upaya penghematan energi adalah dengan memanfaatkan minyak serai wangi sebagai bioaditif. Saat ini kebutuhan bahan bakar minyak 1,3 juta barel per hari. Bila rata-rata penggunaan minyak serai wangi sebagai bioaditif mampu menekan 30% ($30/100 \times 1,3 \text{ juta} = 0,39 \text{ juta barel per hari}$), maka kebutuhan bahan baku minyak menjadi 0,91 juta barel per hari. Produksi minyak Indonesia 954 ribu barel per hari (Suryono 2011), sehingga kebutuhan akan minyak dapat dipenuhi.

Mengingat pentingnya efisiensi energi, maka nilai manfaat serai wangi sebagai bioaditif perlu lebih disosialisasikan karena belum banyak dikenal sehingga penggunaannya masih terbatas. Selain itu, bila pengembangan serai wangi dijadikan program khusus ke depan, maka akan memberikan peluang yang dapat menggerakkan roda perekonomian tidak hanya di Indonesia tetapi juga di dunia.

Diversifikasi Produk

Pengembangan produk di suatu wilayah dapat dilakukan dengan membentuk kelompok-kelompok usaha kecil (*home industry*) yang memanfaatkan kelebihan minyak, susu sapi, dan hasil limbah, sehingga terbentuk wilayah industri skala kecil atau menengah di wilayah tersebut. Beberapa peluang industri yang dapat dilakukan secara sederhana dari

pengelolaan serai wangi secara terpadu adalah industri kosmetik, parfum, pestisida nabati, pakan ternak, dan minuman sehat dari susu sapi.

Untuk meningkatkan nilai hasil per satuan luas lahan, maka pengusahaan tanaman tertentu seperti jagung di antara tanaman serai wangi dapat dipertimbangkan, tentunya dengan memerhatikan kesesuaian varietas dengan persyaratan lahan dan iklim. Penanaman jagung di antara tanaman serai wangi akan meningkatkan pendapatan per satuan luas lahan.

ARAH DAN STRATEGI PENGEMBANGAN

Mengingat pentingnya peran tanaman serai wangi, terutama minyaknya sebagai bahan bioaditif dan limbah daunnya sebagai pakan ternak, maka pengembangan serai wangi memerlukan arah dan strategi yang tepat agar dapat berjalan sebagaimana mestinya. Hingga saat ini pengembangan serai wangi masih bersifat monokultur, belum dilakukan secara terpadu dengan komoditas lain, sehingga nilai ekonominya belum banyak dirasakan petani. Padahal peluang memadukan usaha tani serai wangi dengan komoditas lain masih terbuka untuk menghasilkan beragam jenis produk bernilai ekonomi. Teknologi yang mampu membawa ke arah itu cukup tersedia.

Pengembangan serai wangi yang dipadukan dengan komoditas tertentu akan mampu mengatasi masalah yang ada saat ini, seperti keterbatasan pangan, menurunnya produktivitas lahan, iklim yang tidak menentu, terbatasnya sumber daya lahan, dan krisis energi. Dukungan teknologi sangat diperlukan, terutama yang mampu mengelola sistem produksi pertanian. Teknologi yang berkaitan dengan hal tersebut dapat diramu dari berbagai disiplin ilmu. Teknologi yang ramah lingkungan dan mampu meningkatkan nilai tambah berperan penting dalam pembangunan pertanian di suatu wilayah.

Dengan meningkatnya kebutuhan minyak dan limbah serai wangi, maka pengembangan tanaman serai wangi perlu dipadukan dengan usaha ternak sapi. Daerah-daerah yang sudah mengembangkan serai wangi dapat diprioritaskan sebagai wilayah pengembangan terpadu tanaman serai wangi dan ternak sapi.

Penelitian serai wangi sebaiknya diarahkan pada upaya peningkatan kualitas limbah daunnya. Penelitian peningkatan intensitas tanam dengan tanaman lain di antara tanaman serai wangi juga diperlukan, terutama tanaman penghasil kayu yang dapat digunakan sebagai kayu bakar, misalnya glirisidia, lamtoro, dan jinjing. Selain itu, diperlukan pula tanaman yang dapat merambat pada tanaman kayu tersebut, misal vanili, cabai jawa (untuk dataran menengah ke bawah) atau tanaman semusim yang dapat ditanam pada saat serai wangi masih kecil, seperti jagung.

Masih terbatasnya penggunaan minyak serai wangi sebagai bioaditif dan limbah daun sebagai pakan ternak disebabkan oleh kurangnya sosialisasi. Untuk itu, promosi minyak serai wangi sebagai sumber bioaditif dan pakan ternak perlu diintensifkan melalui berbagai media.

Pengembangan serai wangi dengan produksi minyak 100 liter/ha dan rendemen 1% memerlukan lahan seluas 202.343 ha untuk memenuhi efisiensi 30% dari 740 ribu barel/hari, sehingga satu juta barel minyak serai wangi per hari dapat digunakan untuk 2-3 hari. Benih serai wangi yang diperlukan mencapai 2.862 juta anakan dari 28,62 juta tanaman induk seluas 2.862 ha, sehingga secara keseluruhan diperlukan lahan seluas 289.062 ha. Pertanaman seluas itu akan memenuhi fungsi limbah serai wangi sebagai pakan ternak.

Strategi pengembangannya adalah melakukan kerja sama dengan berbagai instansi terkait, baik pemerintah maupun swasta. Selain itu, dukungan pemerintah sangat diperlukan agar pengembangan serai wangi dapat dilakukan di berbagai daerah sesuai kebutuhan. Program terpadu pengembangan serai wangi dan sapi perlu disusun secara terencana.

KESIMPULAN DAN SARAN

Pengelolaan tanaman serai wangi dan sapi secara terpadu berpotensi membentuk pola pertanian berkelanjutan, ramah lingkungan, dan meningkatkan pendapatan. Pengembangan serai wangi sebaiknya diarahkan ke daerah-daerah yang sesuai untuk mengantisipasi kemungkinan anomali iklim dan terbatasnya sumber daya lahan, sehingga risiko kegagalan usaha dapat dihindari.

Minyak serai wangi dapat dimanfaatkan sebagai parfum, pestisida nabati, kosmetik, dan bioaditif. Selain itu, limbah dari hasil sulingan daun tanaman ini dapat digunakan untuk pakan ternak dan mulsa. Penanaman serai wangi pada lahan miring > 15% dapat menekan laju erosi sehingga baik untuk konservasi lahan. Selain itu, pemanfaatan limbah daun hasil sulingan sebagai kompos dan kotoran sapi sebagai pupuk akan meningkatkan produktivitas lahan.

Dukungan penelitian sangat diperlukan agar upaya pengelolaan serai wangi dan sapi secara terpadu dapat memberikan nilai tambah yang maksimal. Penelitian mulai dari kesesuaian lahan, pola tanam, pemanenan, hingga pascapanen serai wangi sangat diperlukan.

Dalam mendukung upaya efisiensi energi maka minyak dari tanaman serai wangi dapat dimanfaatkan sebagai bioaditif dan limbah sulingannya

(daun) sebagai pakan ternak, bahkan bila dikembangkan lebih lanjut dengan memerhatikan diversifikasi produk akan meningkatkan perekonomian masyarakat di wilayah tersebut. Pengembangan serai wangi dan sapi di suatu wilayah secara terpadu dengan mempertimbangkan diversifikasi produk kedua komoditas tersebut dalam skala luas akan membentuk wilayah agroindustri yang mandiri.

Pengembangan terpadu serai wangi dan sapi perlu dukungan pemerintah dan kerja sama institusi terkait. Promosi serai wangi sebagai sumber energi dan pakan ternak sangat diperlukan. Selain itu, dukungan penelitian ke arah pemantapan serai wangi sebagai sumber energi dan pakan ternak perlu lebih ditingkatkan.

Pengembangan serai wangi dengan produksi minyak 100 liter/ha memerlukan lahan 202.343 ha dengan kebutuhan benih 2.862 juta anakan. Dukungan pemerintah dan kerja sama antarinstansi terkait sangat diperlukan. Untuk itu perlu disusun program nasional pengembangan tanaman serai wangi secara terpadu.

DAFTAR PUSTAKA

- Attarde, S.K., B.J. Jadhao, R.M. Adpawar, and A.D. Warade. 2003. Effect of nitrogen levels on growth and yield of turmeric. *J. Spices Aromatic Crops* 12(1): 77-79.
- Balittro. 2010. Penggunaan minyak serai wangi sebagai bahan bio-aditif bahan bakar minyak. *Sinartani* edisi 24-30 November 2010.
- Bellido, L.L., R.J.L. Bellido, and F.J.L. Bellido. 2006. Fertilizer nitrogen efficiency in durum wheat under rainfed mediterranean condition: effect of split application. *Agron. J.* 98(1): 55-62.
- BIP Ungaran . 1985. Sapi perah. Seri Peternakan No.02/ER/Brosur/84-85. Balai Infor-masi Pertanian Ungaran. 48 hlm.
- Daswir. 2008. Pola pengembangan tanaman atsiri pada lahan kritis di Sumatera Barat. *Perkembangan Teknologi Tanaman Rempah dan Obat* 20(1): 39-47.
- Departemen Perdagangan. 2002. Statistik Ekspor/Impor Komoditi Lain-lain (*Essential Oil*). Departemen Perdagangan, Jakarta.
- Departemen Pertanian. 2009. Statistik Pertanian (*Agricultural Statistics*) 2009. Departemen Pertanian, Jakarta.
- Ditjenbun. 2006. Statistik Perkebunan 2003-2005. Serehwangi (*Citronella*). Direktorat Jenderal Perkebunan, Jakarta.

- Ditjenbun. 2011. Statistik Perkebunan 2009-2011. Tanaman semusim. Direktorat Jenderal Perkebunan, Jakarta. hlm. 103-118.
- Emmyzar dan H. Muhammad. 2002. Budidaya serai wangi (*Cymbopogon nardus* L.). Circular No. 2. Balai Penelitian Tanaman Rempah dan Obat, Bogor.
- Hobir, D.D. Tarigans, dan A. Hamid. 1989. Minyak atsiri (kenanga, mentha, serai wangi). Edsus 5(1): 12-23.
- Hobir. 2002. Serai wangi unggulan Balittro. Majalah Trubus 394: 69.
- Kusuma, I., Ansyarullah, Emmyzar, Y. Rubaya, dan Herman. 2007. Pengaruh pemupukan dan periode panen terhadap produksi serai wangi. Laporan Teknis Penelitian TA 2006. Balai Penelitian Tanaman Obat dan Aromatik, Bogor. hlm. 10-26
- Lestari, A.H. 2009. Defisit BBM Indonesia 360 ribu barel/hari. <http://economy.okezone.com/read/2009/09/01/320/253243/defisit-bbm-indo-nesia-360-ribu-barel-hari>. [12 Agustus 2011].
- Malhotra, S.K., B.B. Vashishtha, and V.V. Apparao. 2006. Influence of nitrogen, *Azospirillum* sp. and farmyard manure on growth, yield and incidence of stem gall disease in coriander (*Coriandrum sativum* L.). J. Spices and Aromatic Crops 15(2): 115-117.
- Mansur, M. 1989. Seleksi mutu dan produksi minyak serai wangi. Pemberitaan Penelitian Tanaman Industri 14(4): 151-157.
- Mansur. 1990. Mutu dan produksi minyak klon unggul T-ANG 1, 2, 3, dan 113. Prosiding Simposium I Hasil Penelitian Pengembangan Tanaman Industri. Buku VII. Tanaman Atsiri. Seri Pengembangan 13: 1062-1067.
- Meena, S.S., N.L. Sen, and S.K. Malhotra. 2006. Influence of sowing date, nitrogen and plant growth regulators on growth and yield of coriander (*Coriandrum sativum* L.). J. Spices and Aromatic Crops 15(2): 88-92
- Muhammad, H. 1994. Tanaman serai wangi. Edisi Khusus Littro 10 (1): 29-35.
- Nataraja, A., A.A. Farooqi, B.S. Sreeramu, and K.N. Srinivasappa. 2003. Influence of nitrogen, phosphorus and potassium on growth and yield of black cumin (*Nigella sativa* L.). J. Spices and Aromatic Crops 12(1): 51-56.
- Pradnyana, G. 2011. Pendapatan gas tergerus subsidi BBM. BP Migas 2011. <http://www.bpmigas.go.id/?p=2507>.
- Prastowo, B. 2007. Potensi sektor pertanian sebagai penghasil dan pengguna energi terbarukan. Perspektif 6(2): 75-84.

- Ramadhan, M., Adria, Burhanuddin, Irwandi, Daswir, dan I. Kusuma. 2007. Penelitian pola tanam serai wangi dengan tanaman atsiri lainnya (kayumanis ceylon dan klausena). Laporan Teknis Penelitian TA 2006. Balai Penelitian Tanaman Obat dan Aromatik, Bogor. hlm. 27-37.
- Robbins, S.R.J. 1983. Selected markets for the essential oils of lemongrass, citronella and eucalyptus. Tropical Products Institute. G 171. 91 pp.
- Rosman, R. 2002. Peta kesesuaian lahan dan iklim tanaman industri (rempah, abat dan atsiri) di Pulau Jawa bagian barat. Makalah seminar Balai Penelitian Tanaman Rempah dan Obat, Bogor. 66 hlm.
- Rosman, R. 2003. Peta kesesuaian lahan dan iklim tanaman industri (rempah, abat dan atsiri) di Lampung. Balai Penelitian Tanaman Rempah dan Obat, Bogor. 65 hlm.
- Rosman, R. 2010. Potensi lahan dan iklim untuk pengembangan tanaman serai wangi sebagai penghasil minyak bioaditif. hlm. 30-35. Prosiding Seminar Nasional Inovasi Perkebunan 2010. Pusat Penelitian dan Pengembangan Perkebunan, Bogor.
- Rosman, R., M.H. Bintoro, dan R. Sosgo. 1991. Pengaruh nitroaromatik, pupuk nitrogen, dan kalium terhadap pertumbuhan setek panili. Pemberitaan Penelitian Tanaman Industri 16(4): 148-153.
- Soenardi, Darmono, dan Marlijunadi. 1981. Cara pemupukan serai wangi. Pemberitaan Penelitian Tanaman Industri 7(39): 10-14.
- Suheryadi, D. dan Saepuloh. 2011. Limbah serai wangi sebagai pengganti pakan ternak sapi perah. Warta Balitro 55: 1-2.
- Sukamto, M. Djazuli, dan M. Rizal. 2011. Serai wangi (*Cymbopogon nardus* L.) sebagai penghasil minyak atsiri, tanaman konservasi dan pakan ternak. Makalah Semiloka Nasional Dukungan Agroinovasi untuk Pemberdayaan Petani dalam Pengembangan Agribisnis Masyarakat Perdesaan, Semarang, 14 Juli 2011. 7 hlm.
- Sumiarso, L. 2010. Strategi pengembangan sumber daya energi berbasis perkebunan. Prosiding Seminar Nasional Inovasi Perkebunan 2010. Pusat Penelitian dan Pengembangan Perkebunan, Bogor. hlm 7.
- Suryono, A. 2011. Indonesia tak bisa hindari impor minyak. Tribun Timur 24 Maret 2011.
- Syamsuddin, T.R. dan H.H. Iskandar. 2005. Bahan bakar alternatif asal ternak. Sinar Tani 36: 3129.
- Wiroatmodjo, J., D.D. Tarigans, dan F. Rahman. 1991. Pengaruh pupuk organik, anorganik dan jarak tanam terhadap produksi bahan tanaman serai wangi (*Cymbopogon nardus* Linn). Bul. Agr. 20(1): 44-50.

Bioaktif Tanaman Lidah Buaya Sebagai Imbuhan Pakan Unggas

ARNOLD PARLINDUNGAN SINURAT

Balai Penelitian Ternak

Jalan Veteran III Ciawi, Kotak Pos 221, Bogor 16002

E-mail: arnoldst@cbn.net.id

ABSTRAK

Imbuhan yang paling banyak digunakan dalam ransum unggas untuk meningkatkan produktivitas dan efisiensi penggunaan pakan adalah antibiotik dengan dosis rendah. Namun, penggunaan antibiotik dikhawatirkan akan menimbulkan mikroba resisten yang berbahaya bagi kesehatan manusia. Oleh karena itu, berbagai upaya dilakukan untuk mengganti antibiotik dengan imbuhan lain seperti asam organik, enzim, probiotik, prebiotik, dan bioaktif tanaman. Salah satu tanaman yang mengandung zat berkhasiat atau bioaktif dan sudah banyak digunakan di berbagai negara untuk kesehatan manusia maupun hewan adalah lidah buaya atau *Aloe vera*. Bagian lidah buaya yang berkhasiat adalah gel yang terdapat dalam daun yang mengandung zat gizi seperti protein dan asam amino, mineral, dan karbohidrat. Namun, bahan kering gel ini sangat rendah (0,5-1,4%) sehingga perannya sebagai sumber gizi bisa diabaikan. Zat aktif gel lidah buaya yang berfungsi untuk kesehatan adalah zat nongizi seperti senyawa antraknon yang dapat menghambat pembiakan mikroba patogen. Uji *in vitro* menunjukkan bahwa gel lidah buaya maupun ekstraknya mempunyai daya hambat terhadap pertumbuhan mikroorganisme *Streptococcus aureus*, *S. pyogenes*, *C. zeroe*, *Salmonella parathypi*, *Streptococcus agalactiae*, *Citrobacter* sp., *Serratia marcescens*, dan *Enterobacter* sp. Pengujian secara *in vivo* juga menunjukkan penurunan jumlah bakteri aerob dalam isi usus ayam broiler dengan pemberian lidah buaya kering maupun ekstraknya. Pemberian gel lidah buaya dalam bentuk segar, kering atau ekstraknya sebagai imbuhan pakan (dosis 0,25-1,0 g setara gel kering/kg ransum) meningkatkan efisiensi penggunaan pakan pada ayam broiler maupun petelur. Mekanisme kerja bioaktif gel lidah buaya diduga merupakan kombinasi antara sifat antimikroba dan kemampuannya menstimulasi enzim (amilase dan protease) dalam sistem pencernaan unggas. Dengan demikian, bioaktif lidah buaya dapat digunakan sebagai imbuhan pakan pada ternak unggas.

Kata kunci: *Aloe vera*, imbuhan pakan, antraknon, enzim, unggas

PENDAHULUAN

Feed supplement dan *feed additives* sudah umum digunakan dalam industri peternakan. Namun, penggunaan istilah ini kurang tepat atau sering tidak dapat dibedakan. *Feed supplement* dapat diterjemahkan menjadi pelengkap

pakan, sedangkan *feed additive* diterjemahkan sebagai imbuhan pakan. Pelengkap pakan dapat diartikan sebagai bahan pakan atau campuran bahan yang akan ditambahkan ke dalam pakan ternak untuk melengkapi zat gizi pakan, sehingga kandungan gizinya sesuai dengan yang diinginkan untuk memenuhi kebutuhan ternak. Imbuhan pakan atau *feed additives* disebut juga *nutricines*, yaitu suatu bahan atau campuran bahan yang dicampurkan ke dalam pakan untuk meningkatkan kesehatan dan produktivitas ternak maupun keadaan gizi ternak, meskipun bahan tersebut bukan merupakan zat gizi (Adams 2000). Dari pengertian tersebut jelas terlihat bahwa *feed supplement* atau pelengkap pakan digunakan sebagai sumber zat gizi, sedangkan imbuhan pakan atau *feed additives* bukan sumber zat gizi.

Pelengkap pakan terdiri atas bahan alami atau sintetis yang mengandung zat gizi yang diperkirakan kurang mencukupi kebutuhan ternak. Bahan ini biasanya mengandung satu atau beberapa zat gizi seperti protein atau asam amino, lemak atau sumber energi, mineral, dan atau vitamin dalam konsentrasi tinggi. Penambahan bahan ini pada dosis tertentu diharapkan dapat mencegah kemungkinan terjadinya defisiensi zat gizi tertentu atau untuk meningkatkan produktivitas ternak.

Imbuhan pakan diberikan dalam jumlah sedikit, biasanya antara 10-1.000 ppm. Dengan demikian, meskipun bahan imbuhan pakan mengandung zat gizi seperti protein, asam amino, lemak, karbohidrat, mineral, dan atau vitamin, sumbangannya terhadap kandungan gizi ransum sangat tidak berarti untuk memperbaiki performan ternak. Pemberian imbuhan dalam pakan bertujuan untuk meningkatkan produktivitas dan kualitas produk ternak (daging, telur, susu, kulit bulu), memperbaiki efisiensi penggunaan pakan, serta meningkatkan kesehatan ternak.

Masing-masing imbuhan pakan mempunyai mekanisme kerja atau *mode of action* yang sudah banyak dikemukakan oleh peneliti. Mekanisme kerja yang umum antara lain mengurangi jumlah mikroba patogen atau mikroba pengganggu dalam saluran pencernaan, meningkatkan populasi mikroba yang dapat membantu pencernaan dalam saluran pencernaan, meningkatkan penyerapan zat gizi pakan, menambah nafsu makan, meningkatkan kekebalan tubuh ternak, dan atau memperbaiki metabolisme di dalam sel sesuai dengan target yang diinginkan.

Imbuhan pakan sudah umum digunakan dalam industri perunggasan. Hingga saat ini imbuhan pakan yang sudah dikenal dalam industri peternakan unggas adalah antibiotik (sering disebut *antibiotic growth promoter* atau AGP), asam organik atau *acidifier*, enzim, probiotik, prebiotik, dan bioaktif tanaman. Dari semua imbuhan pakan yang ada, antibiotik merupakan imbuhan pakan yang paling luas penggunaannya di seluruh dunia.

Antibiotik mulai digunakan sebagai imbuhan pakan pada akhir tahun 1940-an, di mana ayam yang diberi ampas atau sisa proses fermentasi pembuatan antibiotik tetrasiklin tumbuh lebih cepat dibanding ayam yang tidak diberi bahan tersebut (Barton 2000). Menurut Gill dan Best (1998), ada sekitar 30 jenis antibiotik yang disetujui penggunaannya di negara maju seperti American Food and Drug. Secara umum, pemberian imbuhan pakan antibiotik dalam ransum ayam dapat meningkatkan pertumbuhan 3,9% dan memperbaiki efisiensi penggunaan pakan 2,9% (Barton 2000).

Akhir-akhir ini, penggunaan antibiotik sebagai imbuhan pakan sering diperdebatkan. Konsumen dalam masyarakat modern sangat memerhatikan pengaruh makanan terhadap kesehatan jangka pendek maupun jangka panjang. Konsumen tidak lagi mengonsumsi makanan hanya untuk memenuhi kebutuhan zat gizi (karbohidrat, lemak, protein, mineral, dan vitamin), tetapi juga memerhatikan kualitas dan keamanan bahan pangan tersebut. Masyarakat mulai mengkhawatirkan dampak penggunaan antibiotik sebagai imbuhan pakan terhadap kesehatan, termasuk kemungkinan timbulnya alergi akibat residu antibiotik dalam daging atau telur. Selain itu, penggunaan antibiotik yang berlebihan sebagai imbuhan pakan atau sebagai obat akan mengganggu keseimbangan mikroorganisme dalam saluran pencernaan dan menimbulkan resistensi terhadap bakteri patogen maupun nonpatogen yang ada di dalam saluran pencernaan ternak (Bogaard dan Stobberingh 1999). Bakteri seperti *Escherichia coli*, *Salmonella* spp., *Campylobacter* spp., dan *Enterococci* yang resisten dapat berpindah ke manusia melalui kontak fisik atau makanan sehingga menyebabkan infeksi. Selain itu, ada kemungkinan gen resisten tersebut ditransfer dari bakteri yang berasal dari ternak ke bakteri yang ada di dalam saluran pencernaan manusia. Bila hal ini terjadi maka pengobatan manusia yang terinfeksi dengan menggunakan antibiotik menjadi tidak efektif lagi. Oleh karena itu, banyak orang, terutama di negara maju, mulai menghindari penggunaan antibiotik sebagai imbuhan pakan.

Negara-negara maju, khususnya Eropa, sudah melarang penggunaan antibiotik sebagai imbuhan pakan dengan alasan dapat memengaruhi kesehatan konsumen. Swedia telah melarang penggunaan antibiotik sebagai imbuhan pakan sejak 1986 (Inborr 2000) dan negara persatuan Eropa melarang penggunaannya mulai tahun 2006 (Rochfort *et al.* 2008). Oleh karena itu, berbagai upaya telah dilakukan untuk mencari imbuhan pakan yang aman untuk menggantikan antibiotik, di antaranya adalah bioaktif tanaman. Dalam tulisan ini disajikan hasil-hasil penelitian tentang mekanisme dan manfaat bioaktif tanaman lidah buaya atau *Aloe vera* yang dapat digunakan sebagai imbuhan pakan unggas untuk menggantikan antibiotik dan kemungkinannya diterapkan di Indonesia.

BIOAKTIF TANAMAN

Bioaktif tanaman didefinisikan sebagai metabolit sekunder atau zat aktif yang terdapat dalam tanaman yang mempunyai pengaruh farmakologi atau racun di dalam tubuh manusia dan hewan (Bernhoft 2010). Namun, dalam makalah ini hanya dikemukakan bioaktif yang bermanfaat untuk kesehatan dan produktivitas unggas.

Beberapa tanaman asli Indonesia mengandung zat berkhasiat (Sastroamidjojo 1997). Beberapa tanaman tersebut dapat berfungsi sebagai antimikroba atau memengaruhi metabolisme dalam tubuh. Penggunaan tanaman berkhasiat secara langsung bagi manusia dapat mempertahankan kondisi tubuh yang sehat maupun sebagai obat tradisional yang sudah dikenal sejak lama (Kapoor 1993; Sastroamidjojo 1997). Namun, penggunaannya secara tradisional belum dilengkapi dengan pengujian ilmiah. Dewasa ini berbagai penelitian ilmiah dilakukan untuk mengetahui manfaat bioaktif tanaman. Penelitian mencakup pencarian atau seleksi jenis tanaman yang berkhasiat, analisis senyawa aktif, proses memperoleh senyawa aktif tersebut, pengujian *in vitro*, mekanisme kerja senyawa tersebut, pengujian *in vivo*, dan teknologi untuk mempertahankan kualitasnya (Kamel 2000, 2001; Wills *et al.* 2000). Bahan ini belum banyak dimanfaatkan sebagai imbuhan pakan, tetapi penelitian ke arah itu sudah mulai dilakukan (Sinurat *et al.* 2009; Wallace *et al.* 2010).

Bioaktif tanaman umumnya terdiri atas alkaloid, flavonoid, glikosida, saponin, dan tanin. Zat aktif ini dapat bekerja sendiri-sendiri atau secara sinergis (Gill 1999) untuk meningkatkan konsumsi pakan, sekresi saluran pencernaan, merangsang imunitas, antibakteri, koksidiostat, *anthelmintic*, antiviral atau antiinflamasi (Wenk 2003). Beberapa peneliti melaporkan bahwa senyawa-senyawa aktif dalam berbagai jenis tanaman dapat digunakan sebagai imbuhan pakan (Kamel 2000), namun penelitian penggunaan bioaktif (pengujian *in vivo*) pada ternak unggas masih sangat sedikit.

Flavonoid atau bioflavonoid adalah metabolit sekunder yang merupakan pigmen kuning dalam tanaman. Zat ini mempunyai khasiat sebagai penawar alergi dan dapat mencegah diare. Pengujian secara *in vitro* menunjukkan bahwa flavonoid dapat berfungsi sebagai antimikroba (Cushnie dan Lamb 2005).

BIOAKTIF TANAMAN LIDAH BUAYA

Lidah buaya termasuk tanaman suku Liliaceae yang diperkirakan mempunyai lebih dari 200 jenis. Namun, yang umum digunakan untuk

kesehatan manusia adalah *Aloe vera barbadensis* atau disebut juga *Aloe vera* Linn, dan *A. vulgaris* atau *A. perfoliata* (Fly dan Kiem 1963; Saks dan Gordon 1995). Tanaman ini sudah digunakan sejak abad keempat sebelum Masehi sebagai tanaman yang mempunyai khasiat untuk obat tradisional (Morton 1961). Penelusuran literatur menunjukkan bahwa lidah buaya sudah digunakan oleh masyarakat di berbagai negara dengan beragam tujuan (Tabel 1). Vogler dan Ernst (1999) melaporkan bahwa bioaktif lidah buaya mempunyai efek farmakologi yang dapat menyembuhkan berbagai penyakit seperti artritis, asma, kandida, gejala kelelahan kronis, penyakit pada saluran pencernaan, lupus erythematodes, penyakit kulit, dan luka.

Penggunaan lidah buaya oleh masyarakat mendorong peneliti untuk mengetahui kandungan zat nutrisi maupun non-nutrisi bahan tersebut secara detail. Kandungan senyawa kimia yang merupakan zat gizi maupun nongizi dalam daun lidah buaya dilaporkan oleh Hamman (2008) seperti diuraikan dalam Tabel 2.

Secara kuantitatif, kandungan zat gizi yang terdapat dalam gel lidah buaya telah dilaporkan oleh beberapa peneliti (Bouchey dan Gjerstad 1969; Gjerstad 1971; Waller *et al.* 1978; Morsy 1991; Sumarsi *et al.* 1998). Zat gizi yang terdapat dalam gel lidah buaya sangat beragam, seperti protein dan asam amino, mineral, dan karbohidrat. Namun, bahan kering gel lidah buaya segar hanya sekitar 0,5% (Morsy 1991) hingga 1,4% (Togatorop *et al.* 2001) dan penggunaan gel lidah buaya umumnya hanya dalam jumlah sedikit. Dengan demikian, total nutrisi yang dikonsumsi yang berasal dari lidah buaya sangat kecil. Oleh karena itu, khasiat gel lidah buaya bukan hanya terletak pada zat gizi yang dikandungnya, tetapi juga pada senyawa nongizi. Zat nongizi ini kemungkinan bersinergi dengan zat gizi yang terdapat dalam gel lidah buaya untuk mengekspresikan khasiatnya.

Berbagai penelitian telah dilakukan untuk mengetahui zat aktif pada tanaman lidah buaya, terutama yang terkandung pada gel yang ada di dalam daun atau disebut gel lidah buaya. Menurut Wills *et al.* (2000), secara umum bioaktif (zat nongizi) dalam tanaman terdiri atas senyawa terpenoid (seperti seskuiterpen, saponin, iridoid, karotenoid, dan steroid), fenol (seperti tanin, kuinon, salisilat, dan lignin), glikosida (flavonoid, glukosinolat, dan sianogen), alkaloid, polisakarida (gum dan mucilage), peptida, minyak esensial, dan resin. Okamura *et al.* (1996) menemukan senyawa aloerosin yang merupakan bagian dari chromone yang mempunyai daya hambat oksidasi atau sebagai antioksidan menyerupai asam askorbat atau vitamin C. Padmasari *et al.* (2006) melaporkan bahwa ekstrak lidah buaya mempunyai aktivitas antioksidan dan mampu menangkap radikal bebas *diphenyl picril hydrazil hydrate* (DPPH). Zat aktif ini lebih banyak dalam gel bila diekstrak menggunakan air dibandingkan bila diekstrak dengan metanol.

Tabel 1. Penggunaan lidah buaya oleh masyarakat di berbagai negara.

Negara/daerah	Tujuan penggunaan
Amerika Tengah	Obat pencahar Untuk menyapih anak
Amerika Selatan	Obat pencahar Untuk menyapih anak
Kongo	Mengurangi penguapan dan aroma tubuh bagi pemburu
Kuba	Obat sakit demam
Afrika Selatan	Obat luka Obat cacing gelang Obat penyakit kelamin (sipilis) Obat penyakit mata Obat penyakit mata
India	Mencegah memar pada kulit
Indonesia (Jawa)	Obat penyakit TBC (tuberkulosis) Obat penyakit kelamin (gonorhoe) Obat penyakit asma Merawat dan merangsang pertumbuhan rambut
China	Obat luka bakar Obat kulit meradang, eksim, dan dermatitis
Jamaika	Obat sakit kepala Obat sakit demam
Malaysia	Obat sakit kepala Merawat dan merangsang pertumbuhan rambut
Meksiko	Obat tumor Obat sakit kulit (erysipelas)
Filipina	Obat sakit bengkak karena beri-beri Obat penyakit disentri Obat sakit ginjal Merawat dan merangsang pertumbuhan rambut
Kolombia	Pengusir serangga Pengusir lalat
Afrika Selatan	<i>Poultry enteritis</i> (penyakit saluran pencernaan) Obat mencret pada sapi Obat kudisan pada domba
West Indies	<i>Molting</i> (gugur bulu) pada ayam Mengobati infeksi Obat <i>Coryza</i> pada ayam

Sumber: Morton (1961).

Salah satu zat aktif dalam gel lidah buaya adalah fenol atau polifenol yang merupakan metabolit sekunder yang umum terdapat dalam tanaman dan diperlukan untuk pertumbuhan, reproduksi, dan melawan mikro-organisme patogen. Bagi manusia dan hewan, senyawa fenol berfungsi

Tabel 2. Senyawa kimia yang terdapat pada daun lidah buaya.

Kelas senyawa	Nama senyawa
Antrakinon/antron	<i>Aloe-emodin, aloetic-acid, anthranol, aloin A and B (barbaloin), isobarbaloin, emodin, ester of cinnamic acid</i>
Karbohidrat	<i>Pure mannan, acetylated mannan, acetylated glucomannan, glucogalactomannan, galactan, galactogalacturan, arabinogalactan, galactoglucoarabinomannan, pectic substance, xylan, cellulose, Chromones 8-C-glucosyl-(2'-O-cinnamoyl)-7-O-methylaloediol A, 8-C-glucosyl-(S)-aloesol, 8-C-glucosyl-7-O-methyl-(S)-aloesol, 8-C-glucosyl-7-O-methylaloediol, 8-C-glucosyl-noreugenin, isoaloesin D, isorabaichromone, neoaloesin A</i>
Monosakarida	<i>Mannose, glucose, L-rhamnose, aldopentose</i>
Enzim	<i>Alkaline phosphatase, amylase, carboxypeptidase, catalase, cyclooxygenase, cyclooxygenase, lipase, oxidase, phosphoenolpyruvate carboxylase, superoxide dismutase</i>
Mineral	<i>Calcium, chlorine, chromium, copper, iron, magnesium, manganese, potassium, phosphorous, sodium, zinc</i>
Lain-lain (termasuk senyawa organik dan lipida)	<i>Arachidonic acid, γ-linolenic acid, steroids (campesterol, cholesterol, β-sitosterol), triglycerides, triterpenoid, gibberillin, lignins, potassium sorbate, salicylic acid, uric acid</i>
Asam amino esensial dan nonesensial	<i>Alanine, arginine, aspartic acid, glutamic acid, glycine, histidine, hydroxyproline, isoleucine, leucine, lysine, methionine, phenylalanine, proline, threonine, tyrosine, valine</i>
Protein	<i>Lectin, lectin-like substance</i>
Vitamin	<i>B1, B2, B6, C, β-carotene, choline, folic acid, α-tocopherol</i>

Sumber: Hamman (2008).

untuk kesehatan sebagai antioksidan dan pembunuh mikroorganisme patogen. Senyawa fenol yang terdapat dalam lidah buaya terdiri atas *aloe emodin, aloetic acid, aloin, anthracene, antranol, barbaloin, chrysophanic acid, emodin, ethereal oil, ester cinnamonic acid, isobarbaloin*, dan *resistannol*. Purwadaria *et al.* (2001) melaporkan bahwa polifenol paling

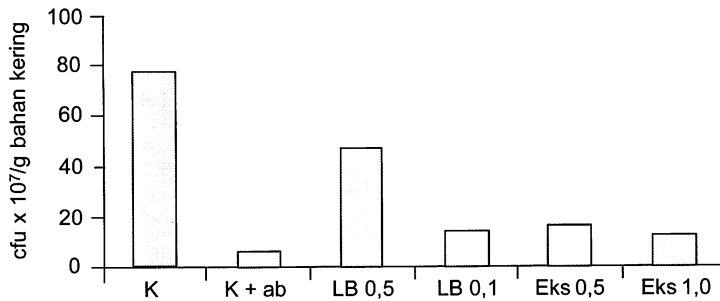
banyak ditemukan di dalam gel lidah buaya (5,62%) dibandingkan pada kulit daun (0,46%).

Kandungan fenol akan cepat menurun bila disimpan dalam kondisi yang tidak baik (Togatorop *et al.* 2001). Penyimpanan gel tanpa pengawet dalam *freezer* selama 5 hari akan menurunkan kandungan fenol dari 4,44% menjadi 0,27%. Penyimpanan dalam *freezer* selama satu bulan dengan menambahkan bahan pengawet dapat mempertahankan kandungan fenol dari 4,44% menjadi 3,2%. Gel yang dikeringkan dengan oven pada suhu 60°C menurun kandungan fenolnya menjadi 1,11%.

Purwadaria *et al.* (2001) melaporkan bahwa senyawa fenol yang terdapat dalam gel lidah buaya mempunyai khasiat dan mengandung senyawa tanin (0,72% dari bahan kering), saponin (1,1% dari bahan kering), dan antraknon (0,2% dari bahan kering). Saponin dapat meningkatkan permeabilitas dinding sel saluran pencernaan sehingga meningkatkan penyerapan zat gizi (Johnson *et al.* 1986; Onning *et al.* 1996). Selain itu, dalam konsentrasi rendah saponin dapat meningkatkan transportasi zat gizi antarsel, namun dalam konsentrasi tinggi dapat berbahaya atau mematikan sel (Sen *et al.* 1998).

SIFAT ANTIBAKTERI BIOAKTIF LIDAH BUAYA

Beberapa peneliti telah menguji kemampuan zat aktif dalam gel lidah buaya untuk menghambat pertumbuhan mikroorganisme patogen. Saks dan Gordon (1995) melaporkan bahwa gel lidah buaya mempunyai daya antifungal atau menghambat pertumbuhan jamur *Penicillium digitatum*. Penelitian Lorenzetti *et al.* (1964) dengan teknik difusi menunjukkan gel lidah buaya yang sudah berubah warna menjadi gelap tidak lagi mempunyai daya antibiotik. Gel segar maupun yang sudah distabilisasi dengan *freeze dryer* atau pemanasan pada suhu 80°C selama 15 menit masih mempunyai daya hambat terhadap *S. aureus*, *S. pyogenes*, *C. zeroe*, dan *S. parathypi*. Heggars *et al.* (1979) juga melaporkan bahwa ekstrak kasar gel lidah buaya segar yang tidak disterilisasi maupun ekstrak gel lidah buaya komersial yang disterilisasi mempunyai daya hambat terhadap pertumbuhan mikroorganisme *Streptococcus pyogenes*, *Streptococcus agalactiae*, *Citrobacter* sp., *Serratia marcescens*, dan *Enterobacter* sp. Namun, uji turbiditas yang dilakukan oleh Fly dan Kiem (1963) menunjukkan daun lidah buaya tidak mempunyai daya antibiotik terhadap *Staphylococcus aureus* maupun *Eshericia coli*. Purwadaria *et al.* (2001) juga menemukan bahwa ekstrak gel lidah buaya dapat menghambat pertumbuhan bakteri patogen *Salmonella hadar* dan *E. coli*, tetapi tidak menghambat pertumbuhan bakteri *Lactobacillus* sp. yang berguna bagi pencernaan.



Keterangan: K = kontrol (k), Kab = K + 50 ppm antibiotik, LB 0,5 dan LB 1,0 = gel lidah buaya 0,5 dan 1,0 g/kg ransum; Eks 0,5 dan Eks 1,0 = ekstrak setara dengan 0,5 dan 1,0 g gel lidah buaya/kg ransum.

Gambar 1. Jumlah total bakteri aerob di dalam isi usus ayam broiler yang diberi lidah buaya atau ekstraknya pada umur 5 minggu (Sinurat *et al.* 2003).

Penelitian secara *in vivo* oleh Sinurat *et al.* (2003) juga membuktikan adanya sifat antimikroba dalam gel maupun ekstrak lidah buaya. Gambar 1 menunjukkan bahwa jumlah bakteri aerob dalam isi usus ayam broiler menurun dengan pemberian lidah buaya kering maupun ekstrak lidah buaya (dengan khloroform). Penurunan jumlah bakteri ini juga terjadi dalam isi usus ayam yang diberi pakan yang mengandung *antibiotic growth promotor*. Waiheya *et al.* (2002) melakukan uji tantang dengan menginfeksi ayam lokal dengan bakteri *Salmonella gallinarum* dan menemukan bahwa getah (bukan gel) daun *Aloe secundiflora* nyata mengurangi tingkat kematian ayam lokal yang terinfeksi, dari 43% menjadi 14%, dibandingkan dengan yang tidak diberi getah *A. secundiflora*.

Antrakinon dalam gel lidah buaya merupakan salah satu zat aktif yang berfungsi sebagai antibakteri (Tanaka *et al.* 1997), antifungi, dan antimitagen (Edenharder *et al.* 1998). Zat ini terdapat di dalam gel dan tidak terdapat pada kulit lidah buaya. Zat ini dapat diekstrak menggunakan larutan kloroform dan metanol. Hasil pengujian laboratorium menunjukkan bahwa konsentrasi antrakinon dalam fraksi kloroform sama dengan dalam fraksi metanol, masing-masing 0,1% dari bahan kering gel (Purwadaria *et al.* 2001).

EFEKTIVITAS BIOAKTIF LIDAH BUAYA SEBAGAI IMBUHAN PAKAN

Penggunaan bioaktif tanaman sebagai imbuhan pakan menggantikan *antibiotic growth promotor* (AGP) sudah dipraktikkan di negara maju, terutama di Eropa (misal bioaktif dari tanaman oregano) dan Amerika

(bioaktif dari tanaman yucca). Namun, laporan penelitian penggunaan lidah buaya sebagai imbuhan pakan sulit ditemukan. Balai Penelitian Ternak telah melakukan serangkaian penelitian tentang penggunaan bioaktif lidah buaya sebagai imbuhan pakan ayam pedaging (broiler) dan petelur.

Efektivitas Gel Lidah Buaya sebagai Imbuhan Pakan Ayam Broiler

Pengujian penggunaan gel lidah buaya segar dan kering sebagai imbuhan pakan ayam broiler, dengan berbagai dosis tetap, dilakukan oleh Bintang *et al.* (2001). Hasil penelitian menunjukkan gel lidah buaya segar maupun yang dicampurkan dalam pakan kering tidak menyebabkan perubahan pertumbuhan ayam broiler, namun dapat memperbaiki efisiensi penggunaan pakan bila diberikan pada dosis rendah. Pemberian gel lidah buaya segar (setara 0,5 g kering/kg pakan) dapat memperbaiki konversi (FCR) bahan kering pakan 15,1% (dari 1,72 menjadi 1,42), sedangkan pemberian gel lidah buaya kering (0,5 g/kg pakan) memperbaiki FCR 6,4% (dari 1,72 menjadi 1,61). Pemberian gel lidah buaya segar lebih efektif dibandingkan dengan gel kering ditinjau dari peningkatan efisiensi penggunaan pakan (Tabel 3). Namun, pemberian gel segar membatasi jumlah konsumsi nutrisi pakan karena kadar airnya sangat tinggi, yaitu 98% (Togatorop *et al.* 2001).

Pada penelitian lanjutan, Sinurat *et al.* (2002) membandingkan khasiat gel lidah buaya dan seluruh daun (campuran gel dan kulit daun) dalam

Tabel 3. Efektivitas pemberian bioaktif lidah buaya terhadap perbaikan efisiensi penggunaan pakan (FCR) ayam broiler.

Perlakuan	Dosis setara kering dalam ransum	Bintang <i>et al.</i> (2001)		Sinurat <i>et al.</i> (2002)		Sinurat <i>et al.</i> (2003)	
		PBB 1-35 h (g)	FCR	PBB 1-35 h (g)	FCR	PBB 1- 35 h (g)	FCR
Kontrol	0	1.135	1,72	1.168	1,677	1.303	1,723
Antibiotik	30 ppm	1.141	1,71	1.182	1,708	1.338	1,663
Lidah buaya segar	0,25 g/kg			1.118	1,598		
Lidah buaya segar	0,5 g/kg	1.123	1,46				
Lidah buaya kering	0,25 g/kg			1.220	1,597		
Lidah buaya kering	0,5 g/kg	1.142	1,61			1.356	1,680
Lidah buaya kering	1,0 g/kg			1.190	1,539		
Ekstrak lidah buaya	0,25 g/kg					1.350	1,665

PBB = pertambahan bobot badan (g).

FCR = efisiensi penggunaan pakan (g bahan kering pakan per g PBB).

bentuk segar maupun kering. Hasil penelitian menyimpulkan sama seperti penelitian sebelumnya (Bintang *et al.* 2001) bahwa gel lidah buaya segar maupun kering dapat digunakan sebagai imbuhan pakan untuk memperbaiki efisiensi penggunaan pakan, meskipun tidak menyebabkan perubahan yang nyata dalam pertambahan bobot badan ayam broiler. Namun, hal ini tidak tercapai bila yang digunakan adalah seluruh daun lidah buaya (campuran gel dan kulit daun) dalam bentuk kering maupun segar. Dosis yang efektif untuk memperbaiki efisiensi penggunaan pakan adalah gel lidah buaya kering 1,0 g/kg pakan dengan perbaikan FCR 8,2% atau gel lidah buaya segar setara 0,25 g kering/kg pakan dengan perbaikan FCR 4,7% (Tabel 3).

Untuk mengetahui efektivitas bioaktif lidah buaya dilakukan pengujian dengan membandingkan gel kering dengan bahan aktif yang diekstrak dari gel kering dengan kloroform (Sinurat *et al.* 2003). Kloroform merupakan bahan pengekstrak alkaloid, termasuk di dalamnya antraknon (Murdiati *et al.* 2000). Hasil pengujian Sinurat *et al.* (2003) membuktikan bahwa ekstrak gel lidah buaya dapat meningkatkan efisiensi pakan (3,4% lebih baik dari kontrol) pada ayam broiler dan mempunyai efektivitas yang sama dengan antibiotik dan gel lidah buaya kering, seperti terlihat dalam Tabel 3.

Ayam broiler yang diteliti oleh Bintang *et al.* (2001) dan Sinurat *et al.* (2002; 2003) dipelihara dalam sangkar kawat atau baterai yang cukup higienis, padahal pemeliharaan ayam broiler secara komersial di Indonesia umumnya dilakukan di atas *litter* (alas) sekam yang kurang higienis karena ayam selalu bersentuhan dengan kotorannya yang tercampur dengan alas sekam. Penggunaan imbuhan pakan yang bersifat antimikroba diharapkan lebih efektif dalam kondisi seperti ini. Untuk membuktikannya, dilakukan pengujian efektivitas gel lidah buaya dalam ransum ayam broiler yang dipelihara dalam kandang beralas sekam. Dari dua kali percobaan terlihat bahwa penggunaan gel lidah buaya kering (0,5 g/kg ransum) maupun antibiotik sebagai imbuhan pakan dapat meningkatkan pertambahan bobot badan dan memperbaiki efisiensi penggunaan pakan pada ayam broiler (Tabel 4).

Efektivitas Gel Lidah Buaya sebagai Imbuhan Pakan Ayam Petelur

Pengujian efektivitas bioaktif lidah buaya sebagai imbuhan pakan juga dilakukan pada ayam petelur. Bintang *et al.* (2005) melaporkan gel lidah buaya kering efektif meningkatkan produktivitas ayam petelur. Seperti terlihat pada Tabel 5, pemberian gel lidah buaya kering 0,25-1,0 g/kg pakan meningkatkan produksi telur 2-4%, meningkatkan bobot telur, dan memperbaiki efisiensi penggunaan pakan 3,4-5,6%. Penelitian ini juga

Tabel 4. Efektivitas lidah buaya sebagai imbuhan pakan ayam broiler yang dipelihara di kandang beralas sekam.

Perlakuan	Percobaan 1		Percobaan 2	
	Pertambahan bobot badan 1- 35 h (g)	Konversi pakan	Pertambahan bobot badan 1- 35 h (g)	Konversi pakan
Kontrol	1.170	2,03	1.039	1,91
Kontrol + antibiotik	1.242	1,92	1.263	1,76
Gel lidah buaya kering 0,5 g/kg ransum	1.244	1,93	1.342	1,79
Antrakinon 2 ppm	1.155	2,08		

Sumber: Sinurat *et al.* (2004).

Tabel 5. Pengaruh pemberian bioaktif lidah buaya terhadap produktivitas ayam petelur selama 9 bulan.

Perlakuan	Produksi telur (% HD)	Konversi pakan	Konsumsi ransum (g/ekor/hari)	Bobot telur (g/butir)
Kontrol - tanpa lidah buaya dan tanpa antibiotik (K)	78,82 (100)	2,38 (100)	103,1	55,3
K + antibiotik	83,31 (106)	2,29 (96,2)	105,9	56,2
K + lidah buaya kering 0,25 g/kg pakan	80,45 (102)	2,30 (96,6)	104,6	56,7
0,50 g/kg pakan	82,09 (104)	2,29 (96,2)	107,4	57,4
1,0 g/kg pakan	81,15 (103)	2,18 (94,4)	100,6	57,7

Angka dalam kurung adalah persentase terhadap kontrol.

Sumber: Bintang *et al.* (2005).

menyimpulkan bahwa efektivitas bioaktif lidah buaya sama dengan antibiotik.

Penelitian lebih lanjut bertujuan menguji efektivitas zat aktif dalam gel lidah buaya dibandingkan dengan antrakinon murni yang diduga merupakan bahan aktif utama dalam gel lidah buaya (Pasaribu *et al.* 2005). Pengujian dilakukan dengan membandingkan pakan yang diberi imbuhan gel lidah buaya kering, gel lidah buaya semipadat (gel segar diuapkan hingga 50% dari volume awal), dan bahan kimia antrakinon dalam ransum.

Konsentrasi antraknon dalam perlakuan dibuat setara, yaitu 2 ppm. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pemberian gel lidah buaya mempunyai efektivitas yang sama dengan antraknon, yaitu meningkatkan produksi telur 3% lebih tinggi dari kontrol, memperbaiki efisiensi penggunaan pakan lebih tinggi 5,6-6% dari kontrol, dan meningkatkan rata-rata indeks warna kuning telur dari 5,14 menjadi 5,54. Dengan demikian, zat aktif yang terdapat dalam gel lidah buaya adalah antraknon atau setidaknya efektivitasnya setara dengan antraknon. Sama seperti penelitian sebelumnya (Bintang *et al.* 2005), penelitian ini juga menunjukkan bahwa peningkatan produksi maupun perbaikan efisiensi pakan lebih baik jika menggunakan imbuhan lidah buaya maupun antraknon dibandingkan dengan antibiotik.

Mekanisme Kerja Bioaktif Lidah Buaya sebagai Imbuhan Pakan

Hasil penelitian menunjukkan bahwa pemberian AGP (30-50 ppm *zinc bacitracin*) dalam pakan tidak memperbaiki pertumbuhan maupun FCR yang berarti dibandingkan dengan kontrol (tanpa imbuhan). Pemberian bioaktif lidah buaya memperbaiki efisiensi penggunaan pakan (Bintang *et al.* 2001; Sinurat *et al.* 2002, 2003). Pemeliharaan ayam dalam ketiga penelitian tersebut dilakukan dalam sangkar kawat atau kandang baterai dengan kebersihan cukup baik karena ayam tidak kontak langsung dengan kotorannya. Meskipun bioaktif lidah buaya sama seperti antibiotik dalam hal menghambat perkembangbiakan bakteri patogen (Gambar 1), kemungkinan ada mekanisme lain yang membuat bioaktif lidah buaya dapat meningkatkan performan ayam.

Pengujian yang dilakukan dengan menccek ayam dengan gel lidah buaya segar dan membandingkannya dengan ayam yang dicekok dengan air (*placebo*) meningkatkan aktivitas enzim amilase dalam pankreas dan isi duodenum masing-masing dari 54 menjadi 4.219 U/g bahan kering dan dari 176 menjadi 536 U/g bahan kering. Protease juga meningkat masing-masing dari 1,65 menjadi 8,1 U/g dan dari 0,06 menjadi 1,98 U/g bahan kering (Silalahi 2002). Penelitian ini membuktikan kemungkinan adanya bioaktif dalam gel lidah buaya yang dapat menstimulasi produksi enzim *endogenous* dalam sistem pencernaan yang dibutuhkan untuk mencerna ransum dan meningkatkan penyerapan zat gizinya. Vinson *et al.* (2005) juga melaporkan peningkatan absorpsi vitamin C tiga kali lipat atau 304% dan absorpsi vitamin E meningkat 369% pada manusia dengan pemberian gel lidah buaya dibandingkan dengan kontrol.

KESIMPULAN

Zat aktif atau bioaktif dalam lidah buaya sudah lama digunakan untuk kesehatan manusia dan hewan di berbagai negara karena mengandung zat berkhasiat. Zat aktif lidah buaya terutama dijumpai di dalam gel pada daun. Gel lidah buaya mengandung zat gizi seperti protein, asam amino, mineral, dan karbohidrat dalam jumlah kecil. Gel lidah buaya juga mengandung zat nongizi seperti antrakinon, monosakarida, dan polisakarida.

Antrakinon merupakan salah satu zat aktif dalam gel lidah buaya yang dapat menghambat pertumbuhan mikroba secara *in vitro* maupun *in vivo*. Bioaktif lidah buaya dapat menstimulasi produksi enzim amilase dan protease dalam sistem pencernaan ayam. Penggunaan gel lidah buaya dengan konsentrasi 0,25-1,00 g setara kering/kg ransum dapat memperbaiki efisiensi pakan pada ayam broiler dan petelur. Perbaikan efisiensi pakan yang disebabkan penambahan gel lidah buaya sama atau lebih baik dari penambahan antibiotik. Oleh karena itu, bioaktif lidah buaya dapat digunakan sebagai imbuhan pakan yang aman untuk kesehatan manusia.

DAFTAR PUSTAKA

- Adams, C.A. 2000. The role of nutraceuticals in health and total nutrition. Proc. Aust. Poult. Sci. Symp. 12: 17-24.
- Barton, M.D. 2000. Antibiotic use in animal feed and its impact on human health. Nutr. Res. Rev. 13: 279-299.
- Bernhoft, A. 2010. A brief review on bioactive compounds in plants. pp. 11-17. *In* A. Bernhoft (Eds.) Bioactive Compounds in Plants – Benefits and risks for man and animals. The Norwegian Academy of Science and Letters, Oslo.
- Bintang, I.A.K., A.P. Sinurat, T. Purwadaria, M.H. Togatorop, J. Rosida, H. Hamid, dan Saulina. 2001. Pengaruh pemberian bioaktif dalam lidah buaya terhadap penampilan ayam broiler. hlm. 574-581. Prosiding Seminar Nasional Teknologi Peternakan dan Veteriner. Pusat Penelitian dan Pengembangan Peternakan, Bogor.
- Bintang, I.A.K., A.P. Sinurat, dan T. Purwadaria. 2005. Pengaruh tingkat perubahan bioaktif lidah buaya terhadap produksi telur ayam. J. Ilmu Ternak dan Veteriner 10: 85-89.
- Bouchey, G.D. and G. Gjerstad. 1969. Chemical studies of *Aloe vera* juice II: Inorganic ingredients. Quarterly J. Crude Drug Res. 9: 1445-1453.

- Cushnie, T.P.T. and A.J. Lamb. 2005. Antimicrobial activity of flavonoids. *Int. J. Antimicrobial Agents* 26: 343–356.
- Edenharder, R., C. Speth, M. Decker, and K.L. Platt. 1998. The inhibition of naphthoquinones and anthraquinones of 2 amino 3 methylimidazo (4,5) quinoline metabolic activation to a mutagen a structure activity relationship study. *Abst. Food Res. Technol.* 207: 464-471.
- Fly, L.B. and I. Kiem. 1963. Tests of *Aloe vera* for antibiotic activity. *Econ. Bot.* 17: 46-49.
- Gill, S. and P. Best. 1998. Antibiotic resistance in USA: Scientist to look more closely. *Feed Int.* 19: 16-17.
- Gill, C. 1999. More science behind “botanicals”: Herbs and plant extract as growth enhancers. *Feed Int.* 20: 20-23.
- Gjerstad, G. 1971. Chemical studies of aloe vera juice – 1. Amino acid analyses. *Adv. Frontiers Plant Sci.* 28: 311-315. <http://www.aloereseearch.com/resdwnloads.html>.
- Hamman, J.H. 2008. Composition and applications of *Aloe vera* leaf gel. *Molecules* 13: 1599-1616. doi: 10.3390/Molecules 2008.
- Heggers, J.P., G.R. Pineless, M.C. Robson, and Martin. 1979. Dermaide aloe/ aloe vera gel: Comparison of the antimicrobial effects. *J. Am. Med. Technol.* 41: 293-294.
- Inborr, J. 2000. Swedish poultry production without in-feed antibiotics – A testing ground or a model for the future? *Proc. Aust. Poult. Sci. Symp.* 2: 1-9.
- Johnson, I.T., J.M. Gee, K. Price, C. Curl, and G.R. Fenwick. 1986. Influence of saponin on gut permeability and active native transport *in vitro*. *J. Nutr.* 66: 2270-2277.
- Kamel, C. 2000. A novel look at a classic approach of plant extracts. *Feed Mix. Special Edition*, November 2000. pp. 19-21.
- Kamel, C. 2001. Tracing modes of action and the roles of plant extracts in non-ruminants *In* P.C. Garnsworthy and J. Wisemann (Eds.). *Recent Advances in Animal Nutrition*. Nottingham University Press, Nottingham.
- Kapoor, L.D. 1993. Ayur-vedic medicine of India. *J. Herbs, Spices Medicinal Plants* 4: 37-72.
- Lorenzetti, L.J., Salisbury, Rupert, Beal, L. Jack, and J.N. Baldwin. 1964. Bacteriostatic property of *Aloe vera*. *J. Pharm. Sci.* 53: 1287. <http://www.aloereseearch.com/resdwnloads.html>.

- Morsy, E.M. 1991. The final technical report on *Aloe vera*. 5th Ed. CITA International, USA.
- Morton, J.F. 1961. Folk uses and commercial exploitation of aloe leaf pulp. *Econ. Bot.* 15: 311-319.
- Murdiati, T.B., G. Adiwinata, dan D. Hildasari. 2000. Penelusuran senyawa aktif dari buah mengkudu (*Morinda citrifolia*) dengan aktivitas antelmintik terhadap *Haemonchus contortus*. *J. Ilmu Ternak dan Veteriner* 5: 255-259.
- Okamura, N., N. Hine, S. Harada, T. Fujioka, K. Mihashi, and A. Yagi. 1996. Three chomone components from *Aloe vera* leaves. *Phytochemistry* 43: 495-498.
- Onning, G., Q. Wang, B.R. Westrom, N.G. Asp, and B.W. Karlsson. 1996. Influence of oat saponins on intestinal permeability *in vitro* and *in vivo* in the rat. *J. Nutr.* 76: 141-145.
- Padmarsari, F.X.W., Y.S.K. Dewi, dan T. Rahayuni. 2006. Aktivitas antioksidan dan kemampuan pemerangkapan radikal bebas pada ekstrak *Aloe vera* (l) webb. *MIPA* 35: 101-113.
- Pasaribu, T., A.P. Sinurat, dan S.I.W. Rakhmani. 2005. Pengaruh pemberian bioaktif lidah buaya (*Aloe vera*) dan antraknon terhadap produktivitas ayam petelur. *J. Ilmu Ternak dan Veteriner* 10: 169-174.
- Purwadaria, T., M.H. Togatorop, A.P. Sinurat, J. Rosida, S. Sitompul, H. Hamid, dan T. Pasaribu. 2001. Identifikasi zat aktif beberapa tanaman (lidah buaya, mimba, dan bangkudu) yang potensial. Laporan Penelitian. Balai Penelitian Ternak, Ciawi, Bogor.
- Rochfort, S., A.J. Parker, and F.R. Dunshea. 2008. Plant bioactives for ruminant health and productivity. *Phytochemistry* 69: 299-322.
- Saks, Y. and N.I. Gordon. 1995. *Aloe vera* L. a potential crop for cultivation under conditions of low-temperature winter and basalt soils. *Ind. Crop Products* 4: 85-90.
- Sastroamidjojo, S. 1997. Obat Asli Indonesia. Cetakan kelima. Dian Rakyat, Jakarta.
- Sen, S., H.P.S. Makkar, S. Muetzel, and K. Becker. 1998. Effect of *Quillaja saponaria* saponins and *Yucca schidigera* plant extract on growth of *Escherichia coli*. *Lett. Appl. Microbiol.* 27: 35-38.
- Silalahi, M. 2002. Penggunaan lidah buaya *Aloe vera barbadens* kering dan segar dan pengaruhnya terhadap aktivitas enzim serta performans ayam pedaging. Thesis. Program Pascasarjana IPB, Bogor.

- Sinurat, A.P., T. Purwadaria, M.H. Togatorop, T. Pasaribu, I.A.K. Bintang, S. Sitompul, dan J. Rosida. 2002. Respon ayam pedaging terhadap penambahan bioaktif lidah buaya dalam ransum: Pengaruh berbagai bentuk dan dosis bioaktif dalam tanaman lidah buaya terhadap performans ayam pedaging. *J. Ilmu Ternak dan Veteriner* 7: 69-75.
- Sinurat, A.P., T. Purwadaria, M.H. Togatorop, dan T. Pasaribu. 2003. Pemanfaatan bioaktif tanaman sebagai “feed additive” pada ternak unggas: Pengaruh pemberian gel lidah buaya atau ekstraknya dalam ransum terhadap penampilan ayam broiler. *J. Ilmu Ternak dan Veteriner* 8: 139-145.
- Sinurat, A.P., T. Purwadaria, T. Pasaribu, Susana I. W. Rakhmani, J. Dharma, J. Rosida, S. Sitompul, dan Udjianto. 2004. Efektifitas bioaktif lidah buaya sebagai imbuhan pakan untuk ayam broiler yang diperoleh di atas *litter*. *J. Ilmu Ternak dan Veteriner* 9: 145-150.
- Sinurat, A.P., T. Purwadaria, I.A.K. Bintang, P. Ketaren, N. Bermawie, M. Raharjo, dan M. Rizal. 2009. Pemanfaatan kunyit dan temulawak sebagai imbuhan pakan untuk ayam broiler. *J. Ilmu Ternak dan Veteriner* 14: 90-96.
- Sumarsi., Lucyana, and F. Anita. 1998. Pembuatan tepung lidah buaya (*Aloe vera* Linn) dengan alat pengering semprot serta karakteristik mutunya. *J. Agro-Based Industry* 15: 1-5.
- Tanaka, M., T. Fukushima, Y. Tsujino, and T. Fujimori. 1997. Nigrosporin A and B, new phytotoxic and antibacterial metabolites produced by a fungus *Nigrospora orizae*. *Abst. Biosci. Biotechnol. Biochem.* 61: 1848-1852.
- Togatorop, M.H., A.P. Sinurat, T. Purwadaria, J. Rosida, Saulina, dan H. Hamid. 2001. Pemanfaatan tanaman lidah buaya secara tradisional dan studi kandungan bioaktifnya. Pusat Penelitian dan Pengembangan Peternakan, Bogor. hlm. 582-589.
- Van den Bogaard, A.E. and E.E. Stobberingh. 1999. Antibiotic usage in animals: impact on bacterial resistance and public health. *Drugs* 58(4): 589-607.
- Vinson, J.A., H. Al Kharrat, and L. Andreoli. 2005. Effect of *Aloe vera* preparations on the human bioavailability of vitamins C and E. *Phytomedicine* 12: 760-765.
- Vogler, B.K. and E. Ernst. 1999. *Aloe vera*: A systematic review of its clinical effectiveness. *Br. J. General Practice* 49: 823-828.
- Waiheya, R.K., M.M.A. Mtambo, G. Nkwengulila, and U.M. Minga. 2002. Efficacy of crude extract of *Aloe secundiflora* against *Salmonella gallinarum* in experimentally infected free-range chickens in Tanzania. *J. Ethnopharmacol.* 79: 317-323.

- Wallace, R.J., W. Oleszek, C. Franz, I. Hahn, K.H. Baser, A. Mathie, and K. Teichmann. 2010. Dietary plant bioactives for poultry health and productivity. *Br. Poult. Sci.* 51: 461-487.
- Waller, G.R., S. Mangiafico, and C.R. Ritchey. 1978. A chemical investigation of *Aloe barbadensis* Miller. *Proc. Okla. Acad. Sci.* 58: 69-76.
- Wenk, C. 2003. Herbs and botanicals as feed additives in monogastric animals. *Asian-Aust. J. Anim. Sci.* 16: 282-289.
- Wills, R.B.H., K. Bone, and M. Morgan. 2000. Herbal products: active constituents, modes of action and quality control. *Nutr. Res. Rev.* 13: 47-77.

<http://serverlib/psekp/>

Fungsi dan Peran Ternak dalam Sistem Usaha Tani

UKA KUSNADI

Balai Penelitian Ternak

Jalan Veteran III Ciawi, Kotak Pos 221, Bogor 16002

E-mail : ukakusnadi_osekternak@yahoo.co.id

ABSTRAK

Usaha tani di Indonesia umumnya merupakan integrasi antara tanaman pangan dan ternak. Namun, pemeliharaan ternak dalam sistem usaha tani masih bersifat sampingan. Fungsi dan peran ternak bagi petani adalah: (1) sumber gizi keluarga, (2) sumber tenaga kerja, (3) pemanfaatan limbah pertanian, (4) sumber pupuk, (5) pelengkap upacara dan keagamaan, (6) hewan kesenangan, (7) tabungan, dan (8) sumber pendapatan. Petani mengharapkan keuntungan dari pemeliharaan ternak, bahkan menjadi sumber pendapatan yang tetap. Berdasarkan skala usaha dan tingkat pendapatan peternak, usaha ternak diklasifikasi dalam empat kelompok, yaitu: (1) peternakan sebagai usaha sampingan, (2) peternakan sebagai cabang usaha, (3) peternakan sebagai usaha pokok, dan (4) peternakan sebagai usaha industri. Dari empat kelompok tersebut, hanya kelompok 1 dan 2 yang merupakan usaha tani peternakan rakyat dengan tingkat pendapatan kurang dari 50% dari total pendapatan. Oleh karena itu, pengembangannya memerlukan pembinaan dari pemerintah. Faktor yang memengaruhi pengembangan peternakan rakyat adalah: (1) faktor alam, (2) ketersediaan lahan, (3) struktur dan skala kepemilikan ternak, (4) penggunaan teknologi, (5) ketersediaan modal, (6) sosial-budaya, dan (7) ketersediaan sarana penunjang. Pengembangan ternak harus sesuai dengan kondisi lingkungan pertanian (agroekosistem) setempat, terutama yang dapat memberikan pendapatan optimal melalui sistem integrasi tanaman-ternak (SITT). Pendapatan dari usaha ternak melalui SITT di lahan kering berbukit dapat mencapai 47% dari total pendapatan. Di lahan kering dataran beriklim basah, introduksi ternak sapi dapat mengolah tanah 1,5-2 ha sehingga pendapatan meningkat dua kali lipat. Dengan memelihara 32 ekor sapi di lahan sawah diperoleh keuntungan Rp17.785.100 selama 4 bulan. Di lahan pasang surut, pemeliharaan 8 ekor domba/kambing memberi tambahan pendapatan Rp 200.000-250.000 per bulan (30% dari total pendapatan). Penggunaan sapi sebagai tenaga kerja meningkatkan pendapatan sekitar 50% di perkebunan kelapa sawit melalui pengurangan upah panen. Pada lahan marginal di Kabupaten Tangerang, pemeliharaan empat ekor induk domba dan satu pejantan meningkatkan pendapatan Rp425.000 per bulan atau 60% dari total pendapatan keluarga.

Kata kunci: ternak, agroekosistem, usaha tani, pendapatan

PENDAHULUAN

Dalam sejarah peradaban manusia, sejak zaman dahulu sudah berkenalan dengan hewan. Perkembangan kebudayaan manusia diikuti oleh perkembangan membudidayakan hewan ternak. Pada zaman modern seperti sekarang ini, ternak tidak lagi merupakan partner, tetapi diposisikan sebagai benda hidup yang pasif yang dapat dieksploitasi seoptimal mungkin, baik tenaga maupun produksinya.

Tinggi rendahnya konsumsi bahan makanan dari ternak secara tidak langsung dapat menjadi ukuran tingkat kemakmuran seseorang, keluarga, negara dan juga mencerminkan tingkat kemajuan dan teknologi bangsa. Di pedesaan, martabat seseorang, khususnya petani sangat ditentukan oleh jumlah pemilikan ternak (Kusnadi *et al.* 1986; Levine *et al.* 1998). Jumlah pemilikan ternak oleh keluarga di pedesaan lazim dijadikan ukuran status sosial-ekonomi, martabat sosial, dan kesejahteraan.

Hampir setiap keluarga tani memiliki ternak, minimal ayam. Acara adat, selain ditandai oleh upacara-upacara adat juga diikuti oleh pemotongan hewan ternak pada saat upacara. Jumlah dan jenis hewan yang dipotong menentukan tingkat upacara tersebut, tidak ditentukan oleh banyaknya beras yang ditanak. Hal ini berarti ternak sudah dikenal lama oleh masyarakat sebagai komoditas bermutu tinggi. Di samping sebagai sumber protein hewani, ternak juga mendatangkan keuntungan sebagai usaha pokok yang dapat memenuhi kebutuhan hidup petani dan keluarganya (Soehadji 1992).

Usaha tani di Indonesia umumnya ditandai oleh usaha yang saling mengisi antara tanaman pangan dan peternakan (Kusnadi *et al.* 2001a; 2005). Ternak, terutama sapi dan kerbau, memegang peran yang sangat vital dalam penyediaan tenaga kerja pertanian pada masyarakat tradisional. Namun, pemeliharaan ternak masih merupakan usaha sampingan dalam sistem usaha tani. Sifat usaha yang demikian biasanya ditandai oleh (1) tingkat pemilikan ternak yang rendah, (2) belum menggunakan bibit unggul, (3) pemberian ransum yang kurang sempurna, (4) manajemen pemeliharaan yang kurang baik, (5) belum menggunakan teknologi yang tepat, (6) belum melakukan pencegahan penyakit yang teratur, dan (7) penjualan ternak terjadi pada saat tertentu. Kondisi ini berakibat pada tingkat kontribusi ternak yang relatif rendah terhadap pendapatan petani.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa kontribusi ternak (domba/kambing) terhadap pendapatan petani relatif kecil, berkisar antara 14-17% (Knipscheer dan Kusnadi 1983), dengan investasi sekitar 2,5% dari total aset. Dengan mengintroduksi teknologi pakan, kontribusi usaha ternak domba terhadap pendapatan petani dapat mencapai 35% dengan investasi 3% dari total aset usaha tani (Levine dan Mulyadi 1986; Kusnadi *et al.* 1995).

Kondisi ini membuktikan bahwa potensi peningkatan kontribusi ternak terhadap pendapatan masih terbuka lebar (Priyanto *et al.* 1995).

Penelitian sistem usaha tani terpadu (*farming system research*) telah dilakukan di berbagai agroekosistem, di antaranya: (1) Proyek Penelitian Penyelamatan Hutan Tanah dan Air (P3HTA), yang menangani lahan kering di daerah aliran sungai (DAS) bagian hulu, (2) *Crop-Livestock System* (CLS) di lahan kering daerah transmigrasi, (3) *Crop-Livestock System* di lahan sawah, (4) Proyek Pertanian Lahan Pasang Surut dan Rawa (SWAMP-II), (5) Proyek Pengembangan Pertanian Rawa Terpadu (*Integrated Swamp Development Project*, ISDP), (6) Proyek Pengembangan Sistem Usaha Pertanian Lahan Pasang Surut Sumatera Selatan (SUP), dan (7) Program Peningkatan Pendapatan Petani Melalui Inovasi (P4MI). Penelitian sistem usaha tani tersebut mengalokasikan sumber daya menunjang keberhasilan produksi usaha tanaman pangan, tanaman keras, tanaman perkebunan, peternakan, dan perikanan. Penelitian peternakan dipusatkan pada peran ternak dalam sistem usaha tani secara keseluruhan dan terintegrasi.

FUNGSI DAN PERAN TERNAK BAGI PETANI

Ternak Sebagai Sumber Gizi Keluarga

Tingkat konsumsi pangan asal ternak mencerminkan kondisi sosial ekonomi dan kemakmuran seseorang. Petani pada umumnya kurang mampu mengonsumsi pangan asal ternak secara teratur. Untuk memenuhi keperluan gizi keluarganya, mereka mengonsumsi telur serta daging ayam buras atau itik yang dipelihara sendiri dalam jumlah relatif kecil. Meskipun mereka memelihara domba, kambing, sapi atau kerbau, petani jarang sekali mengonsumsi dagingnya. Menurut hasil survei di daerah transmigrasi, keluarga petani hanya mampu mengonsumsi 10 butir telur dan satu ekor ayam per tahun (Kusnadi *et al.* 1986). Kondisi ini menunjukkan konsumsi protein hewani masih rendah sehingga pemeliharaan ternak khususnya unggas perlu ditingkatkan, minimal dapat memenuhi kebutuhan gizi keluarga.

Ternak Sebagai Sumber Tenaga Kerja

Jenis ternak yang dapat digunakan sebagai sumber tenaga kerja terbatas pada sapi dan kerbau. Penggunaan kedua jenis ternak ini dalam sistem usaha tani telah lama dilakukan oleh masyarakat tani di Indonesia. Daerah pertanian yang luas dengan penduduk yang masih jarang, seperti di daerah transmigrasi rawa pasang surut dan perkebunan, biasanya kekurangan

tenaga kerja untuk transportasi dan mengolah tanah. Kehadiran ternak sapi dan kerbau di daerah pertanian tersebut sangat membantu petani dalam meningkatkan produktivitas usaha pertanian secara keseluruhan. Kemampuan ternak sapi dalam mengolah tanah di lahan kering menurut hasil penelitian di Sumedang adalah 5-7 hari kerja ternak (HKT) per ha, sedangkan di lahan sawah di Karawang 4-5 HKT/ha (Santoso *et al.* 1979), padahal bila dilakukan oleh tenaga kerja manusia bisa mencapai 17-23 HOK (hari orang kerja) per ha.

Penggunaan tenaga kerja ternak untuk mengolah tanah sawah seluas 1 ha, dengan satu atau dua ekor kerbau dengan alat bajak, memerlukan waktu rata-rata 6 HKT. Dengan cara dirancah seperti di Sumatera Utara dan Nusa Tenggara Barat menggunakan 100 ekor kerbau, pengolahan tanah 1 ha siap dalam satu hari. Di perkebunan kelapa sawit, penggunaan sapi untuk menarik gerobak maupun memanggul hasil panen meningkatkan efisiensi pengangkutan tandan buah sawit yang semula hanya 10 ha menjadi 15 ha hasil panen (Diwyanto *et al.* 2004). Kondisi ini menunjukkan adanya efisiensi dalam penggunaan faktor produksi yang pada gilirannya meningkatkan pendapatan petani.

Ternak Sebagai Pemanfaat Limbah Pertanian

Ternak mampu memanfaatkan limbah pertanian yang bernilai rendah untuk diubah menjadi komoditas yang bernilai tinggi berupa daging, telur, dan susu. Sistem usaha tani tanaman pangan banyak menghasilkan limbah berupa dedak, jerami padi, jagung, kedelai, dan jerami kacang tanah yang dapat dimanfaatkan sebagai sumber pakan yang baik bagi ternak. Di daerah tertentu, produk utama berupa ubi kayu sering tidak mempunyai arti ekonomis karena sulitnya pemasaran. Di samping itu terdapat industri rumah tangga yang menghasilkan ampas tahu yang belum dimanfaatkan secara optimal sebagai pakan ternak yang berkualitas baik. Oleh karena itu, perlu adanya teknologi untuk mengoptimalkan sumber daya pakan lokal berupa limbah pertanian secara efektif dan efisien (Kusnadi *et al.* 2001b). Dengan mengoptimalkan penggunaan limbah pertanian atau limbah industri pertanian diharapkan ketersediaan pakan cukup, sehingga harga pakan menjadi rendah dan akhirnya keuntungan usaha meningkat.

Ternak Sebagai Sumber Pupuk

Masyarakat tani telah biasa memanfaatkan kotoran ternak sebagai pupuk bagi tanaman. Dengan sistem pertanian organik, pupuk kandang lebih banyak diperlukan, terutama di daerah pertanian hortikultura yang intensif. Hasil penelitian di lahan kering Batumarta, Sumatera Selatan, menunjukkan

bahwa satu ekor sapi dapat menghasilkan pupuk kandang 0,75-1 ton per tahun, kambing menghasilkan 250-550 kg pupuk kandang/4 ekor/tahun, dan ayam buras menghasilkan pupuk kandang 100-200 kg/20 ekor/tahun (Kusnadi *et al.* 1986). Kondisi ini menunjukkan ternak cukup potensial dalam mengurangi biaya pembelian pupuk dalam sistem usaha tani. Namun, tingkat pemilikan ternak perlu disesuaikan dengan kemampuan dan kebutuhan pupuk, khususnya untuk keperluan sendiri. Dalam jumlah banyak, pupuk dapat dijual sehingga pendapatan petani meningkat.

Ternak Sebagai Pelengkap Kegiatan Keagamaan

Beberapa jenis ternak digunakan sebagai pelengkap dalam upacara adat dan keagamaan, misalnya: (1) pemotongan hewan kerbau dalam upacara pemakaman di Toraja Sulawesi Selatan, (2) penyerahan ternak babi dalam upacara pernikahan adat di Papua, (3) pemotongan ayam dan itik dalam upacara keagamaan Hindu Bali di Bali, dan (4) pemotongan hewan kurban berupa domba, kambing, sapi, dan kerbau pada Hari Raya Idul Adha oleh umat Islam. Ternak untuk berbagai upacara tersebut pada umumnya berasal dari peternakan rakyat. Bahkan kebutuhan hewan kurban untuk wilayah Jawa Barat dan Jakarta saja tidak kurang dari 2.000 ekor sapi dan 5.000 ekor domba/kambing setiap tahun. Hal ini merupakan peluang pasar sekaligus tantangan bagi peternakan rakyat untuk memacu usaha. Pada saat itu, ternak dapat dijual dengan harga yang tinggi sehingga meningkatkan pendapatan peternak.

Ternak Sebagai Hewan Kesenangan dan Objek Wisata

Sebagian petani di Kabupaten Garut memelihara domba untuk lomba ketangkasan. Untuk lomba ketangkasan ini dipilih domba jantan yang memiliki postur tubuh yang baik, badan besar, tanduk besar, dan otot masif, sehingga sangat baik pula untuk pejantan yang dapat memberi keturunan yang unggul.

Lomba ketangkasan domba diiringi oleh gamelan, sehingga menjadi objek wisata yang menarik. Karapan sapi di Madura dan lomba kerbau kalang di Kalimantan Selatan dan Nusa Tenggara Barat juga merupakan aset wisata ternak yang perlu dikembangkan. Oleh karena itu, pengembangan ternak perlu disesuaikan dengan fungsi dan perannya di lokasi pengembangan.

Ternak Sebagai Tabungan dan Jaminan

Pemeliharaan ternak secara tradisional umumnya tidak memerlukan biaya yang banyak (Priyanto dan Yulistiani 2005), cukup mengeluarkan tenaga untuk menyabit rumput atau melepaskan ternak di lapangan, sawah kosong atau tegalan untuk mencari makan sendiri. Apabila sudah besar dan cukup umur, ternak dijual untuk memenuhi kebutuhan hidup petani dan keluarganya, seperti memperbaiki rumah, menyekolahkan anak, dan memenuhi kebutuhan lainnya yang mendesak. Dalam kondisi ini, ternak merupakan tabungan untuk mendapatkan uang pada saat-saat tertentu, bahkan ternak dapat dijadikan jaminan dalam peminjaman uang pada orang lain (Kusnadi 2005a). Paradigma ini perlu diubah menjadi usaha yang berorientasi ekonomi berkelanjutan.

Ternak Sebagai Sumber Pendapatan

Hampir semua petani mengharapkan keuntungan dari memelihara ternak. Bahkan keuntungan ini menjadi sumber pendapatan yang tetap bagi petani dan keluarganya. Berdasarkan skala usaha dan tingkat pendapatan peternak, usaha tani ternak diklasifikasi dalam empat kelompok (Soehadji 1992).

1. Peternakan sebagai usaha sambilan. Petani yang mengusahakan berbagai komoditas pertanian, terutama tanaman pangan, juga memelihara ternak sebagai usaha sambilan untuk memenuhi kebutuhan sendiri (subsisten), dengan tingkat pendapatan dari ternak kurang dari 30%.
2. Peternakan sebagai cabang usaha. Petani peternak mengusahakan pertanian campuran (*mixed farming*) dan ternak sebagai cabang usaha tani dengan pendapatan dari ternak 30-70% (semikomersial atau usaha terpadu).
3. Peternakan sebagai usaha pokok. Peternak mengusahakan ternak sebagai usaha pokok dan komoditas pertanian lainnya sebagai usaha sambilan (komoditas tunggal) dengan pendapatan dari ternak 70-100%.
4. Peternakan sebagai usaha industri. Peternak sebagai pengusaha industri mengusahakan ternak khusus (*specialized farming*) dengan tingkat pendapatan 100% dari usaha peternakan.

Dari keempat kelompok usaha tersebut, hanya kelompok 1 dan 2 yang merupakan usaha peternakan rakyat, sehingga pengembangannya perlu pembinaan dan uluran tangan dari pemerintah.

MASALAH PENGEMBANGAN TERNAK DALAM SISTEM USAHA TANI

Usaha peternakan merupakan bagian dari usaha tani (Kusnadi *et al.* 2001a, 2005) dengan ciri usaha peternakan rakyat selalu dibarengi oleh pertanian, sehingga saling mengisi antara hasil sisa pertanian dan peternakan. Namun, pengembangan usaha peternakan dalam sistem usaha pertanian mendatangkan masalah. Masalah utama yang dapat memengaruhi berkembangnya usaha ternak mencakup teknis, sosial, dan ekonomi.

Faktor Alam

Faktor alam dalam usaha tani mencakup iklim, kesuburan tanah, temperatur, dan kelembapan. Faktor alam penting yang memengaruhi perkembangan peternakan dalam usaha tani secara langsung adalah curah hujan dan kesuburan tanah yang berdampak terhadap hasil tanaman sebagai sumber pakan (Sabrani *et al.* 1989; 1992).

Topografi merupakan salah satu faktor yang menentukan jenis dan vegetasi tanaman serta jenis usaha peternakan, seperti peternakan sapi perah di Jawa Barat, Jawa Tengah, dan Jawa Timur yang pada umumnya berada di dataran tinggi (Anonymous 1990), berkisar antara 800-1.500 m di atas permukaan laut. Sapi perah dapat pula dipelihara di dataran rendah, namun produksi susunya lebih rendah dibanding di dataran tinggi (Kusnadi *et al.* 1983). Faktor alam ini sulit dikendalikan oleh manusia. Walaupun ada teknologinya, biayanya sangat mahal.

Ketersediaan Tanah

Atmadilaga (1992) menyatakan bahwa tanah sebagai *basic input* utama dalam menghasilkan pakan hijauan merupakan pembatas bagi pengembangan ternak ruminansia, khususnya di Jawa. Namun *flying hard system* (sistem peternakan di awang-awang) tersebut menjadi tulang punggung produksi ternak lokal dalam pengembangan usaha peternakan tanpa menciptakan sumber-sumber yang permanen. Daya tampung tanah, mutu hijauan pakan, dan potensi genetik ternak menentukan tingkat produksi ternak per hektare tanah.

Kendala produksi ternak akibat ketidaktersediaan tanah cukup besar, karena kondisi pertanian *land to mouth existence* tidak memberikan peluang kepada ternak untuk menggunakan tanah pertanian sebagai sumber hijauan, sehingga kelangsungan hidup ternak bergantung pada sumber pakan di luar tanah garapan sendiri. Oleh karena itu, pengembangan usaha

peternakan rakyat hendaknya selaras dengan perkembangan pertanian dan sesuai dengan potensi wilayah. Untuk mengetahui potensi wilayah dari segi penyediaan pakan hijauan berupa sisa hasil pertanian, maka harus diketahui pola penggunaan tanah dan tanaman di daerah tersebut.

Struktur dan Skala Pemilikan Ternak

Pemilikan ternak ditentukan oleh modal petani. Petani kaya akan memiliki ternak sendiri, sedangkan petani yang kurang mampu cenderung memilih gaduhan ternak sebelum mampu memiliki sendiri. Keadaan ini berlaku terutama untuk ternak besar yang memerlukan modal relatif besar. Petani kecil hanya 45% yang memiliki ternak sendiri, sebagian besar (55%) mengusahakan ternak dengan sistem paroan/gaduhan. Kondisi ini mengakibatkan petani kurang sungguh-sungguh mengembangkan ternak sehingga tidak mencapai produksi yang optimal (Sabrani *et al.* 1992).

Ditinjau dari skala pemilikan, petani umumnya memiliki 1-3 ekor sapi atau kerbau dan 2-3 ekor domba atau kambing. Jumlah pemilikan ternak yang kecil dan pemeliharaan ternak secara individual dan tersebar akan menyulitkan dalam pembinaan dan penanganan. Hal ini menyebabkan kontribusi ternak terhadap pendapatan tetap rendah.

Penggunaan Teknologi

Penggunaan teknologi budi daya ternak pada umumnya relatif rendah, kecuali untuk ayam ras petelur dan pedaging. Peternak mengandalkan teknologi budi daya asli (*indigenous technology*) yang diperoleh secara turun-temurun. Rendahnya tingkat penggunaan teknologi terlihat dari beberapa kenyataan sebagai berikut:

1. Ternak yang dipelihara tidak berasal dari bibit unggul, tetapi bibit lokal yang ada di sekitarnya. Sebagai contoh, peternak di Desa Carenang, Kecamatan Cisoka, Kabupaten Tangerang, memelihara domba lokal dengan postur tubuh kecil, pendek, dan produktivitasnya rendah. Setelah berumur 1-1,5 tahun, bobot badan domba hanya berkisar antara 12-15 kg, padahal bobot domba garut dan domba ekor gemuk pada umur yang sama bisa mencapai 20-30 kg. Hal ini mungkin disebabkan oleh *in breeding* (kawin keluarga) karena daerah tersebut kekurangan pejantan (Kusnadi *et al.* 2002).
2. Pakan untuk ternak ruminansia hanya mengandalkan rumput lapangan dan sisa hasil pertanian dengan mutu yang rendah. Begitu juga ternak unggas (ayam dan itik), dipelihara secara diumbar atau digembala tanpa pemberian pakan konsentrat yang cukup sehingga produktivitasnya

rendah. Di daerah tertentu pada musim kemarau sulit diperoleh hijauan pakan. Sebaliknya pada musim hujan, pakan hijauan tersedia banyak, namun karena peternak belum mengenal teknologi pengawetan pakan maka hijauan tersebut tidak dimanfaatkan sebagai pakan (Prawiradiputra *et al.* 1986).

3. Tingginya angka kematian ternak, mencapai 30-40% (domba dan kambing). Selain karena penyakit, kematian ternak lebih banyak disebabkan oleh manajemen pemeliharaan yang kurang baik. Tingginya angka kematian ternak menyebabkan petani kurang bergairah memelihara ternak (Ismail *et al.* 1986; Prasetyo *et al.* 1988).

Sebenarnya teknologi bibit unggul, pakan, dan manajemen pemeliharaan cukup tersedia, tetapi belum sampai ke petani sebagai pengguna. Hal ini disebabkan oleh banyak faktor, antara lain metode alih teknologi kurang tepat, kurangnya dana, tenaga, kesiapan petani dan sarana di lokasi, dan tidak jelasnya institusi yang bertanggung jawab dalam alih teknologi peternakan.

Ketersediaan Modal

Petani peternak umumnya tidak memiliki modal yang cukup untuk memperbesar usahanya (Kusnadi 2004a). Modal dengan bunga yang ringan sulit diperoleh di pedesaan sehingga peternak meminjam uang ke rentenir dengan bunga tinggi. Oleh karena itu, perlu ada lembaga perkreditan untuk menunjang sistem usaha tani ternak di pedesaan.

Sosial-Budaya

Faktor sosial-budaya mencakup jumlah penduduk, tradisi, kepercayaan masyarakat, tingkat pendidikan, dan keterampilan petani. Menurut Atmadilaga (1992), pemeliharaan ternak sedikit banyak bergantung pada adanya penduduk. Dengan bertambahnya jumlah penduduk, mestinya berkembang pula peternakannya. Di sisi lain, bertambahnya penduduk ternyata menghambat perkembangan peternakan. Di daerah yang jumlah penduduknya padat, penggunaan tanah lebih diarahkan pada produksi yang langsung dikonsumsi manusia, dan sebaliknya di daerah jarang penduduk yang sulit memperoleh tenaga kerja.

Tradisi dan kepercayaan masyarakat turut menentukan jenis ternak yang dipelihara dan bentuk usaha di suatu daerah. Kusnadi *et al.* (2005a) menyatakan, meskipun pemeliharaan ternak berdasarkan keagamaan dan kemasyarakatan makin hilang, kenyataan menunjukkan sistem itu belum hilang sama sekali, karena masih terdapat warga masyarakat yang

memelihara ternak dalam jumlah banyak dengan tujuan untuk memperoleh kedudukan atau pandangan tinggi dari masyarakat sekitarnya.

Tingkat pendidikan, keterampilan, dan pengetahuan tentang peternakan sangat memengaruhi perkembangan usaha peternakan. Pengetahuan peternakan dan pendidikan petani sangat penting dan sifatnya fundamental untuk kemajuan usaha. Pengetahuan peternakan adalah pengalaman beternak yang dapat menentukan maju mundurnya usaha ternak. Dengan mempelajari pengalaman, peternak memperoleh pedoman yang berharga bagi kelancaran usahanya di masa mendatang, sehingga kesulitan dan hambatan yang biasa terjadi dapat diatasi. Tingkat pendidikan adalah pendidikan umum yang dapat memengaruhi corak usaha tani di suatu daerah, karena pendidikan merupakan faktor penting dalam alih teknologi bagi perkembangan usaha tani selanjutnya. Makin tinggi tingkat pendidikan, makin cepat proses adopsi teknologi.

Ketersediaan Sarana Penunjang

Peternakan rakyat yang terintegrasi dengan sistem usaha tani tanaman biasanya terpecah-pecah dan berlokasi jauh dari pusat keramaian, sehingga sarana komunikasi, jalan, dan alat transportasi menjadi barang langka. Hal ini berpengaruh terhadap pemasaran produksi, baik berupa ternak maupun tanaman. Kesulitan transportasi berdampak pada turunnya harga hasil usaha sehingga petani mengalami kerugian.

Sarana penunjang lainnya berupa tenaga penyuluh dan petugas kesehatan hewan di era otonomi daerah menjadi langka, bahkan tidak ada sama sekali. Institusi penyedia jasa perkreditan, koperasi, pendidikan, dan pelatihan bagi petani sulit ditemukan di pedesaan.

PENINGKATAN PENDAPATAN PETANI MELALUI INTEGRASI TERNAK DALAM SISTEM USAHA TANI

Pola usaha tani yang dapat meningkatkan pendapatan petani dan sesuai diterapkan di masing-masing daerah bergantung pada kondisi lahan, iklim, dan bentuk usaha tani yang ada (agroekosistem) di daerah tersebut. Oleh karena itu, pola usaha tani perlu dirancang menurut tipe lahan dan iklim, seperti daerah aliran sungai bagian hulu (lahan berbukit/*sloping area*), lahan kering beriklim basah dan kering, lahan sawah beririgasi teknis dan setengah teknis, sawah tadah hujan, lahan perkebunan, dan lahan rawa pasang surut. Kategori tersebut kemudian dipecah lagi menurut kemiringan lahan (untuk daerah aliran sungai) dan menurut sifat, rezim air, dan tipologi lahan (untuk daerah rawa pasang surut). Pada setiap agroekosistem diharapkan dapat

dikembangkan pola usaha tani yang sesuai dengan kebutuhan dan kemampuan petani.

Daerah Aliran Sungai Bagian Hulu

Kementerian Kehutanan mengidentifikasi terdapat 36 DAS di 23 provinsi yang memerlukan prioritas penanganan. Dari 36 DAS tersebut, 22 DAS dinyatakan dalam keadaan kritis, termasuk 11 DAS yang terdapat di Pulau Jawa (Departemen Pertanian 1987), seperti DAS Citanduy, DAS Jratunseluna (Jragung, Tuntang, Serang, Lusi dan Juana), dan DAS Brantas.

DAS bagian hulu merupakan areal lahan kering yang berbukit-bukit dengan kemiringan lereng mulai datar (0-15%) sampai terjal (>45%). Banyak masalah yang dihadapi petani di perbukitan DAS bagian hulu. Kepadatan penduduk yang tinggi memaksa petani mengolah lahan terjal yang seharusnya ditutupi oleh pohon-pohon tahunan sebagai tanaman hutan konservasi. Penanaman tanaman pangan di lahan berlereng menyebabkan erosi tanah yang terbawa aliran sungai dan mengendap di bagian hilir dan menyebabkan banjir di dataran rendah atau persawahan, seperti di pantai utara Jawa. Erosi mengakibatkan tanah di DAS bagian hulu makin tipis dan tandus, sehingga produksi tanaman yang dibudidayakan menurun. Menurut hasil survei, pendapatan petani di DAS Citanduy, DAS Jratunseluna, dan DAS Brantas masing-masing hanya Rp43.500, Rp28.000, dan Rp34.200 per bulan, setara dengan 36,2 kg, 23,3 kg, dan 28,5 kg beras (Fagi *et al.* 1988). Dari pendapatan tersebut, kontribusi ternak hanya berkisar antara 10-15%.

Semakin miring lahan semakin banyak tanaman tahunan dan semakin sedikit tanaman pangan yang dapat ditanam. Lahan dengan kemiringan 0-15% dapat ditanam 90-100% tanaman pangan dan rumput pakan pada galengan atau guludan. Lahan dengan kemiringan 15-30% dapat ditanami tanaman pangan dan tanaman tahunan dengan proporsi 75% : 25%. Pada lahan dengan kemiringan 30-45%, dapat diusahakan tanaman pangan dan tanaman tahunan dengan proporsi yang sama (50%:50%). Pada lahan dengan tingkat kemiringan lebih dari 45%, tanaman tahunan lebih dominan. Lamtoro, turi, dan glirisidia sebagai pakan ternak ditanam dalam barisan sepanjang kontur. Tanaman pangan dapat diusahakan di antara barisan tanaman pakan tersebut.

Macam teras yang dibuat bergantung pada kedalaman dan erodibilitas tanah. Pada tanah dengan solum dalam dapat dibuat teras bangku, sedangkan pada tanah dangkal dibuat teras gulud. Pada lereng/tampingan dan bibir teras bangku ditanam rumput pakan ternak, dan pada guludan ditanam tanaman semak (*leguminosa kaliandra*, *flemingia*) yang berfungsi sebagai pakan ternak dan tanaman konservasi pencegah erosi. Pola tanam tersebut telah diuji di DAS Citanduy di Jawa Barat, DAS Jratunseluna di Jawa

Tengah, dan DAS Brantas di Jawa Timur. Hasil pengujian menunjukkan bahwa lahan dengan teras bangku mampu mendukung 11-12 ekor domba per ha dengan rata-rata kenaikan bobot badan 150 g/ekor/hari, sementara di tingkat petani hanya 50 g/ekor/hari (Prasetyo *et al.* 1988).

Domba yang dipelihara di DAS dengan penataan tanaman pakan pada pola usaha tani konservasi menunjukkan angka kelahiran yang cukup baik, rata-rata 1,84 ekor/tahun, bahkan di DAS Citanduy mencapai 213%. Angka ini lebih tinggi daripada angka kelahiran rata-rata domba yang dipelihara di pedesaan yang hanya rata-rata 1,25 ekor/tahun (Chaniago *et al.* 1984).

Sebagaimana yang telah disebutkan sebelumnya, salah satu peran ternak dalam usaha tani adalah manfaat kotorannya sebagai pupuk organik. Menurut Kusnadi *et al.* (1986), seekor domba dapat menghasilkan pupuk kandang 0,7 kg/hari. Daya dukung lahan berteras bangku berkisar antara 11-24 ekor domba dalam satu musim tanam (100 hari), yang menghasilkan pupuk kandang 1,68 ton atau 6,13 t/ha/tahun. Dibandingkan dengan kebutuhan pupuk kandang yang berkisar antara 10-20 t/ha, pupuk kandang yang dihasilkan ini masih kurang. Dengan kata lain, kontribusi domba dalam penyediaan pupuk kandang dalam setahun hanya 36%. Walaupun demikian, pemeliharaan domba di DAS dapat membantu petani dalam memperbaiki sifat kimia dan fisik tanah (Kusnadi dan Prawiradiputra 1989a).

Di samping memberikan kontribusi pupuk kandang dalam sistem usaha tani konservasi, ternak domba dapat memberikan sumbangan pendapatan yang cukup tinggi, yaitu 47% dari total pendapatan petani dengan pemilikan lahan 0,7-1,2 ha dan 16 ekor ternak domba (Kusnadi dan Prawiradiputra 1989b). Dengan mengintroduksi tanaman pakan ke dalam sistem usaha tani konservasi pada lahan dengan kemiringan lebih dari 30% dan berteras bangku dapat mengurangi laju erosi tanah sampai 0,8 t/ha/tahun (Sembiring *et al.* 1990). Namun masih banyak masalah yang dihadapi dalam introduksi ternak domba di DAS, di antaranya tingginya tingkat kematian domba muda, skala pemilikan ternak masih rendah, dan kurangnya peran pemerintah daerah setempat dalam pembinaan petani.

Agroekosistem Lahan Kering

Lahan kering adalah hamparan lahan yang tidak pernah digenangi atau tidak tergenang air pada sebagian besar waktu dalam setahun. Berdasarkan letaknya di atas permukaan laut (dpl), lahan kering dapat dibagi menjadi dua kelompok, yaitu (1) lahan kering dataran rendah, terletak pada < 700 m dpl, dan (2) lahan kering dataran tinggi, terletak pada 700-2.500 m dpl (Hidayat *et al.* 2000; Santoso 2003). Luas lahan kering dataran rendah di Indonesia mencapai 87,4 juta ha, sebagian besar (89%) terletak pada daerah beriklim

basah, dengan curah hujan tinggi tanpa musim kemarau yang jelas. Lahan kering beriklim basah cocok untuk pertanian termasuk peternakan (Hidayat *et al.* 2000; Kurnia *et al.* 2000). Lahan kering dataran rendah terutama terdapat di Papua, Maluku, Kalimantan, Sumatera, dan Jawa.

Sumatera Selatan mewakili agroekosistem lahan kering beriklim basah yang luasnya 48,3 juta ha di Indonesia (Atmadilaga 1992). Pada umumnya lahan kering didominasi oleh tanah Podsolik Merah Kuning dengan tingkat kesuburan yang rendah. Selain kesuburan tanah yang rendah, petani transmigran juga dihadapkan pada masalah kurang memadainya jumlah tenaga dan modal usaha tani. Hal ini merupakan kendala yang menghambat dalam membuka dan mengolah lahan.

Petani transmigran di Batumarta, Sumatera Selatan, menerima lahan seluas 5 ha melalui Proyek Transmigrasi, yang terdiri atas 1 ha lahan pekarangan, 1 ha lahan usaha tanaman pangan, 1 ha kebun karet, dan 2 ha lahan usaha yang belum dibuka. Tugas proyek ini adalah mengembangkan pola usaha tani yang memungkinkan bagi petani menggunakan lahannya secara efisien. Dengan demikian, perlu dicari keseimbangan antara tanaman pangan, tanaman keras, dan ternak yang dapat mencukupi kebutuhan dan meningkatkan pendapatan petani per tahun, dan dapat dilaksanakan oleh petani yang memiliki tenaga dan modal terbatas. Untuk maksud tersebut, beberapa pola usaha tani dirancang dan diuji di lahan petani dan di "laboratorium lapang" yang dikembangkan di Batumarta. Kriteria model usaha tani yang dievaluasi dan diuji adalah: (1) pola usaha tani petani tanpa ternak, (2) pola usaha tani petani dengan ternak, (3) pola usaha tani petani yang diperbaiki secara bertahap, dan (4) pola usaha tani baru.

Model usaha tani introduksi dengan melibatkan ternak adalah kombinasi dari dua ekor sapi, lima ekor kambing, dan 23 ekor ayam buras. Model introduksi ini dibandingkan dengan usaha tani petani yang sedang berjalan (*existing farming system*). Ternyata model introduksi ini mampu memenuhi tujuan proyek, yaitu memanfaatkan lahan usaha dan meningkatkan pendapatan petani.

Dengan introduksi ternak, petani mampu mengolah tanah 1,5-2 ha, yang biasanya hanya 0,7 ha. Pendapatan petani pun meningkat hampir dua kali lipat dan bahkan kontribusi ternak terhadap pendapatan menggeser tanaman pangan ke urutan kedua setelah karet (Ismail *et al.* 1986; Kusnadi *et al.* 1986).

Penelitian pola usaha tani yang terintegrasi dengan kambing pada lahan kering dataran rendah beriklim kering menunjukkan produktivitas dan laju pertambahan anak (LPA) kambing mencapai 2,18. Padahal menurut Setiadi (2002), LPA rata-rata kambing di Indonesia hanya 2,02 ekor anak/sapih/induk/tahun. Dengan memiliki 10 ekor induk kambing, petani memperoleh

pendapatan bersih Rp630.500/bulan, sehingga sumbangan ternak kambing terhadap total pendapatan petani cukup besar, berkisar antara 30-64% (Kusnadi 2005b).

Agroekosistem Lahan Sawah

Lahan sawah merupakan penghasil utama beras di Indonesia, 95% dari total produksi gabah nasional, sisanya 5% berasal dari padi gogo (Abdurachman *et al.* 2001). Namun, sebagian tanah sawah tergolong tanah sakit. Menurut Go (1998), tanah sakit atau tanah lapar adalah tanah sawah yang tidak dapat memberikan pertumbuhan dan hasil yang tinggi karena kekurangan unsur hara, yang kemungkinan besar karena terkurasnya bahan organik tanah dan unsur-unsur hara mikro. Hal tersebut antara lain disebabkan oleh pengelolaan tanah yang intensif dengan penggunaan pupuk N, P, K secara terus-menerus tanpa penambahan unsur-unsur hara lain dan tanpa pengembalian bahan organik yang memadai ke dalam tanah. Dengan kata lain, tanah sawah yang sakit atau lapar adalah tanah yang kandungan bahan organiknya sudah sangat rendah sehingga tidak dapat memberikan produksi yang baik. Oleh karena itu, integrasi ternak ruminansia (sapi, kerbau, domba dan kambing) ke dalam sistem usaha tani di lahan sawah diharapkan mampu meningkatkan produktivitas melalui pemberian pupuk organik yang berasal dari kotoran ternak, selain memberikan tambahan pendapatan dan membantu tenaga kerja bagi petani.

Program peningkatan produktivitas padi terpadu (P3T) diimplementasikan dalam bentuk kegiatan yang terintegrasi antara pengelolaan tanaman terpadu (PTT) dengan sistem integrasi padi-ternak (SIPT) yang didukung oleh penguatan kelembagaan tani. Lokasi pelaksanaan program P3T berada di beberapa sentra produksi padi yang tersebar di 32 kabupaten. Di setiap lokasi ditentukan areal PTT seluas 100 ha dan pada SIPT didistribusikan 80 ekor sapi.

Pengembangan pengelolaan tanaman padi terpadu yang diintegrasikan dengan sapi nyata meningkatkan produktivitas dan efisiensi usaha tani. Rata-rata kenaikan produksi padi dalam sistem PTT lebih tinggi 3,7-18,8% dibanding non-PTT dengan tambahan keuntungan Rp940.000/ha (Ananto 2002).

Model usaha penggembukan sapi pada daerah berbasis usaha tani padi di Kabupaten Subang menunjukkan bahwa pemberian jerami padi yang difermentasi maupun tanpa fermentasi meningkatkan bobot badan rata-rata 0,35 kg/ekor/hari dengan konsumsi jerami padi rata-rata 2,53 kg dan konsentrat berupa dedak padi dan ampas tahu 2,77 kg/ekor/hari. Dengan memelihara 32 ekor sapi diperoleh keuntungan Rp17.785.100 selama 4 bulan penggembukan atau Rp556.000 per ekor. Selain itu, petani memperoleh pupuk kandang 17.664 ton (Kusnadi *et al.* 2001b).

Agroekosistem Lahan Pasang Surut

Lahan pasang surut merupakan agroekosistem usaha tani yang pengelolaannya lebih banyak ditentukan oleh pasang surutnya air laut, air sungai, maupun air hujan. Lahan pasang surut berbentuk rawa yang sebagian besar berada di Kalimantan dan Sumatera bagian timur. Kondisi lahan rawa pasang surut jauh berbeda dengan lahan sawah irigasi maupun lahan kering dan daerah aliran sungai.

Masalah utama di lahan rawa pasang surut adalah pengendalian air dan sifat tanah yang masam. Ketinggian air dan sifat tanah dipengaruhi oleh siklus pasang surut dan banjir musiman. Gambut tebal dan sulfat masam dapat berpengaruh buruk terhadap pertumbuhan tanaman. Di samping itu, tenaga kerja pengolah tanah sulit diperoleh, serangan hama dan penyakit sering terjadi, dan sulitnya transportasi untuk mengangkut hasil bumi dan sarana produksi karena tidak adanya jalan yang memadai (Ananto *et al.* 1998; Kusnadi 2005a).

Penataan lahan lahan pasang surut menggunakan sistem surjan yang terdiri atas tabukan dan guludan. Pada tabukan ditanam padi sawah dan pada guludan ditanam palawija dan tanaman keras seperti kelapa. Usaha tani melibatkan berbagai komoditas, di antaranya ternak.

Jenis ternak yang diintroduksi di lahan pasang surut adalah sapi, kerbau, domba, kambing, itik, dan ayam buras. Sapi dan kerbau mempunyai peranan dalam pengolahan tanah dan penyediaan pupuk. Dengan memelihara 2 ekor sapi atau kerbau, petani yang semula hanya mampu mengolah tanah 0,5-1 ha meningkat sampai 2 ha atau dua kali lipat, sementara biaya pembelian pupuk berkurang 20% (Kusnadi *et al.* 2000).

Petani di lahan gambut yang memelihara 8 ekor domba/kambing mendapat tambahan pendapatan Rp200.000-250.000 per bulan atau 30% dari total pendapatan usaha tani tanaman pangan. Bagi petani pada lahan sulfat masam potensial (SMP) dan lahan sulfat masam aktual (SMA) yang sering mengalami gagal panen, introduksi ayam buras dengan skala pemilikan ekonomis (500-1.000 ekor) memperoleh pendapatan Rp4.966.500 per tahun (Zainuddin dan Supriadi 2000).

Agroekosistem Perkebunan

Lahan perkebunan merupakan lahan kering yang sebagian besar tanahnya digunakan untuk usaha tanaman perkebunan seperti kelapa, kakao, teh, jambu mete, karet, dan kelapa sawit. Integrasi ternak dalam usaha perkebunan dirintis sejak tahun 1976, yaitu usaha ternak domba di bawah pohon kelapa di Pameungpeuk Garut, usaha ternak sapi di kebun kelapa di

Pantai Selatan Kabupaten Ciamis, dan ternak domba dalam perkebunan karet di Kabupaten Bogor dan Batumarta, Sumatera Selatan. Pada saat itu, integrasi ternak dalam areal perkebunan diharapkan dapat memperoleh sumber pakan hijauan bagi ternak karena sempitnya lahan pangonan dan tegalan, sehingga pakan yang tersedia berupa rumput dalam jumlah terbatas. Sekarang pihak perkebunan dapat mendayagunakan ternak untuk pengangkut hasil, mengembalikan kesuburan tanah melalui penggunaan pupuk kandang, memanfaatkan limbah industri sebagai pakan, yang berujung pada peningkatan pendapatan.

Sebagai gambaran, hasil pengkajian pengembangan sistem integrasi kelapa sawit–sapi yang dilaporkan Diwiyanto *et al.* (2004) menunjukkan bahwa penggunaan sapi untuk menarik gerobak atau memanggul hasil panen kelapa sawit meningkatkan efisiensi pengangkutan tandan buah sawit (TBS). Pemanen yang biasanya hanya mampu memanen TBS 10 ha, dengan bantuan sapi mampu meningkatkan panen TBS menjadi 15 ha. Di samping itu, pengangkutan pupuk, dan penggunaan tenaga pengawas makin efisien, sehingga secara keseluruhan dapat menghemat biaya tenaga kerja.

Penggunaan sapi sebagai tenaga kerja meningkatkan pendapatan pemanen sekitar 50% melalui penerimaan upah panen (Diwiyanto *et al.* 2004; Manti *et al.* 2004). Perkebunan kelapa sawit mempunyai potensi yang cukup besar dalam penyediaan pakan yang berasal dari pelepah, daun, maupun limbah industri. Bahan kering yang dihasilkan berpotensi sebagai pakan untuk 1-3 ekor sapi per hektare kelapa sawit. Kebutuhan tenaga kerja sapi adalah 1 ekor untuk 15 ha. Ditinjau dari ketersediaan pakan, setiap keluarga pemanen berpotensi memelihara tambahan sapi sebanyak 14 ekor sepanjang tahun.

Agroekosistem Lahan Marginal

Lahan marginal merupakan aset yang cukup luas, tersebar terutama di Sumatera, Kalimantan, Sulawesi, dan Papua. Lahan marginal berupa lahan kering dengan jenis tanah Podzolik Merah Kuning, sisanya berupa lahan basah, berpasir kuarsa, dan bersolum tanah dangkal (Atmadilaga 1992; Santoso 2003). Luas lahan marginal diperkirakan 51 juta ha, yang lazim dikonotasikan sebagai lahan tidur yang secara ekonomi tidak memberikan keuntungan yang berarti.

Petani yang mengusahakan lahan marginal umumnya tergolong miskin (Ananto 2003). Dengan kondisi lahan dan biofisik lingkungan yang marginal dan komoditas yang diusahakan terbatas menyebabkan produktivitas menjadi rendah sehingga pendapatan petani juga rendah. Sebaliknya,

kebutuhan petani dan keluarganya terus meningkat, sehingga kemiskinan di daerah marginal menjadi keniscayaan.

Upaya peningkatan pendapatan petani miskin melalui inovasi telah dilakukan di Kabupaten Donggala di Sulawesi Tengah, Kabupaten Ende di Nusa Tenggara Timur, Kabupaten Lombok Timur di Nusa Tenggara Barat, serta Kabupaten Blora dan Temanggung di Jawa Tengah. Fungsi dan peran ternak dalam sistem usaha tani di lahan marginal sangat membantu dalam penyediaan pupuk, pemanfaatan sisa hasil pertanian, dan peningkatan pendapatan. Bahkan di Lombok Timur, produktivitas dan reproduktivitas kambing lebih tinggi dibandingkan dengan rata-rata NTB, dengan laju perkembangan anak 174%, fertilitas lebih dari 80%, kelahiran 1,2-1,8, dan angka kematian kurang dari 10%. Keuntungan lebih besar diperoleh mulai tahun ketiga dan seterusnya (Kusnadi *et al.* 2005a). Pada lahan marginal di Tangerang Banten, pemeliharaan domba 4 ekor betina dan 1 pejantan menghasilkan pendapatan Rp257.000-425.000 per bulan atau memberikan kontribusi terhadap total pendapatan 50-60% (Kusnadi 2004b).

STRATEGI DAN KEBIJAKAN PENDUKUNG PENGEMBANGAN TERNAK DALAM SISTEM USAHA TANI

Pada dasarnya integrasi ternak dalam sistem usaha tani di berbagai agroekosistem secara teknis dapat dilakukan petani, secara ekonomis memberikan keuntungan, dan secara sosial diterima oleh petani. Namun dalam pengembangan selanjutnya menjadi usaha yang dinamis dan berkelanjutan masih banyak kendala yang dihadapi.

Bertitik tolak dari berbagai pengalaman keberhasilan dan kegagalan introduksi ternak dalam sistem usaha tani di beberapa agroekosistem, diperlukan strategi dan kebijakan pengembangan ternak sebagai komponen usaha maupun usaha pokok yang berkelanjutan. Strategi dan kebijakan yang diperlukan adalah sebagai berikut:

Vaksinasi Ternak

Sebelum mengembangkan ternak di suatu daerah, terlebih dahulu perlu dilakukan pencegahan dan pengobatan penyakit, terutama penyakit menular, melalui vaksinasi secara massal, seperti vaksinasi ND pada ayam, vaksinasi antraks dan pemberian obat cacing pada ruminansia. Kegiatan ini dilakukan secara teratur sesuai kebutuhan.

Jenis Ternak

Ternak yang dipelihara petani umumnya jenis lokal yang produktivitasnya relatif rendah. Untuk kestabilan produksi, perlu dikembangkan ternak unggul atau persilangan ternak lokal dengan bibit unggul tanpa mengurangi (mempertahankan) sumber daya hayati (plasma nutfah). Perbaikan mutu genetik ternak diarahkan pada produksi dan reproduksi yang lebih menguntungkan petani.

Skala Pemilikan Ternak

Rata-rata pemilikan ternak di tingkat petani adalah 1-2 ekor sapi atau kerbau, 2-4 ekor domba atau kambing, dan 10-20 ekor ayam atau itik. Tingkat pemilikan ini terlalu rendah sehingga perlu ditingkatkan menjadi skala ekonomis dan sesuai dengan kemampuan sumber daya yang dimiliki petani. Skala pemilikan yang ekonomis untuk ayam lokal dan itik minimal 300 ekor, domba atau kambing 60 ekor, dan sapi atau kerbau 10 ekor. Untuk meningkatkan skala pemilikan ternak, petani perlu bantuan modal berupa kredit dengan bunga lunak.

Fasilitasi, Proteksi, dan Promosi

Percepatan pengembangan usaha peternakan rakyat, baik yang terintegrasi dengan tanaman maupun tidak, membutuhkan fasilitasi dari pemerintah, khususnya dalam pengadaan modal kerja, inovasi teknologi dan kelembagaan, serta dari perusahaan swasta yang dapat mengendalikan produksi dan pemasaran hasil. Keterlibatan pemerintah tidak cukup sebagai fasilitator pasif, tetapi harus menjadi inisiator aktif mengingat usaha peternakan didominasi oleh peternakan rakyat skala kecil yang mungkin telah sampai pada titik jenuh. Hanya dengan bantuan fasilitas eksternal, usaha peternakan rakyat dapat keluar dari posisi keseimbangan pertumbuhan rendah dan mempunyai daya saing yang lebih baik (Simatupang *et al.* 2004).

Kebijakan lain yang dibutuhkan untuk menstabilkan usaha peternakan rakyat adalah proteksi dan promosi, serta perlindungan dari ancaman impor murah. Praktik perdagangan produk peternakan domestik patut mendapatkan proteksi dari pemerintah. Pada saat ini tarif impor produk peternakan hanya 5%, jauh dari memadai, sehingga perlu ditingkatkan. Tarif impor yang terlalu tinggi juga dapat mengancam populasi ternak lokal karena tersendatnya impor. Hal ini akan menyebabkan tingkat pemotongan ternak lokal lebih tinggi dari laju peningkatan populasi ternak secara alami, terutama sapi potong (Hadi dan Ilham 2002).

Kebijakan perlindungan lainnya adalah peraturan nontarif seperti larangan impor ayam yang sudah terpotong-potong (paha-jeroan) dan berbagai aturan keamanan pangan dan pencegahan penyakit (*sanitary and phytosanitary*). Peraturan nontarif tersebut perlu dirancang sehingga sesuai dengan kesepakatan perdagangan produk pertanian.

Pengembangan Kemitraan dan Kelembagaan Agribisnis

Kemitraan antara petani dan pengusaha atau pedagang besar ternak perlu dikembangkan agar petani mendapat kesempatan lebih besar memelihara ternak dengan teknologi yang lebih baik. Untuk itu, pembentukan kelompok peternak diperlukan agar manajemen kemitraan lebih efisien. Posisi tawar petani umumnya lemah sehingga harga lebih banyak ditentukan oleh pedagang. Posisi tawar petani dapat ditingkatkan melalui wadah kelompok tani, koperasi atau asosiasi lainnya. Pengembangan lembaga pemasaran akan membantu petani dalam pengadaan sarana produksi dan pemasaran hasil, sehingga petani akan memperoleh peningkatan pendapatan atas harga yang diterima. Untuk itu, dalam pemasaran hasil, petani dikoordinasikan dalam kelompok tani dan mencari mitra usaha yang dapat berfungsi sebagai bapak angkat. Hal ini penting artinya mengingat petani selalu terlambat dalam memperoleh informasi pasar.

Pengembangan kelembagaan petani pada tahap produksi diarahkan pada: (1) pengembangan struktur organisasi dan rancangan kegiatan usaha, (2) kemampuan akses permodalan, pemasaran, penyuluhan, informasi dan teknologi, (3) penerapan prinsip partisipatif dalam identifikasi masalah, solusi, evaluasi, dan analisis hasil, (4) penumbuhan keterkaitan antarkelompok dengan usaha sejenis dalam mengelola sistem dan usaha agribisnis secara terpadu, dan (5) pelaksanaan sistem usaha agribisnis dari hulu sampai hilir. Prinsip pengembangan kelembagaan ini adalah: (1) kerja sama antaranggota yang timbul karena kebersamaan kepentingan dan kebutuhan, dan (2) mempermudah terlaksananya pemanfaatan informasi dan teknologi, penyuluhan, penguatan modal, pengolahan produk, dan akses informasi pasar.

Sarana dan Prasarana

Dengan diberlakukannya otonomi daerah melalui Undang-undang No. 22 tahun 1999, Pemerintah Daerah dituntut untuk dapat meningkatkan aktivitas ekonomi secara mandiri, termasuk di sektor pertanian, sehingga perlu perencanaan dan pelaksanaan investasi secara selektif dan tepat sasaran. Pengembangan ternak melalui sistem usaha tani di berbagai agroekosistem, yang telah teruji fungsi dan perannya dalam meningkatkan

pendapatan petani, tidak mustahil dapat meningkatkan pendapatan asli daerah (PAD).

Pemerintah Daerah setempat perlu memberi fasilitas sarana dan prasarana pertanian di lokasi pengembangan usaha tani, yang meliputi jalan usaha tani, sarana transportasi, pasar hewan dan tanaman, serta toko/warung sarana produksi pertanian dan peternakan seperti alat mesin pertanian, bibit/benih, pakan, obat ternak, pestisida, dan pupuk yang merupakan komponen dari industri hulu dan pasar. Balai Pengkajian Teknologi Pertanian (BPTP) serta Dinas Pertanian dan Peternakan sebagai institusi penunjang pemerintah daerah setempat harus aktif dalam penelitian/pengkajian, pengembangan, pendidikan, pelatihan, dan penyuluhan serta mengaktifkan kembali petugas kesehatan hewan dalam pencegahan dan pemberantasan penyakit hewan menular yang membahayakan perekonomian dan kesehatan manusia.

KESIMPULAN DAN IMPLIKASI KEBIJAKAN

Kesimpulan

1. Fungsi dan peran ternak dalam sistem usaha tani sangat besar dalam penyediaan tenaga kerja dan pupuk organik, dan yang paling utama adalah sebagai sumber pendapatan petani.
2. Integrasi ternak dalam sistem usaha tani di beberapa agroekosistem masih menghadapi banyak masalah, yang meliputi aspek teknis maupun sosial ekonomi. Faktor-faktor yang memengaruhinya adalah faktor alam, ketersediaan lahan, skala pemilikan, penggunaan teknologi, ketersediaan modal, dan sarana penunjang lainnya.
3. Peningkatan pendapatan petani melalui integrasi ternak dalam sistem usaha tani menunjukkan hasil yang nyata, baik secara langsung maupun tidak langsung, melalui peningkatan produksi ternak dan pengurangan biaya pupuk untuk usaha tani.
4. Dalam upaya pengembangan ternak dalam sistem usaha tani, strategi dan kebijakan yang perlu mendapat prioritas adalah vaksinasi massal terhadap ternak yang ada dan yang akan diintroduksi di daerah pengembangan, peningkatan mutu genetik ternak, peningkatan skala pemilikan, peningkatan peran pemerintah dalam fasilitasi, proteksi dan teknologi, pembentukan kelompok tani, kemitraan dan kelembagaan agribisnis. Di samping itu diperlukan peningkatan upaya pengadaan sarana dan prasarana usaha tani oleh pemda setempat.

Implikasi Kebijakan

1. Pengembangan usaha ternak memerlukan dukungan pemerintah dalam penyediaan sarana dan prasarana, seperti jalan usaha tani demi lancarnya arus *input* dan *output* usaha ke sentra produksi ternak.
2. Komoditas/jenis ternak yang dikembangkan perlu mempertimbangkan fungsi dan perannya di masyarakat, khususnya di daerah pengembangan melalui kajian yang cermat.
3. Lahan kering, lahan sawah, lahan pasang surut, lahan perkebunan, dan lahan lainnya yang belum dimanfaatkan secara optimal merupakan sumber pakan potensial bagi pengembangan ternak ruminansia yang perlu segera diberdayakan.
4. Dalam upaya peningkatan skala usaha, terutama peternak mikro, kecil, dan menengah, diperlukan penyediaan dan aksesibilitas kredit investasi perbankan dan kredit dengan tingkat bunga rendah.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdurachman, A., D.A. Suriadikarta, dan A. Sofyan. 2001. Masalah tanah “sakit” dan peningkatan produktivitasnya. Makalah Pelatihan Pengkajian *Crop Livestock System*. Puslitbang Peternakan, Bogor, 22-29 April 2001.
- Ananto, E., H. Subagyo, I.G. Ismail, U. Kusnadi, T. Alihamsyah, R. Thahir, Hermanto, dan D.K. Sadra. 1998. Prospek pengembangan sistem usaha pertanian modern di lahan pasang surut Sumatera Selatan. Proyek Pengembangan Usaha Pertanian Lahan Pasang Surut Sumatera Selatan, Badan Litbang Pertanian, Jakarta.
- Ananto, E.E. 2002. Penanganan panen dari pascapanen padi pada sistem usahatani padi ternak terpadu. Dalam Thahir *et al.* (Eds.). Laporan Akhir Litkaji Pengembangan Model Pengolahan Padi. Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Pascapanen Pertanian, Bogor.
- Ananto, E.E. 2003. Panduan perencanaan penelitian dan pengkajian pengembangan inovasi pertanian di lahan marginal. Poor Farmers Income Improvement Through Innovation Project (PFI3P), Badan Litbang Pertanian, Jakarta.
- Anonymous. 1990. The subsistence farmer in traditional economics. pp. 209-230. In *Subsistence Agriculture and Economic Development*. Aldine Publishing Company, Chicago.

- Atmadilaga, D. 1992. Sekilas gagasan sumbangan ternak sebagai unsur nilai tambah usahatani dan konservasi tanah pada lahan marjinal. hlm. 1-3. Prosiding Pengolahan dan Komunikasi Hasil-hasil Penelitian, Adopsi Teknologi Peternakan, Cisarua Bogor, 19-23 September 1991. Balai Penelitian Ternak, Ciawi Bogor.
- Chaniago, T.D., J.M. Obst, A. Parakasi, and M. Winugroho. 1984. Growth of Indonesian sheep under village and improved management systems. *In* Rangkuti *et al.* (Eds.). Prosiding Pertemuan Ilmiah Penelitian Ruminansia Kecil. Pusat Penelitian dan Pengembangan Peternakan, Bogor.
- Departemen Pertanian. 1987. Pedoman pola pembangunan di daerah aliran sungai. SK Menteri Pertanian No. 175/KPTS/Rc.220/4/1987, 2 April 1987. Departemen Pertanian, Jakarta.
- Diwyanto, K., D. Sitompul, I. Manti, I.W. Mathius, dan Soentoro. 2004. Pengkajian pengembangan usaha sistem integrasi kelapa sawit-sapi. hlm. 11-22. Prosiding Lokakarya Nasional Sistem Integrasi Kelapa Sawit-Sapi, Bengkulu 9-10 September 2003. Departemen Pertanian bekerja sama dengan Pemerintah Propinsi Bengkulu dan PT Agrinical.
- Fagi, A.M., I.G. Ismail, U. Kusnadi, Suwardjo, dan A.S. Bagyo. 1988. Penelitian sistem usahatani di daerah aliran sungai. hlm. 1-24. Risalah Lokakarya Hasil Penelitian Pertanian Lahan Kering dan Konservasi di Daerah Aliran Sungai, Salatiga 14 Maret 1988, Proyek Penelitian Penyelamatan Hutan Tanah dan Air, Badan Litbang Pertanian, Jakarta.
- Go, Ban Hong. 1998. Tanah lapar. Berita HITI 6(17): 11-12.
- Hadi, P.U dan N. Ilham. 2002. Problem dan prospek pengembangan usaha pembibitan sapi potong di Indonesia. Jurnal Penelitian dan Pengembangan Pertanian 21(4): 148-157.
- Hidayat, A., Hikmatullah, dan D. Santoso. 2000. Potensi dan pengelolaan lahan kering dataran rendah. hlm. 197-215. *Dalam* Sumberdaya Lahan Indonesia dan Pengelolaannya. Pusat Penelitian Tanah dan Agroklimat, Bogor.
- Ismail, I.G., U. Kusnadi, H. Supriadi, dan S. Yana. 1986. Penelitian pola usaha tani tanaman/ternak di daerah transmigrasi Batumarta. hlm. 3-16. Risalah Lokakarya Pola Usahatani Buku I. Badan Litbang Pertanian dan IDRC.
- Knipscheer, H.C. and U. Kusnadi. 1983. The present and potential productivity of Indonesian goats. Working paper No. 29, December 1983. Winrock International, USA, Research Institute for Animal Production CRIAS, Bogor.

- Kurnia, U., Y. Sulaeman, dan A. Mukti K. 2000. Potensi dan pengelolaan lahan kering dataran tinggi. hlm. 227-245. *Dalam Sumberdaya Lahan Indonesia dan Pengelolaannya*. Pusat Penelitian Tanah dan Agroklimat, Bogor.
- Kusnadi, U., P.R. Soeharto, dan M. Sabrani. 1983. Efisiensi usaha peternakan sapi perah yang tergabung dalam koperasi di Daerah Istimewa Yogyakarta. hlm. 94-103. *Prosiding Pertemuan Ilmiah Ruminansia Besar*, Cisarua 6-9 Desember 1982. Pusat Penelitian dan Pengembangan Peternakan, Bogor.
- Kusnadi, U., D. Sugandi, A. Gozali N., R.P Bambang, dan D. Muslich. 1986. Produktivitas ternak dalam usahatani tanaman ternak di daerah transmigrasi Batumarta. hlm. 41-54. *Risalah Lokakarya Pola Usahatani*, Bogor 2-3 September 1986. Buku I Tanaman/Ternak. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian, IDRC.
- Kusnadi, U. dan B.R. Prawiradiputra. 1989a. Peranan ternak domba dalam sistem usahatani konservasi lahan kering di DAS Citanduy. hlm. 205-214. *Risalah Lokakarya Penelitian dan Pengembangan Sistem Usahatani Konservasi di DAS Citanduy*, Linggarjati 9-11 Agustus 1988. P3HTA, Badan Litbang Pertanian.
- Kusnadi, U. dan B.R. Prawiradiputra. 1989b. Produktivitas ternak domba di DAS Citanduy. hlm. 287-294. *Risalah Lokakarya Penelitian dan Pengembangan Sistem Usahatani Konservasi di DAS Citanduy*, Linggarjati 9-11 Agustus 1988. P3HTA, Badan Litbang Pertanian.
- Kusnadi, U., S. Iskandar, and M. Sabrani. 1995. Research methodology for crop-animal systems in hilly areas of Indonesia. Crop-animal interaction. pp. 151-162. *Proceedings of an International Workshop held at Khon Kaen, Thailand 27 September-1 October 1993*, UPLB, IDRC and International Rice Research Institute.
- Kusandi, U., A. Gozali, dan E. Masbulan. 2000. Produktivitas ternak di lahan rawa. hlm. 353-364. *Prosiding Seminar Nasional Penelitian dan Pengembangan Pertanian di Lahan Rawa*, Cipayung, 25-27 Juli 2000, Buku I. Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanaman Pangan, Bogor.
- Kusnadi, U., A. Thalib, dan D. Kusdianan. 2001a. Model usaha penggemukan sapi pada daerah berbasis usahatani padi. *Laporan Hasil Penelitian*, Balai Penelitian Ternak bekerja sama dengan Proyek Pembinaan Kelembagaan Penelitian dan Pengembangan Pertanian/ARMP-II, Badan Litbang Pertanian.
- Kusnadi, U., A. Thalib, dan M. Zulbardi. 2001b. Profitabilitas penggemukan sapi PO pada daerah berbasis usahatani padi di Kabupaten Subang. hlm. 435-440. *Prosiding Seminar Nasional Teknologi Peternakan dan*

- Veternier, Bogor, 17-18 September 2001. Pusat Penelitian dan Pengembangan Peternakan, Bogor.
- Kusnadi, U., Kuswandi, dan A. Gozali. 2002. Pengkajian pembibitan ternak unggulan (domba, kambing, ayam, itik) di Kabupaten Tangerang. Laporan Akhir Hasil Penelitian Kerjasama Bappeda Tangerang dan PT Apperindo, Bogor.
- Kusnadi, U. 2004a. Tingkat pendapatan dan kemampuan mengembalikan kredit dan investasi peternak ayam ras pedaging secara mandiri di Kabupaten Pandeglang. hlm. 502-507. Prosiding Seminar Nasional Teknologi Peternakan dan Veternier, Bogor, 4-5 Agustus 2004. Pusat Penelitian dan Pengembangan Peternakan, Bogor.
- Kusnadi, U. 2004b. Kontribusi ternak domba dalam meningkatkan pendapatan petani di lahan marjinal Kabupaten Tangerang, Propinsi Banten. Jurnal Pengembangan Peternakan Tropis, Edisi Spesial Seminar Nasional Ruminansia, Semarang 7 Oktober 2004, Buku 3. Fakultas Peternakan Universitas Dipenogoro, Semarang. hlm. 17-32.
- Kusnadi, U. 2005a. Produktivitas dan reproduktivitas serta sumbangan usaha ternak kambing terhadap pendapatan petani di lahan kering dataran rendah Kabupaten Tangerang. hlm. 267-275. Prosiding Seminar Nasional Pengembangan Usaha Peternakan Berdayasaing di Lahan Kering. Fakultas Peternakan UGM dan Puslitbang Peternakan.
- Kusnadi, U. 2005b. Strategi dan kebijakan pengembangan ayam lokal di lahan rawa untuk memacu ekonomi pedesaan. hlm. 252-259. Prosiding Lokakarya Nasional Inovasi Teknologi Pengembangan Ayam Lokal, Semarang 26 Agustus 2005. Puslitbang Peternakan dan Fakultas Peternakan Universitas Diponegoro.
- Kusnadi, U., D.A. Kusumaningrum, R.G. Sianturi, dan E. Triwulaningsih. 2005. Fungsi dan peranan kerbau dalam sistem usahatani di Propinsi Banten. hlm. 316-322. Prosiding Seminar Nasional Teknologi Peternakan dan Veternier, Bogor, 12-13 September 2005. Pusat Penelitian dan Pengembangan Peternakan, Bogor.
- Levine, J. dan A. Mulyadi. 1986. Potensi dan kontribusi ternak dalam pola usahatani di hulu Daerah Aliran Sungai Jratunseluna dan Brantas. hlm. 311-344. Risalah Lokakarya Pola Usahatani, Bogor 2-3 September 1986, Buku 2. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian, dan IDRC.
- Levine, J., U. Kusnadi, Subiharta, Wiloeto, dan D. Pramono. 1998. Sistem produksi ruminansia di DAS bagian hulu Jawa Tengah. Prosiding Workshop Pengembangan Peternakan di Jawa Tengah. Balai Informasi Pertanian Ungaran.

- Manti, I., Azmi, E. Priyotomo, dan D. Sitompul. 2004. Kajian sosial ekonomi sistem integrasi sapi dan kelapa sawit. hlm. 245-260. Prosiding Lokakarya Nasional Sistem Integrasi Kelapa Sawit-Sapi, Bengkulu, 9-10 September 2003. Departemen Pertanian bekerja sama dengan Pemerintah Provinsi Bengkulu dan PT Agricinal.
- Prasetyo, T., U. Kusnadi, dan Subiharta. 1988. Analisis keragaan produksi dan reproduksi domba di DAS Jratunseluna. Risalah Lokakarya Hasil Penelitian Pertanian Lahan Kering dan Konservasi di Daerah Aliran Sungai, Salatiga 14 Maret 1988. P3HTA Badan Litbang Pertanian, Jakarta.
- Prawiradiputra, B.R., D. Sugandi, dan U. Kusnadi. 1986. Potensi dan penyediaan pakan dalam pola usahatani tanaman/ternak di Batumarta. hlm. 55-56. Risalah Lokakarya Pola Usahatani, Bogor 2-3 September 1986. Buku 1 Tanaman/Ternak. Badan Litbang Pertanian dan IDRC.
- Priyanto, D., A. Priyanti, E. Juarini, dan A. Tikupadang. 1995. Prospek usaha ternak kambing Peranakan Etawah dalam menunjang usahatani di pedesaan. Jurnal Ilmiah Penelitian Ternak Gowa. Edisi Khusus, Maret 1995: 167-172.
- Priyanto, D. dan D. Yulistiani. 2005. Estimasi dampak ekonomi penelitian partisipatif penggunaan obat cacing dalam peningkatan pendapatan peternak domba di Jawa Barat. hlm. 512-520. Prosiding Seminar Nasional Teknologi Peternakan dan Veteriner, Bogor, 12-13 September 2005. Pusat Penelitian dan Pengembangan Peternakan, Bogor.
- Sabrani, M., J. Levine, and U. Kusnadi. 1989. Crop-animal interaction and its implications for design of sustainable farming systems in Indonesia. pp. 211-235. Proceedings of an International Workshop. Development Procedures for Farming Systems Research, AARD, Winrock International Institute for Agricultural Development, International Maize and Wheat Improvement Center, IDRC.
- Sabrani, M., B. Sudaryanto, A. Prabowo, A. Tikupadang, dan A. Suparyanto. 1992. Dampak integrasi ternak dalam usahatani terhadap pendapatan. hlm. 64-73. Prosiding Agro-Industri Peternakan di Pedesaan, Balai Penelitian Ternak, Ciawi Bogor.
- Santoso, U. Kusnadi, K. Suradisatra, dan Soehadi. 1979. Penggunaan tenaga kerja ternak dalam usahatani di Kabupaten Sumedang. hlm. 144-148. Prosiding Seminar Penelitian dan Penunjang Pengembangan Peternakan, Bogor, 5-8 November 1979. Lembaga Penelitian Peternakan, Bogor.

- Santoso, D. 2003. Teknologi lahan kering. hlm. 187-198. Prosiding Lokakarya Nasional Sistem Integrasi Kelapa Sawit-Sapi, Bengkulu 9-10 September 2003. Departemen Pertanian, Pemerintah Provinsi Bengkulu, dan PT Agrifinal.
- Sembiring, H., Thamrin, A. Syam, A. Abdurachman, dan S. Sukmana. 1990. Peranan usahatani konservasi dalam pengendalian erosi di Desa Srimulyo Malang DAS Brantas. hlm. 27-40. Risalah Pembahasan Hasil Penelitian Pertanian Lahan Kering dan Konservasi Tanah, Cisarua Bogor, 11-13 Januari 1990. P3HTA, Badan Litbang Pertanian, Jakarta.
- Setiadi, B. 2002. Pengembangan peternakan kambing. Makalah dalam Pertemuan Teknis Pengembangan Peternakan Kambing di Kabupaten Kampar Provinsi Riau. Pusat Penelitian dan Pengembangan Peternakan, Bogor.
- Simatupang, P., N. Syafaat, dan P.U. Hadi. 2004. Daya saing usaha peternakan menuju 2020. Makalah Seminar Iptek sebagai Motor Penggerak Pembangunan Sistem dan Usaha Agribisnis Peternakan, Bogor, 4-5 Agustus 2004. Pusat Penelitian Sosial Ekonomi Pertanian, Bogor.
- Soehadji. 1992. Usaha peternakan sekarang dan di masa depan. hlm. 1-32. Prosiding Agro-Industri Peternakan di Pedesaan, Ciawi Bogor, 10-11 Agustus 1992. Balai Penelitian Ternak, Ciawi Bogor.
- Zainuddin, D. dan H. Supriadi. 2000. Pengembangan teknologi budi daya ternak ayam buras menunjang sistem usahatani di lahan rawa pasang surut. hlm. 341-352. Prosiding Seminar Nasional Penelitian dan Pengembangan Pertanian di Lahan Rawa, Cipayung, 25-27 Juli 2000. Buku 1. Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanaman Pangan, Bogor.

Pengembangan Kambing Dwiguna Peranakan Etawah Mendukung Ketahanan Pangan Nasional

I KETUT SUTAMA

*Pusat Penelitian dan Pengembangan Peternakan
Jalan Raya Pajajaran Kav. E-59, Bogor 16143
E-mail: sutama_ketut@yahoo.com*

ABSTRAK

Kambing Peranakan Etawah (PE) merupakan plasma nutfah kambing lokal Indonesia yang potensial dikembangkan sebagai ternak penghasil daging dan susu (dwiguna) dan dapat memberikan pendapatan yang cukup tinggi bagi petani. Kambing PE relatif produktif dan adaptif pada kondisi iklim tropis di Indonesia. Walaupun demikian, upaya perbaikan produktivitas masih diperlukan guna memberi manfaat yang lebih baik bagi kesejahteraan petani. Perbaikan produktivitas kambing PE dapat dilakukan di antaranya dengan menurunkan tingkat kematian anak dan memperpendek selang beranak dengan menerapkan strategi perkawinan yang tepat. Pengembangan kambing PE sebagai bagian usaha tani merupakan cara mudah dan murah untuk meningkatkan ketahanan pangan dan memperbaiki status gizi masyarakat pedesaan. Model pengembangan kambing PE dapat berupa peternakan rakyat, peternakan swasta, atau peternakan kemitraan, sementara pembinaan terhadap petani kecil dapat difasilitasi oleh instansi terkait. Pengembangan kambing PE secara nasional memerlukan dukungan kebijakan, antara lain: (1) pembentukan pusat-pusat pembibitan (*nucleus breeding center*) di berbagai wilayah di Indonesia untuk menghasilkan bibit unggul, (2) penyediaan sarana dan prasarana seperti jalan, jaringan listrik dan telekomunikasi, serta industri pengolahan susu modern, dan (3) pembentukan jejaring kerja (*network*) yang mantap dan operasional antara pemerintah, swasta atau petani sehingga tercipta kondisi yang kondusif bagi petani dalam melaksanakan usaha peternakan kambing. Muara dari semua kebijakan ini adalah meningkatnya produksi daging dan susu sebagai bagian dari usaha memperkokoh ketahanan pangan di pedesaan.

Kata kunci: kambing peranakan etawah, produktivitas, ketahanan pangan

PENDAHULUAN

Hingga saat ini masih ada masyarakat yang menganggap kambing sebagai perusak lingkungan (perusak tanaman dan penyebab erosi). Persepsi ini tidak menguntungkan dalam pengembangan kambing untuk kesejahteraan masyarakat. Pandangan negatif ini terus berkembang sampai pada masalah kesehatan karena ada kepercayaan mengonsumsi daging kambing dan/

atau susu kambing eras kaitannya dengan tingginya kadar kolesterol darah dan berbahaya bagi kesehatan, padahal beberapa hasil penelitian menunjukkan hal sebaliknya.

Terlepas dari predikat negatif yang disandangnya, ternak kambing sangat produktif, dan ada rumpun kambing tertentu yang potensial sebagai ternak perah. Bila dikelola dengan baik dan benar, ternak ini mampu memberikan sumbangan yang tidak kecil bagi pengelolanya melalui penyediaan daging, susu, dan produk samping lainnya seperti kotoran ternak sebagai pupuk organik.

Sebagai ternak perah, kontribusi ternak kambing terhadap produksi susu nasional saat ini masih sangat rendah. Produksi susu dalam negeri masih bertumpu pada sapi Friesian Holstein (FH). Namun, produksi susu sapi perah dalam negeri baru mampu memenuhi sekitar 30% dari total kebutuhan dan sisanya (70%) harus diimpor. Terbatasnya daerah yang sesuai untuk pengembangan sapi perah, kualitas pakan yang relatif rendah, dan manajemen pemeliharaan yang belum optimum mengakibatkan sapi FH di Indonesia tidak dapat mengekspresikan potensi genetiknya secara maksimal seperti di daerah asalnya. Oleh karena itu, kambing Peranakan Etawah (PE) yang merupakan kambing lokal tipe dwiguna (penghasil daging dan susu) dapat menjadi alternatif untuk dikembangkan untuk mendukung ketahanan pangan melalui peningkatan produksi daging dan susu di pedesaan. Pengembangan kambing PE secara luas diharapkan dapat meningkatkan kualitas sumber daya manusia di pedesaan melalui perbaikan konsumsi gizi, selain adanya peluang peningkatan pendapatan.

PENGEMBANGAN KAMBING PERANAKAN ETAWAH

Berbeda dengan di negara beriklim dingin, di banyak negara tropis termasuk Indonesia, kambing jarang dipelihara untuk produksi susu. Secara tradisional, peternak kambing di Indonesia masih terfokus pada produksi daging atau bibit dan pupuk sebagai hasil samping.

Kambing perah unggul dunia umumnya berasal dari Eropa yang sengaja dibentuk sebagai ternak perah, dengan produksi susu 2-3 liter/hari, bahkan dapat mencapai 5-6 liter/hari pada ternak berproduksi susu tinggi. Sebanyak 22% dari total produksi susu kambing dunia berasal dari Eropa, walaupun populasi kambing perah di Eropa hanya 3% dari total populasi kambing dunia (Stemmer 1991).

Kambing Saanen, Toggenburg, Nubian, dan Alpine merupakan rumpun kambing perah Eropa (iklim dingin), sedangkan Jamnapari, Beetal, Barbari, dan Black Bengal berasal dari India (subtropis). Impor rumpun kambing

perah dari daerah beriklim dingin ke daerah tropis akan mengalami masalah aklimatisasi, sehingga produksi susunya lebih rendah dari potensi yang dimilikinya (Horst dan Husain 1991). Dengan demikian, pemanfaatan sumber daya kambing lokal sebagai kambing perah mempunyai keunggulan adaptasi dengan kondisi setempat, antara lain iklim, pakan, penyakit, dan parasit.

Daerah Penyebaran

Di Indonesia, kambing PE merupakan satu-satunya rumpun kambing lokal yang berpotensi dikembangkan sebagai ternak perah selain penghasil daging. Terbentuknya kambing PE diawali dengan impor beberapa rumpun kambing (Jamnapari/Etawah, Edelgeit, Angora, dan Kasmir) oleh pemerintah kolonial Belanda untuk meningkatkan produktivitas kambing lokal (Kacang). Kambing-kambing tersebut disebar di beberapa pusat pembibitan kambing seperti Cirebon, Bogor, Cianjur, Karawang, Bandung, Banyumas, Pekalongan, Kedu, Surakarta, Yogyakarta, Sumatera Barat, dan Sumbawa (Merkens dan Sjarif 1932). Tampaknya hanya kambing Etawah yang dapat bertahan hidup dengan baik, dan persilangannya dengan kambing lokal menghasilkan kambing Peranakan Etawah (PE). Pemakaian nama peranakan menggambarkan tidak jelasnya proporsi genotipe pembentuk kambing PE dan ada kemungkinan juga mengandung genotipe selain Etawah dan Kacang.

Perbaikan potensi produksi kambing Kacang cukup berhasil. Produksi susu kambing Kacang berkisar antara 0,35-0,57 liter/hari (Devendra dan Burns 1983; Mukherjee 1991), sedangkan produksi susu kambing PE lebih tinggi, yaitu 0,45-2,2 liter/hari (Obst dan Napitupulu 1984; Sutama *et al.* 1995; Adriani *et al.* 2004b). Namun, program pemuliaan kambing perah lokal tersebut tidak berlanjut sampai terbentuknya kambing perah PE yang stabil. Besarnya variasi produksi susu kambing PE memberi peluang untuk ditingkatkan melalui seleksi, selain melalui perbaikan pakan, kontrol kesehatan, dan manajemen pemeliharaan secara umum.

Ternak kambing, termasuk kambing PE, mempunyai kemampuan adaptasi tinggi dengan kondisi agroekosistem di Indonesia. Saat ini kawasan bukit Manoreh, perbatasan Kabupaten Purworejo Jawa Tengah dan Kulonprogo Daerah Istimewa Yogyakarta merupakan sentra utama kambing PE di Indonesia yang digunakan sebagai sumber bibit. Penyebaran kambing PE ke berbagai daerah sudah dilakukan, baik oleh pemerintah maupun perorangan. Beberapa sentra kambing PE yang baru antara lain Desa Senduro di Kabupaten Lumajang, Jawa Timur, Desa Lumajang di Kabupaten Wonosobo Jawa Tengah, Desa Bongancina di Kabupaten Tabanan dan Sepang Klod di Kabupaten Buleleng, Bali, dan Desa Mekarharja di Kabupaten

Tasikmalaya, Jawa Barat. Pembentukan sentra-sentra kambing PE yang baru akan membantu penyediaan bibit kambing PE sehingga akan mempercepat penyebarannya ke berbagai daerah di Indonesia.

Sumber Pendapatan

Kambing memiliki ukuran tubuh yang kecil sehingga pengembangannya memerlukan investasi awal yang lebih kecil, dan kerugian yang mungkin terjadi akibat kematian atau kehilangan juga lebih kecil. Hal ini sangat sesuai bagi petani di pedesaan. Dari sudut manajemen pemeliharaan, kambing dapat dikelola oleh anak-anak atau ibu rumah tangga, dan tidak memerlukan lahan dan kandang yang luas. Ternak kambing dapat menghasilkan daging dan susu dalam jumlah yang sesuai dengan kebutuhan harian keluarga petani di pedesaan, yang mungkin belum tersedia *refrigerator* untuk menyimpannya.

Satu hal yang tidak dapat dipungkiri, secara tradisional ternak kambing cukup berperan dalam perekonomian petani sebagai tabungan untuk mengatasi krisis pada masa-masa sulit, seperti gagal panen atau bila ada kebutuhan yang sifatnya mendesak. Namun saat ini tujuan pemeliharaan kambing sudah bergeser ke arah sumber pendapatan. Sumbangan ternak kambing terhadap total pendapatan petani berkisar antara 5-48%, bergantung dari jenis usaha tani, dan jika dilakukan pemerahan susu, potensi pendapatan petani dari ternak kambing meningkat hingga 78% (Paat *et al.* 1992; Sarwono dan Dwipa 1993; Utama *et al.* 2007a).

Sumber Gizi yang Sempurna

Susu kambing mempunyai komposisi gizi yang seimbang menyerupai ASI, dan mengandung beberapa mineral, vitamin, dan asam lemak esensial yang tinggi. Ukuran butiran lemak yang kecil ($1/5$ ukuran butir lemak susu sapi) menjadikan susu kambing tercampur secara homogen dan mudah dicerna, sehingga sangat baik bagi yang alergi terhadap susu sapi dan aman untuk semua golongan umur (balita, muda, dewasa, dan manula). Lemak yang mudah tercerna tersebut merupakan sumber energi bagi tubuh. Produk peternakan ini akan memberi arti lebih bila dikonsumsi segera setelah diperah (sebelum 3 jam) dalam keadaan segar agar zat-zat aktif yang disebut *life-energy* dalam susu kambing masih tinggi (Jensen 1994).

Kandungan nutrisi yang lengkap menyebabkan susu kambing sangat baik untuk memperbaiki kondisi kesehatan tubuh bila dikonsumsi secara tepat dan rutin. Studi tentang manfaat susu kambing bagi kesehatan menunjukkan bahwa susu kambing dapat membantu menyembuhkan

penyakit pernapasan (asma, bronkitis, pneumonia, TBC), mag, dan penyakit tulang, bahkan juga baik untuk penderita diabetes dan epilepsi. Kandungan zat besi (Fe) yang rendah dan dapat diserap 100% serta adanya asam folat (6 mcg/liter) sangat baik untuk mencegah dan mengobati anemia/talasemia (Haenlein 2004). Sementara kandungan klorin dan fluorin yang tinggi (10-100 kali lebih tinggi dari susu sapi) dapat meningkatkan daya tahan tubuh dan menekan pertumbuhan bakteri (antiseptik) sehingga dapat melindungi jaringan paru-paru, ginjal, hati, dan kulit. Klorin dan fluorin mencegah infeksi jamur dan kudis. Susu kambing mengandung mineral natrium (Na) dan klorida (Cl) yang tinggi sehingga mampu menjaga keseimbangan volume cairan dan elektrolit tubuh agar komposisi normal darah tetap terjaga. Demikian pula kandungan kalsium (Ca) yang tinggi diperlukan dalam mencegah penyakit gigi dan osteoporosis, dan vitamin A untuk kesehatan mata (Jensen 1994).

Dibandingkan dengan susu sapi, susu kambing mengandung asam lemak tak jenuh (MUFA dan PUFA) dan trigliserida rantai sedang (MCT) lebih banyak sehingga bermanfaat menjaga kesehatan jantung dengan menekan kadar kolesterol darah (Haenlein 2004). Persentase butir-butir lemak dengan rantai karbon pendek pada susu kambing lebih tinggi daripada susu sapi (35% vs 17%), dan kadar kolestrol pada susu kambing (12 mg/100 ml) lebih rendah dari susu sapi (17 mg/100 ml) (Rung-Jen dan Hsiang-Yun 2008). Asam lemak seperti kaprilik dalam susu kambing membantu dalam menanggalkan kulit mati, dan sifat ini telah dimanfaatkan dalam pembuatan sabun mandi, pelembap kulit (*body lotions*), dan lulur yang bernilai ekonomi tinggi (Alo 2008).

Susu kambing selain sebagai sumber gizi juga berfungsi dalam mencegah dan menyembuhkan penyakit. Bahkan Dr. V.G. Rocine seperti dikutip oleh Jensen (1994) menyatakan susu kambing sangat baik untuk sistem kelenjar seksual. Pengamatan lapang di beberapa kota di Jawa menunjukkan bahwa motif responden mengonsumsi susu kambing adalah untuk penyembuhan penyakit asma (100%), TBC (35,6%), mag (14,3%), pemulihan kesehatan (75%), dan stamina (28,6%), serta untuk meningkatkan kecerdasan (7,1%) (Ashari *et al.* 2000). Dengan demikian, konsumsi susu kambing masih terbatas dalam upaya pencegahan dan pengobatan penyakit. Hal ini sebagai salah satu penyebab tingginya harga susu kambing (3-5 kali harga susu sapi). Dengan adanya berbagai kandungan zat gizi yang bernilai tinggi maka susu kambing perlu disosialisasikan dan dimanfaatkan sebagai sumber gizi masyarakat.

PENINGKATAN PRODUKTIVITAS

Tidak dapat dipungkiri bahwa perkembangan ilmu dan teknologi telah mengubah kondisi dan pola produksi tradisional ke arah yang lebih maju, tidak terkecuali di bidang peternakan. Pemeliharaan kambing awalnya masih merupakan pekerjaan sambilan bagi kebanyakan petani di Indonesia. Mereka kurang memerhatikan produktivitas ternak peliharaannya, dan yang penting dapat berkembang biak dan dapat dijual bila dibutuhkan. Oleh karena itu, peternakan kambing kurang berkembang, bahkan potensi produksi susunya belum optimal sehingga skala pemeliharaannya rendah serta sistem produksi dan reproduksinya kurang efisien

Akibat dari kondisi tersebut, kontribusi ternak kambing terhadap masyarakat dan perekonomian negara masih dianggap tidak ada atau sangat rendah, karena ternak kambing hanya sebagai tabungan. Oleh karena itu, diperlukan upaya terobosan untuk menjadikan peternakan kambing sebagai peluang usaha yang cukup menjanjikan bagi para *entrepreneur*.

Perbaikan Mutu Genetik dan Pakan

Dalam usaha kambing PE, produksi susu dan daging, jumlah anak yang dilahirkan, dan kenaikan bobot badan dipengaruhi oleh faktor genetik dan lingkungan (Iniguez *et al.* 1993). Peningkatan produktivitas melalui pendekatan genetik dapat dilakukan melalui seleksi dalam rumpun kambing PE (Horst dan Mathur 1991). Cara ini memerlukan waktu cukup lama, namun akan memberikan perbaikan produksi secara permanen. Import kambing Etawah dari India untuk *up-grading* kambing PE tidak dapat dilakukan karena masalah penyakit hewan di negara asalnya. Oleh karena itu, seleksi dalam rumpun kambing PE sendiri, untuk sementara, merupakan pilihan. Persilangan kambing PE dengan *breed* kambing lain, seperti kambing Boer (tipe pedaging) atau kambing Saanen (tipe perah) dilakukan untuk meningkatkan produktivitas (Tabel 1). Namun cara tersebut berpotensi

Tabel 1. Pertumbuhan anak kambing Kacang, PE, Boer, dan persilangannya.

Parameter	Romjali <i>et al.</i> (2002)			Setiadi (2000), Setiadi <i>et al.</i> 2001)		Sutama <i>et al.</i> (2003)	
	Boer	Boer x Kacang	PE x Kacang	Boer x Kacang	Kacang x Kacang	Boer x PE	PE x PE
Bobot lahir (kg)	2,62	2,22	2,04	2,42	2,14	3,86	3,68
Bobot sapih (kg)	10,50	7,69	5,20	13,02	7,67	12,43	10,78
PBBH prasapih (g)	87,60	60,10	35,20	117,8	73,3	94,09	78,00
Bobot umur 6-8 bulan (kg)	-	-	-	18,7-21,4	-	19- 23	17-21
Bobot umur 12 bulan (kg)	-	-	-	28,9	-	27-32	25-29

mempercepat hilangnya plasma nutfah kambing PE jika tidak dilakukan dengan baik dan terkontrol.

Selain faktor genetik, pakan merupakan faktor penting yang memengaruhi produktivitas ternak. Hijauan merupakan pakan utama, sedangkan penambahan pakan penguat (konsentrat) jarang dilakukan petani. Kebutuhan nutrisi kambing sangat bergantung pada status fisiologi (pertumbuhan, bunting, laktasi, kering). Kandungan energi dan protein juga menjadi acuan dalam menilai kualitas bahan pakan, termasuk peran unsur mineral dan vitamin.

Perbaikan kondisi induk dengan pemberian pakan yang berkualitas baik dapat mempercepat laju pertumbuhan anak, mencegah penurunan bobot induk selama laktasi, dan mempercepat berahi setelah beranak (Sutama *et al.* 1988b; Yulistiani *et al.* 1999; Adiati *et al.* 2000, 2001). Keseimbangan nutrisi dalam ransum sangat penting dan memengaruhi kinerja ternak.

Kejadian mastitis subklinis pada ternak perah dapat mencapai 80-87% (Ananto 1994) dan kerugian yang diakibatkan oleh mastitis cukup besar dilihat dari menurunnya produksi susu hingga 25% (Departemen Pertanian 1984). Kejadian mastitis ini tidak terlepas dari pengaruh rendahnya kadar mineral Zn (20-38 mg/kg BK) pada bahan pakan ruminansia di Indonesia (Little 1986). Pemberian suplementasi Zn 40-60 mg/kg BK ransum pada kambing PE menurunkan kejadian mastitis, meningkatkan daya tahan tubuh induk setelah beranak, menurunkan tingkat kematian anak, dan meningkatkan produksi susu 30,4% (Adriani *et al.* 2004a, 2004b; Widhyari *et al.* 2008). Dari informasi tersebut diketahui bahwa penerapan teknologi suplementasi mineral Zn secara luas akan meningkatkan produktivitas ternak dan akhirnya menambah pendapatan petani.

Perbaikan Kinerja Reproduksi

Kinerja reproduksi akan menentukan kelangsungan populasi ternak, dan produksi susu akan diperoleh bila proses reproduksi (perkawinan, kebuntingan, dan kelahiran) terjadi secara normal. Produktivitas induk (PI) ditentukan oleh perkalian antara indeks reproduksi induk (IRI) dengan bobot sapih (BS) ($PI = IRI \times \text{rata-rata BS}$), di mana $IRI = LS(1-M)/SB$. Oleh karena itu, upaya peningkatan produktivitas induk (PI) harus dilakukan melalui peningkatan jumlah anak sekelahiran (*litter size*, LS) dan bobot sapih, menurunkan mortalitas (M), dan memperpendek selang beranak (SB) (Amir dan Knipscheer 1989).

1. Peningkatan *litter size* (LS) dan bobot sapih

LS dan bobot sapih umumnya saling berlawanan, karena peningkatan LS dengan penurunan bobot lahir pada akhirnya menghasilkan bobot sapih yang lebih rendah. Demikian pula LS yang lebih tinggi biasanya akan diikuti oleh peningkatan mortalitas (Wodzicka-Tomaszewska *et al.* 1991; Utama *et al.* 1993).

Beberapa laporan menunjukkan bahwa kambing PE cukup proliflik dengan LS 1,3-1,7, rata-rata 1,5 (Subandriyo *et al.* 1986; Adriani *et al.* 2003; Utama *et al.* 2007b), namun masih ada sekitar 41,7% dari induk kambing PE yang beranak tunggal (Utama *et al.* 2007b), yang dapat ditingkatkan melalui penerapan teknologi reproduksi yang tepat. Salah satunya adalah teknologi superovulasi, yaitu peningkatan jumlah sel telur yang diovulasikan dalam satu siklus berahi, sehingga lebih banyak sel telur yang dibuahi dan berkembang menjadi anak. *Pregnant mare serum gonadotrophin* (PMSG) merupakan hormon yang paling sering dipakai dalam program superovulasi, baik pada kambing (Artiningsih *et al.* 1996; Utama *et al.* 2002; Adriani *et al.* 2003) maupun domba (McIntosh *et al.* 1975; Utama 1988; Utama *et al.* 1988a). Penyuntikan PMSG pada kambing dengan dosis 500-700 iu/ekor meningkatkan jumlah ovulasi 80-160% dan jumlah anak yang lahir 25-140% (Artiningsih *et al.* 1996; Adriani *et al.* 2003) (Tabel 2).

Teknologi superovulasi juga dapat meningkatkan produksi susu 32% (Tabel 3). Hal ini terkait dengan lebih tingginya kadar hormon progesteron maupun estrogen pada ternak yang disuperovulasi, dan ini merangsang pertumbuhan kelenjar ambing (Manalu dan Sumaryadi 1995; Utama *et al.* 2002). Namun, peningkatan laju ovulasi akibat superovulasi atau pengaruh pakan diikuti oleh tingginya sel telur yang terbuang (*ova-wastage*) karena tidak dibuahi atau karena kematian embrio (Utama *et al.* 1988b; Utama 1989a, 1989b; Wodzicka-Tomaszewska *et al.* 1991; Adriani *et al.* 2003).

Tabel 2. Jumlah CL, progesteron, estrogen, *ova-wastage*, dan jumlah anak sekelahiran (LS) pada kambing PE yang disuperovulasi dan tanpa superovulasi.

Parameter	Tanpa superovulasi	Superovulasi
Jumlah CL	1,32	2,80
Kadar estradiol (pg/ml)	54,80	91,28
Kadar progesteron (ng/ml)	9,49	13,47
LS	1,32	1,67
<i>Ova wastage</i> (%)	0	46,67

Sumber: Adriani *et al.* (2003).

Tabel 3. Total produksi susu dan total bobot badan anak kambing PE yang disuperovulasi dan tanpa superovulasi.

Parameter	Tanpa superovulasi	Superovulasi
Total produksi susu 5 bulan laktasi (kg)	90,13	125,60
Bobot lahir anak (kg)	3,65	4,43
Bobot sapih umur 3 bulan (kg)	9,42	12,95
Mortalitas (%)	17,60	3,70
Total bobot anak umur 5 bulan (kg/induk)	16,43	24,63

Sumber: Adriani *et al.* (2003).

Di samping secara hormonal, peningkatan LS juga dapat dilakukan dengan meningkatkan konsumsi gizi sekitar waktu kawin, yang disebut dengan *flushing*. Cara ini relatif mudah, namun peningkatan LS tidak setinggi dengan cara hormonal. Peningkatan konsumsi protein dari 121 g/hari menjadi 145 g/hari pada kambing PE meningkatkan LS 23,3%, pertumbuhan anak 27,4%, dan bobot sapih 28% (Yulistiani *et al.* 1999).

2. Memperpendek selang beranak

Setelah mencapai pubertas, ternak kambing akan menunjukkan siklus berahi setiap 20 hari (Sutama 1994; Sutama *et al.* 1995), 17 hari lebih lama daripada domba (Sutama 1992a, 1992b). Lama kebuntingan kambing PE bervariasi antara 144-156 hari (Artiningsih *et al.* 1996; Sutama 1997; Adiati *et al.* 2000; Budiarsana dan Sutama 2001; Kostaman dan Sutama 2006). Berahi setelah beranak terjadi 3-5 bulan kemudian, sehingga selang beranak 8-10 bulan, bahkan di tingkat lapang selang beranak dapat mencapai lebih dari 12 bulan (Sutama *et al.* 1993). Memperpendek selang beranak hingga 7-8 bulan sangat memungkinkan, mengingat aktivitas seksual kedua jenis ternak tersebut di Indonesia tidak dipengaruhi oleh musim. Kesalahan dalam menentukan waktu berahi mengakibatkan kurang tepatnya waktu mengawinkan ternak sehingga meningkatkan kemungkinan gagal bunting dan akhirnya memperpanjang selang beranak.

Pada ternak muda, kadang-kadang ternak tidak menunjukkan tanda berahi, walaupun secara fisiologis sudah dalam keadaan berahi (*silent heat*) (Edey *et al.* 1978; Sutama *et al.* 1988c). Untuk mengatasi hal tersebut harus dilakukan perbaikan manajemen perkawinan dengan menempatkan pejantan pada kelompok betina (perkawinan secara alami) selama dua siklus berahi (40 hari). Perkawinan alami secara dituntun (*hand mating*) atau secara inseminasi buatan (IB), dilakukan pada setengah bagian akhir masa berahi dan diulang 12 jam kemudian.

a. Perkawinan alami

Kawin alam dengan cara dituntun maupun dengan cara bebas dalam sekelompok ternak umumnya memberikan tingkat kebuntingan yang lebih baik daripada melalui inseminasi buatan (IB). Rasio antara jantan dan betina dalam perkawinan alami berkisar antara 1:10-50 ekor, bahkan dengan manajemen yang baik, jumlah betina dapat ditingkatkan. Di daerah tropis seperti Indonesia, siklus berahi pada kambing dapat terjadi sepanjang tahun, dan ini berarti kambing dapat dikawinkan dan beranak sesuai dengan ritme reproduksi, sepanjang kondisi tubuh ternak mendukung terjadinya proses reproduksi (Wodzicka-Tomaszewska *et al.* 1991; Utama *et al.* 1993; Utama 2008).

Upaya untuk menyeragamkan waktu perkawinan dan kelahiran dapat dilakukan dengan menerapkan teknologi sinkronisasi berahi. PGF2 α (*prostaglandin analog*) dan progesteron sintetis adalah dua bahan yang paling umum dipakai untuk sinkronisasi berahi pada kambing dan diperoleh berahi secara serempak 80-100% (Artiningsih *et al.* 1996; Adiati *et al.* 1998; Utama *et al.* 2002; Serniadi *et al.* 2003) (Tabel 4). Dengan banyaknya kambing yang berahi dan kawin secara serempak maka manajemen pemeliharaan akan lebih efisien dan mudah dilakukan.

Bagi petani kecil, sinkronisasi hormonal masih terlalu mahal. Cara lain yang dapat dilakukan adalah sinkronisasi secara biologis (efek pejantan)

Tabel 4. Pengaruh sinkronisasi berahi terhadap kinerja produksi pada kambing PE.

Parameter	Sinkronisasi biologis (Adiati <i>et al.</i> 1998)	Sinkronisasi kimiawi (progestagen)		
		Progestagen (Artiningsih <i>et al.</i> 1996; Adriani <i>et al.</i> 2003)	Progestagen + MSG (Sutama <i>et al.</i> 2002; Adriani <i>et al.</i> 2003)	Komposit (Test.+Prog. + Oest) + MSG (Sutama <i>et al.</i> 2002)
Lama perlakuan (hari)	-	12-14	7-14	-
Persentase ternak berahi (%)	100	80-100	80-100	63,6
Ternak bunting (%)	30	80	64-82	27,3
Laju ovulasi	0,9	1,0-1,4	1,4-2,60	1,14
LS	1,7	1,0-1,4	1,3-1,80	1,0
Bobot lahir (kg)	3,9	3,3-3,9	4,2-4,5	3,87
Bobot sapih (kg)	-	9,2-9,9	12,8-13,1	-
Mortalitas (%)	-	12,5-22,2	0,0-11,0	-

yang lebih mudah dilaksanakan (Oldham 1980; Knight 1983; Adiati *et al.* 1998). Derajat sinkronisasi yang diperoleh dari teknik sinkronisasi biologis ini bergantung pada efektivitas isolasi yang dapat diterapkan. Ternak betina diisolasi dari ternak jantan selama 3-4 minggu, kemudian secara tiba-tiba diintroduksi pada pejantan atau sebaliknya. Dalam waktu 2-8 hari, ternak betina akan menunjukkan tanda-tanda berahi dan perkawinan dapat terjadi, walaupun tingkat kebuntingan relatif rendah (30%) (Adiati *et al.* 1998). Bagi ternak yang tidak bunting, siklus berahi berikutnya (20 hari kemudian) akan terjadi secara normal dan masih tersinkronisasi.

b. Inseminasi buatan (IB)

Pemanfaatan teknologi IB mempunyai kontribusi yang cukup besar terhadap peningkatan produktivitas ternak dan efisiensi usaha, terutama dalam memanfaatkan pejantan unggul dan menurunkan biaya pemeliharaan pejantan. Teknologi IB berhubungan erat dengan teknik penyimpanan semen, pendeteksian waktu berahi, dan teknik inseminasi. Jenis pengencer yang telah dikembangkan untuk mengawetkan semen kambing PE adalah tris-sitrat (Tambing *et al.* 2000, 2001, 2003a, 2003b; Utama 2002; Kostaman dan Utama 2006).

IB pada kambing belum banyak dilakukan seperti halnya pada sapi perah, dengan berbagai alasan. Kesulitan dalam melakukan deposisi semen *intra-uterine* merupakan salah satu kendala IB pada kambing. Pada kambing, deposisi semen umumnya hanya dapat dilakukan di bagian depan ("mulut") serviks atau dalam vagina sehingga tingkat kebuntingan masih rendah, yaitu sekitar 30% (Budiarsana dan Utama 2001; Utama *et al.* 2001; Ngangi 2002).

Untuk meningkatkan keberhasilan IB, beberapa inovasi teknologi telah diterapkan, di antaranya dengan melakukan IB pada waktu yang tepat (35-40 jam setelah muncul berahi) dan inseminasi dilakukan dua kali dalam selang waktu 12 jam (Tabel 5). Melalui teknik ini, tingkat kebuntingan meningkat dari sekitar 30% menjadi 41-56% (Budiarsana dan Utama 2001; Utama *et al.* 2001). Tingkat keberhasilan IB yang lebih tinggi (70-80%) diperoleh dengan melakukan IB di dalam uterus (*intra-uterine*) (Susilawati dan Afroni 2008), dengan menggunakan alat IB yang memungkinkan *gun* IB melewati serviks.

3. Menurunkan kematian anak

Salah satu sumber kerugian yang mungkin terjadi dalam pembibitan kambing adalah kematian anak, khususnya anak prasapih yang dapat mencapai 10-50% (Utama *et al.* 1993, 2008; Adriani *et al.* 2003). Kematian anak pada kelahiran kembar tiga atau empat (26-43%) lebih tinggi daripada kelahiran tunggal atau kembar dua (17-18%) (Utama *et al.* 1993). Ada

Tabel 5. Tingkat keberhasilan IB dengan semen beku pada kambing PE.

Perlakuan	Kebuntingan (%)	Referensi
Waktu IB: 20-25 vs 35-40 jam setelah muncul berahi	37,5 vs 40,9	Budiarsana <i>et al.</i> (2001)
Waktu IB: 14-23 vs 27-34 jam setelah muncul berahi	46,7 vs 26,7	Ngangi (2002)
Jumlah inseminasi: 1 vs 2 kali (24 jam vs 24 & 36 jam setelah muncul berahi)	38,9 vs 55,6	Sutama <i>et al.</i> (2001)
Teknik kawin: alam vs IB	84,2 vs 40,9	Budiarsana <i>et al.</i> (2001)
Deposisi semen: serviks vs uterus	34,2 vs 44,9	Ritar <i>et al.</i> (1990)

banyak faktor penyebab kematian anak prasapih pada kambing, di antaranya rendahnya bobot lahir, sifat keindukan yang kurang baik, dan rendahnya produksi susu induk (Wodzicka-Tomaszewska *et al.* 1991). Umur 0-3 hari merupakan masa kritis bagi anak, dan konsumsi kolostrum pada masa ini sangat penting agar anak kambing dapat memperoleh antibodi untuk daya tahan tubuh dan pertumbuhan selanjutnya (Esfandiari *et al.* 2008). Upaya untuk mengatasi masalah tersebut dapat dilakukan dengan perlakuan superovulasi dan/atau perbaikan kondisi pakan induk (Adriani *et al.* 2003) maupun anaknya dengan penerapan teknologi susu pengganti atau *creep feeding* (Martawidjaja *et al.* 1995; Sutama *et al.* 2008). Melalui cara ini, kematian anak prasapih dapat diturunkan dari 13-18% menjadi 0-4%, sehingga jumlah anak disapih dan dijual meningkat 15-17%.

PROSPEK DAN MODEL PENGEMBANGAN

Kambing dwiguna PE mempunyai beberapa karakter yang dapat menempatkannya sebagai komoditas unggulan bagi sebagian petani. Perpaduan sifat biologis dan penerimaan positif pasar terhadap produk daging dan susu kambing menyebabkan usaha ternak kambing PE mulai diminati banyak pihak.

Prospek Pengembangan

Dilihat dari aspek biologis dan ekonomi ternak kambing serta sosial-budaya masyarakat, pengembangan kambing PE di Indonesia mempunyai prospek yang cukup baik. Pertama, secara biologis ternak kambing cukup produktif

dan adaptif dengan kondisi lingkungan setempat. Kedua, sumber daya pakan cukup tersedia. Ketiga, permintaan akan daging dan susu dalam negeri terus meningkat sejalan dengan bertambahnya jumlah penduduk. Keempat, harga susu kambing relatif lebih tinggi (3-5 kali harga susu sapi), sehingga memberi keuntungan yang lebih tinggi bagi petani. Kelima, kambing PE telah tersebar luas di petani sehingga mempermudah pengembangannya.

Sebagai usaha peternakan rakyat, pengembangan kambing perah akan melibatkan banyak petani sehingga dapat meningkatkan kesempatan kerja dan pendapatan petani, serta akan mendorong kegiatan perekonomian di pedesaan. Bagi lokasi pengembangan, usaha ini akan mendukung pengembangan daerah sebagai sentra agribisnis kambing PE, sekaligus memberdayakan dan memanfaatkan lahan secara efisien.

Secara nasional, pengembangan kambing PE selain dapat mencegah menurunnya populasi (pelestarian plasma nutfah), juga dapat meningkatkan produksi susu dan daging. Apabila 50% dari total 3,5 juta rumah tangga (RT) peternak kambing (Direktorat Jenderal Peternakan 2007) melakukan pemerahan dengan produksi susu 0,5 liter/hari, maka total produksi susu kambing di Indonesia mencapai 632,5 juta liter/tahun. Dengan asumsi konsumen memiliki preferensi yang sama terhadap susu kambing dan susu sapi, maka ini dapat mensubstitusi susu sapi impor sehingga menghemat devisa Rp896,4 miliar/tahun (harga susu sapi bubuk Rp20.200/kg).

Model Pengembangan

Dilihat dari pelaku usaha, pengembangan kambing PE dwiguna dapat dilakukan melalui tiga pendekatan, yaitu: (1) usaha peternakan rakyat, (2) usaha peternakan swasta komersial, dan (3) usaha peternakan kemitraan.

1. Usaha peternakan rakyat

Pengembangan kambing PE melalui pola peternakan rakyat akan melibatkan banyak petani yang tersebar di berbagai daerah di Indonesia. Pola tersebut diharapkan berdampak luas terhadap penyerapan tenaga kerja dan peningkatan pendapatan dan kualitas gizi keluarga tani dengan mengonsumsi susu produksi sendiri. Agar usaha peternakan kambing perah ini dapat menjadi sumber pendapatan utama petani setara UMR (Rp1.000.000/bulan), maka setiap rumah tangga petani minimal harus memelihara 20 ekor induk kambing PE, jauh lebih tinggi dari skala usaha yang ada sekarang, yaitu 3-5 ekor/keluarga petani.

Implementasi pengembangan usaha peternakan rakyat dapat menggunakan pendekatan kawasan, sehingga memudahkan pengorganisasian dan pembinaan. Dalam satu kawasan dibentuk satu atau beberapa kelompok tani/koperasi, bergantung pada luas dan jumlah petani di daerah tersebut. Minimal ada lima persyaratan yang harus dipenuhi dalam pengembangan usaha peternakan rakyat dalam suatu kawasan, yaitu: (1) kawasan tersebut mempunyai potensi sumber daya alam yang mendukung, (2) adanya keinginan petani untuk berpartisipasi, (3) tersedia listrik untuk penanganan susu setelah pemerahan, (4) tersedia akses komunikasi dan transportasi dari dan ke kawasan tersebut, dan (5) adanya kelembagaan penyuluhan dan kesehatan hewan, serta kelembagaan ekonomi (pasar dan perbankan). Pada tahap awal, pengembangan usaha peternakan rakyat dapat dimulai pada daerah yang sudah ada ternak kambingnya, sehingga modal berupa ternak dan pengalaman beternak sudah ada pada petani.

2. Usaha peternakan swasta komersial

Pada pola peternakan swasta komersial, kegiatan usaha dikelola secara profesional seperti halnya sebuah perusahaan, dan melibatkan orang lain sebagai karyawan. Besaran skala usaha ditentukan oleh kemampuan penyediaan pakan, khususnya hijauan. Setiap hektare lahan dengan hasil hijauan segar rumput raja 400-500 ton/tahun dapat memenuhi kebutuhan dasar 200-275 ekor kambing dewasa yang dipelihara secara intensif. Pada sistem pemeliharaan secara ekstensif, setiap hektare padang penggembalaan hanya dapat menampung sekitar dua satuan ternak atau 16-20 ekor kambing dewasa. Oleh karena itu, pola pemeliharaan secara intensif akan tetap menjadi pilihan utama pada usaha peternakan kambing perah.

3. Usaha Peternakan Kemitraan Inti-Plasma

Model ini merupakan kompromi antara model 1 dan model 2 yang dilandasi oleh azas kebersamaan dan tekad untuk maju bersama. Model kemitraan inti (swasta) - plasma (petani) menjadi pilihan untuk mengatasi kelemahan petani, khususnya dalam pemasaran produk yang dihasilkan. Petani/plasma berkewajiban melakukan proses produksi dengan kuota produksi yang jelas agar tidak terjadi kelebihan maupun kekurangan sumber susu yang dapat mengganggu pemasaran. Pihak inti berkewajiban melakukan pembinaan teknis budi daya dan menampung produk dari petani. Melalui usaha kemitraan akan ada jaminan kepastian harga dan penyerapan produksi susu dari petani.

STRATEGI PENGEMBANGAN DI PEDESAAN

Untuk membuka kesempatan kerja secara luas di pedesaan, pengembangan kambing PE diarahkan pada usaha peternakan rakyat skala kecil (2-10 ekor) - menengah (10-50 ekor). Dalam waktu yang bersamaan, penguatan infrastruktur, sistem produksi, pengolahan hasil, dan pemasaran terus dilakukan menuju industrialisasi peternakan kambing. Sosialisasi dan penyuluhan secara intensif dan berkala akan sangat mendukung upaya pengembangan, yang meliputi teknik budi daya, pengolahan/pascapanen susu, dan manfaatnya bagi kesehatan, di samping peluang yang ada untuk menambah pendapatan. Beberapa strategi pengembangan kambing dwiguna PE dan penerapannya di lapang sebagai berikut:

Penyediaan Bibit

Perbaikan mutu genetik melalui seleksi dalam rumpun memungkinkan untuk memperoleh kambing PE unggul. Walaupun memerlukan waktu yang lama (Horst dan Mathur 1991), seleksi dalam rumpun dapat mempertahankan plasma nutfah. Untuk itu, pemerintah telah membangun pusat-pusat pembibitan kambing PE di berbagai daerah seperti di Pelaihari Kalimantan Selatan, Kaligesing di Jawa Tengah, serta Lawang dan Garahan di Jawa Timur.

Secara tradisional, petani di beberapa sentra kambing PE seperti di Kaligesing Purworejo telah melakukan pembibitan dan seleksi (*village breeding center*). Ternak yang berkualitas baik (kelas A) dilarang keluar dari wilayahnya. Kerja sama antara peternak yang terlibat dalam program pembibitan dengan pusat pembibitan (*nucleus breeding center*) akan mempercepat proses perbaikan mutu genetik dan penyediaan bibit unggul di tingkat petani (Horst dan Mathur 1991; Tiesnamurti 1993).

Pemilihan Sistem Produksi yang Efisien

Penentuan sistem pemeliharaan ternak sangat berkaitan dengan jenis pakan hijauan yang akan dikembangkan, rumput potong atau rumput penggembalaan atau kedua-duanya. Pada peternakan kambing PE, pemeliharaan secara intensif (*cut and carry system*) dan semiintensif (kombinasi *cut and carry system* dan penggembalaan) menjadi sistem produksi yang dapat dipilih.

Pada skala pemilihan ternak yang rendah (3-5 ekor induk/petani), dalam suatu kelompok tani dibina beberapa petani sebagai petugas pemerah susu kambing, dan petani akan menerima pembayaran hasil penjualan

susunya secara periodik. Cara ini sangat layak diterapkan bila lokasi kandang terletak dalam suatu areal tertentu (perkampungan ternak).

Cara lain yang dapat ditempuh adalah dengan sistem titip, yaitu kambing yang sudah bunting tua dibawa ke peternakan inti untuk dipelihara sampai beranak dan laktasi. Pemerahan susu dilakukan oleh inti dan ternak yang sudah berhenti laktasi dan sudah bunting diambil kembali oleh petani. Pihak inti juga dapat bertindak sebagai pemasok pakan tambahan bagi petani. Namun cara ini harus didasari oleh nota kesepahaman berdasarkan kebersamaan yang dikehendaki oleh kedua belah pihak, saling menguntungkan dan berbagi risiko.

Pengembangan Produk Hasil Pascapanen

Hasil usaha ternak berupa ternak umumnya dijual dalam kondisi hidup di lokasi (kandang) atau di pasar hewan. Penjualan di lokasi akan mengurangi risiko biaya pemasaran, namun harga yang diterima petani sering ditentukan/dikendalikan oleh pembeli (blantik). Pemasaran ternak hidup tidak sesulit pemasaran susu. Susu mudah rusak sehingga diperlukan penanganan yang tepat dan cepat. Setelah pemerahan, susu langsung dikemas, kemudian didinginkan atau dibekukan sebelum didistribusikan. Melalui pembekuan, susu kambing masih layak dikonsumsi dalam waktu 1-2 minggu setelah pemerahan walaupun tidak dipasteurisasi. Pemanasan akan merusak enzim-enzim tertentu sehingga khasiat medis yang selama ini menjadi *icon* susu kambing akan menurun (Jensen 1994). Kandungan fluorin yang tinggi menjadi semacam bakteriosid (penghambat perkembangan bakteri) alami pada susu kambing sehingga daya simpan dan keamanannya cukup lama.

Susu kambing juga dapat diolah menjadi berbagai produk olahan seperti susu rasa (moka, stroberi, vanilla), permen susu, karamel, yoghurt, bahkan susu bubuk skala rumah tangga, seperti yang telah dilakukan oleh ibu-ibu dari kelompok tani di Kecamatan Watumalang Wonosobo dan di Kecamatan Turi DI Yogyakarta. Dalam jangka panjang, pembangunan industri pengolahan susu (IPS) modern akan sangat membantu pengembangan usaha peternakan kambing perah di Indonesia.

Pengembangan Jaringan Distribusi dan Pemasaran

Selama produksi masih terbatas, penjualan produk mungkin masih dapat dilakukan secara individual oleh petani. Bila pengembangan usaha peternakan kambing PE sudah meluas dan produksi sudah banyak, pemasaran hasil akan menjadi kendala bagi petani karena tidak semua petani mempunyai akses dan informasi pasar.

Bergabungnya petani dalam suatu kelompok tani atau koperasi akan menguntungkan dalam pengembangan usaha. Petani melalui kelompok tani/koperasi dapat menjalin hubungan kerja (bermitra) dengan perusahaan swasta (sebagai inti) yang bergerak pada bidang usaha yang sama, dalam suatu nota kesepahaman yang saling menguntungkan. Pihak inti berkewajiban menampung dan memasarkan produk dari petani (plasma), memberikan pembinaan, bantuan pinjaman modal, dan bertindak sebagai penjamin (avalis) dengan sumber/lembaga keuangan. Sebaliknya, petani (plasma) berkewajiban melakukan proses produksi sesuai dengan nota kesepakatan sehingga produk yang dihasilkan memenuhi syarat yang diminta konsumen.

Hal lain yang tidak kalah penting adalah kelembagaan pelayanan yang dapat melayani petani dengan tenaga penyuluh lapangan dan kesehatan hewan. Pengenalan teknologi dan atau informasi pasar yang dapat memacu dan meningkatkan produktivitas ternak dan efisiensi usaha harus dilakukan oleh petugas pelayanan di lapang.

Sosialisasi dan Promosi

Sosialisasi dan/atau promosi yang diinisiasi oleh pihak inti, baik secara individual maupun bersama-sama dengan petani plasma, dapat dilakukan melalui pameran, ekspose, dan media cetak atau elektronik (TV, *website*/internet), terutama dalam meningkatkan pangsa pasar produk yang dihasilkan. Dalam kegiatan sosialisasi dan promosi diperlukan prakondisi seperti: (1) tepat jumlah yang diminta oleh pasar, (2) tepat kualitas sesuai standar mutu, (3) tepat sasaran (konsumen), (4) tepat harga dan terjangkau oleh konsumen, (5) tepat waktu sehingga tidak terjadi penumpukan produk, dan (6) tepat wilayah distribusi dan pemasaran.

KESIMPULAN

Produksi daging dan susu kambing PE lebih rendah dibanding kambing unggul impor, namun kemampuannya beradaptasi dengan kondisi setempat menjadikan kambing PE tetap menjadi pilihan petani. Dengan postur tubuh yang panjang dan tinggi, kambing PE terlihat gagah (untuk jantan) dan anggun (untuk betina). Pola warna bulu tubuh yang variatif menambah kecintaan petani terhadap kambing PE.

Kebutuhan daging dan kambing hidup yang begitu tinggi dan meluas di Indonesia memudahkan dalam pemasaran. Khusus untuk kambing PE, produksi susu memberi nilai tambah yang cukup nyata bagi pendapatan petani. Di samping itu, susu kambing yang diyakini dapat membantu

penyembuhan penyakit tertentu ikut mengangkat citra kambing PE di tingkat petani dan konsumen. Peran pemerintah sangat dibutuhkan dalam menciptakan iklim usaha yang kondusif bagi petani, pengusaha, dan konsumen agar usaha peternakan kambing PE dapat berkelanjutan dan menciptakan ketahanan pangan melalui penyediaan daging dan susu kambing secara *in-situ*.

Dalam pengembangan kambing dwiguna PE secara nasional diperlukan beberapa kebijakan seperti:

1. Pengembangan iptek bidang peternakan kambing untuk menciptakan teknologi dan sistem produksi yang tepat dan efisien.
2. Pembentukan pusat-pusat pembibitan (*nucleus breeding center*) di berbagai wilayah di Indonesia. Di setiap provinsi diharapkan dapat dibangun kawasan sentra produksi kambing PE dan dikelola oleh petani bekerja sama dengan pusat-pusat pembibitan pemerintah.
3. Tersedianya infrastruktur seperti jalan, jaringan listrik dan telekomunikasi dalam usaha peternakan kambing dwiguna (daging dan susu). Susu kambing merupakan produk peternakan yang mudah rusak sehingga memerlukan penyimpanan atau pengolahan segera setelah pemerahan. Transportasi dan komunikasi akan memperlancar distribusi dan pemasaran susu kambing. Jika produksi sudah cukup banyak, industri pengolahan susu (IPS) modern yang bermitra dengan petani akan sangat membantu petani dalam berproduksi karena adanya kepastian penyerapan susu oleh IPS.
4. Pembentukan jejaring kerja (*network*) yang mantap dan operasional antara pemerintah, swasta, dan petani untuk memberikan kondisi yang kondusif dan menciptakan kegairahan berusaha bagi petani. Kelemahan petani dalam permodalan dan pemasaran hendaknya dibantu oleh mitra usaha, sekaligus dibina untuk kemudian bisa menjadi peternak kambing yang mandiri. Pengembangan kambing PE secara luas diharapkan dapat menciptakan lapangan kerja dan memperbaiki kehidupan masyarakat di pedesaan, yang pada akhirnya dapat menekan laju urbanisasi.

DAFTAR PUSTAKA

- Adiati, U., Hastono, R.S.G. Sianturi, T.D. Chaniago, dan I.K. Utama. 1998. Sinkronisasi secara biologis pada kambing Peranakan Etawah. hlm. 411-416. Prosiding Seminar Nasional Peternakan dan Veteriner Buku 2. Pusat Penelitian dan Pengembangan Peternakan, Bogor.
- Adiati, U., D. Yulistiani, R.S.G. Sianturi, Hastono, I.G.M. Budiarsana, I.K. Utama, dan I.W. Mathius. 2000. Pengaruh perbaikan pakan terhadap

- respon reproduksi induk kambing Peranakan Etawah. hlm. 491-495. Prosiding Seminar Nasional Teknologi Peternakan dan Veteriner. Pusat Penelitian dan Pengembangan Peternakan, Bogor.
- Adiati, U., I.K. Utama, D. Yulistiani, dan I.G.M. Budiarsana. 2001. Pemberian konsentrat dengan level protein yang berbeda pada induk kambing PE selama bunting dan laktasi. hlm. 247-255. Prosiding Seminar Nasional Teknologi Peternakan dan Veteriner. Pusat Penelitian dan Pengembangan Peternakan, Bogor.
- Adriani, A., Sudono, T. Sutardi, W. Manalu, dan I.K. Utama. 2003. Optimasi produksi anak dan susu kambing Peranakan Etawah dengan superovulasi dan suplementasi seng. Forum Pascasarjana Sekolah Pascasarjana Institut Pertanian Bogor 26 (4): 335-352.
- Adriani, A., Sudono, T. Sutardi, I.K. Utama, dan W. Manalu. 2004a. Kajian pengaruh suplementasi seng selama bunting dan laktasi pada skor mastitis kambing Peranakan Etawah laktasi. J. Ilmiah Ilmu-Ilmu Peternakan 7(2): 71-80.
- Adriani, I.K. Utama, A. Sudono, T. Sutardi, dan W. Manalu. 2004b. Pengaruh superovulasi sebelum perkawinan dan suplementasi seng terhadap produksi susu kambing Peranakan Etawah. Anim. Production/J. Ilmu Ternak 6(2): 86-94.
- Alo, A.M.P. 2008. Trends in goat production in the Philippines. pp. 95-113. Proc. International Seminar on Production Increases in Meat and Dairy Goat by Incremental Improvement in Technology and Infrastructure for Small-Scale Farmer in Asia. Cisarua, Bogor, 4-8 August 2008.
- Amir, P. and H.C. Knipscheer. 1989. Conducting on-farm animal research: Procedures and economic analysis. Winrock Int. Inst. Agric. Dev. and Int. Dev. Res. Centre. Singapore National Printers Ltd., Singapore.
- Ananto, D. 1994. Prevalensi mastitis subklinis beberapa kecamatan di Kabupaten Dati II Bogor dengan menggunakan pereaksi IPB I dan Breed. Skripsi Fakultas Kedokteran Hewan, IPB, Bogor.
- Artiningsih, N.M., B. Purwanjara, R.K. Achjadi, dan I.K. Utama. 1996. Pengaruh penyuntikan *pregnant mare serum gonadotrophin* terhadap kelahiran kembar pada kambing Peranakan Etawah. J. Ilmu Ternak dan Veteriner 2(1): 11-16.
- Ashari, I.K. Utama, E. Juarini, dan D. Priyanto. 2000. Potensi susu kambing dan masalah pengembangannya. Buletin Peternakan. hlm. 34-41.
- Budiarsana, I.G.M. dan I.K. Utama. 2001. Fertilitas kambing Peranakan Etawah pada perkawinan alami dan inseminasi buatan. hlm. 85-92

Prosiding Seminar Nasional Teknologi Peternakan dan Veteriner. Pusat Penelitian dan Pengembangan Peternakan, Bogor.

- Budiarsana, I.G.M., I.K. Utama, R. Dharsana, U. Adiati, Hastono, M.S. Hidayat, Mulyawan, Bachtiar, dan R. Sukmana. 2001. Siklus birahi dan fertilitas kambing Peranakan Etawah pada perkawinan alami dan inseminasi buatan. hlm. 98-110. Kumpulan Hasil-Hasil Penelitian Peternakan. Edisi Khusus. Balai Penelitian Ternak, Bogor.
- Departemen Pertanian. 1984. Alas karpet untuk sapi perah. *Warta Penelitian dan Pengembangan Pertanian* 6: 1-3.
- Devendra, C. and H. Burns. 1983. *Goat Production in the Tropics*. Commonwealth Agricultural Bureau, UK.
- Direktorat Jenderal Peternakan. 2007. *Statistik Peternakan 2007*. Direktorat Jenderal Peternakan, Jakarta.
- Edey, T.N., R. Kilgour, and K. Bremmer. 1978. Sexual behaviour and reproductive performance of ewe lambs at and after puberty. *J. Agric. Sci. Camb.* 90: 83-91.
- Esfandiari, A., S. Widodo, I.W.T. Wibawan, D. Sayuti, I.K. Utama, and S.D. Widhyari. 2008. Serum antibody concentration of Etawah crossbred neonatus following various colostrum consumption. *Proc. International Seminar on Production Increases in Meat and Dairy Goat by Incremental Improvement in Technology and Infrastructure for Small-scale Farmer in Asia*. Cisarua, Bogor, 4-8 August 2008. 152 pp.
- Haenlein, G.F.W. 2004. Goat milk in human nutrition. *Small Ruminant Res.* 51: 155-163.
- Horst, P. and P.K. Mathur. 1991. Breeding objective and strategies. pp. 70-99. *In* J.M. Panandam, S. Sivaraj, T.K. Mukherjee and P. Horst (Eds.). *Goat Husbandry and Breeding in the Tropics*. Food and Agric. Dev. Centre, Feldafing, Germany.
- Horst, P. and S.S. Husain. 1991. Animal genetic resources. pp. 100-113. *In* J.M. Panandam, S. Sivaraj, T.K. Mukherjee and P. Horst (Eds.). *Goat Husbandry and Breeding in the Tropics*. Food and Agric. Dev. Centre, Feldafing, Germany.
- Iniguez, L., W.A. Pattie, dan B. Gunawan. 1993. Aspek-aspek pemuliaan domba ditekankan terutama pada lingkungan tropis yang lembab di Indonesia. pp. 89-158. *In* M. Wodziska-Tomaszewska, A. Djajanegara, S. Garner, T.R. Wiradarya and I.M. Mastika (Eds.). *Small Ruminant Production in the Humid Tropics*. Sebelas Maret University Press, Surakarta.

- Jensen, B. 1994. *Goat Milk Magic*. Bernard Jensen Publisher, Escondido, CA, USA.
- Knight, T.W. 1983. Ram induce stimulation of ovarium and oestrus activity in anoestrus ewes: A review. *Proc. Aust. Soc. Anim. Prod.* 13: 321-324.
- Kostaman, T. dan I.K. Utama. 2006. Studi motilitas dan daya hidup spermatozoa kambing Boer pada pengencer tris-sitrat-fruktose. *J. Sain Vet.* 24 (1): 58-64.
- Little, D. 1986. The mineral content of ruminant feeds and potential for mineral supplementation in South-East Asia with particular reference to Indonesia. *In* R.M. Dixon (Ed.). *Proc. 5th Annual Workshop of the Australian-Asian Ruminant Feeding System Utilizing Fibrous Agricultural Residues-1985*. Int. Dev. Prog. Aust. Univ. and Colleges Limited (IPP), Canberra, Australia.
- Manalu, W. dan M. Sumaryadi. 1995. Hubungan antara konsentrasi progesteron dan estradiol dalam serum induk selama kebuntingan dengan total masa fetus pada akhir kebuntingan. hlm. 57-62. *Prosiding Seminar Nasional Sains dan Teknologi Peternakan, Ciawi-Bogor*.
- Martawidjaya, M., S.S. Sitorus, B. Setiadi, dan A. Suparyanto. 1995. Penelitian anak kambing prasapih. *Laporan Hasil Penelitian*. Balai Penelitian Ternak, Ciawi, Bogor.
- McIntosh, J.E., R.M. Moor, and W.R. Allen. 1975. Pregnant mare serum gonadotrophin: Rate of clearance from circulation of sheep. *J. Reprod. Fert.* 44: 95-100.
- Merkens, J. dan A. Sjarif. 1932. Sumbangan pengetahuan tentang peternakan kambing di Indonesia (*Bijdrage tot de kennis van de geitenfokkerij in Nederlandsch Oost Indie*). Terjemahan. *Domba dan Kambing di Indonesia*. Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia, Jakarta. hlm. 25-50.
- Mukherjee, T.K. 1991. Crossbreeding for genetic improvement of local goats. *Innovative Results*. pp. 34-52. *In* J.M. Panandam, S. Sivaraj, T.K. Mukherjee and P. Horst (Eds.). *Goat Husbandry and Breeding in the Tropics*. Food and Agric. Dev. Centre, Feldafing, Germany.
- Ngangi, L.R. 2002. Efektivitas lama pemberian implan progesteron intravaginal dan waktu inseminasi terhadap penampilan reproduksi kambing Peranakan Etawah. *Tesis*. Sekolah Pascasarjana IPB, Bogor.
- Obst, J.M. and Z. Napitupulu. 1984. Milk yields of Indonesian goats. *Proc. Aust. Soc. Anim. Prod.* 15: 501-504.
- Oldham, C.M. 1980. Stimulation of ovulation in seasonal or lactational anovular ewes by rams. *Proc. Aust. Soc. Anim. Prod.* 13: 73-74.

- Paat, P.C., B. Setiadi, B. Sudaryanto, dan M. Sariubang. 1992. Peranan usaha ternak kambing Peranakan Etawah dalam sistem usahatani di Banggae Majene. hlm.162-165. Prosiding Sarasehan Usaha Ternak Kambing dan Domba Menyongsong Era PJPT II.
- Ritar, A.J., P.B. Ball, and P.J. O'may. 1990. Artificial insemination of Chasmere goats effects on fertility and fecundity of intravaginal treatment, method and time insemination, semen freezing process, number of motile spermatozoa and age of females. *Reprod. Fert. Dev.* 2: 377- 384.
- Romjali, E., L. Batubara, K. Simanihuruk, dan S. Eliesier. 2002. Keragaan anak hasil persilangan kambing Kacang dengan Boer dan Peranakan Etawah. hlm. 113-118. Prosiding Seminar Nasional Teknologi Peternakan dan Veteriner. Pusat Penelitian dan Pengembangan Peternakan, Bogor.
- Rung-Jen, T. and W. Hsiang-Yun. 2008. Current status of goat meat and milk processing in Taiwan. pp. 114-123. *Proc. International Seminar on Production Increases in Meat and Dairy Goat by Incremental Improvement in Technology and Infrastructure for Small-scale Farmer in Asia*. Cisarua, Bogor, 4-8 August 2008.
- Sarwono, B.D. dan IB.G. Dwipa. 1993. Sistem produksi dan reproduktivitas kambing di Propinsi Nusa Tenggara Barat. hlm. 55-63. Prosiding Lokakarya Potensi dan Pengembangan Ternak Kambing di Wilayah Indonesia Bagian Timur, Surabaya 28-29 Juli 1992.
- Semiadi, G., I K. Utama, dan Y. Syaefudin. 2003. Sinkronisasi estrus pada kambing Peranakan Etawah menggunakan CIDR-G. *J. Prod. Ternak* 5(2): 83-86.
- Setiadi, B. 2000. Peningkatan produktivitas usaha ternak kambing melalui perbaikan mutu genetik dan lingkungan. Laporan Tahunan, Balai Penelitian Ternak, Bogor. hlm. 87-88.
- Setiadi, B., I. Subandrio, M. Martawidjaya, D. Priyanto, D. Yulistiani, T. Sartika, B. Tiesnamurti, K. Diwyanto, dan L. Praharani. 2001. Evaluasi peningkatan produktivitas kambing persilangan. hlm. 157-178. *Kumpulan Hasil-hasil Penelitian Peternakan*. Edisi Khusus. Balai Penelitian Ternak, Bogor.
- Stemmer, A. 1991. Husbandry and kid raising methods. pp. 151-161. *In* J.M. Panandam, S. Sivaraj, T.K. Mukherjee and P. Horst (Eds.). *Goat Husbandry and Breeding in the Tropics*. Food and Agric. Dev. Centre, Feldafing, Germany.

- Subandriyo, B. Setiadi, and P. Sitorus. 1986. Etawa grade goat production in Bogor and Cirebon goat station of West Java. Working Paper No. 82, SR CRSP/Balai Penelitian Ternak, Bogor.
- Susilawati, T. dan Y. Afroni. 2008. Fertility evaluation of many breed goat. Proc. International Seminar on Meat and Dairy Goat Production, Bogor, Indonesia.
- Sutama, I.K. 1988. Lama birahi, waktu ovulasi dan kadar LH pada domba ekor pipih setelah perlakuan "progestagen-PMSG". Ilmu dan Peternakan 3(3): 93-95.
- Sutama, I.K., T.N. Edey, and I.C. Fletcher. 1988a. Oestrous cycle dynamics in peri-pubertal and mature Javanese thin-tail sheep. Anim. Reprod. Sci. 16: 61-70.
- Sutama, I.K., T.N. Edey, and I.C. Fletcher. 1988b. Studies on reproduction of Javanese thin-tail ewes. Aust. J. Agric. Res. 39: 703-711.
- Sutama, I.K., T.N. Edey, and I.C. Fletcher. 1988c. Peri-pubertal ovulatory events and progesterone profiles of Javanese thin-tail sheep. Anim. Reprod. Sci. 16: 53-60.
- Sutama, I.K. 1989a. Pengaruh "flushing" terhadap performance reproduksi domba ekor gemuk. Prosiding Seminar Hasil Penelitian Peternakan. Lustrum ke-4 Fakultas Peternakan Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.
- Sutama, I.K. 1989b. Pengaruh tingkat pemberian pakan terhadap performan reproduksi domba ekor tipis. hlm. 54-62. Prosiding Pertemuan Ilmiah Ruminansia. Cisarua, Bogor, 8-10 November 1988. Pusat Penelitian dan Pengembangan Peternakan, Bogor.
- Sutama, I.K. 1992a. Breeding the ewe lambs. pp. 67-69. In P. Ludgate and S. Scholz (Eds.). New Technology for Small Ruminant Production in Indonesia. Winrock Int. Institute for Agric. Dev.
- Sutama, I.K. 1992b. Reproductive development and performance of small ruminant in Indonesia. pp. 7-14. In P. Ludgate and S. Scholz (Eds.). New Technology for Small Ruminant Production in Indonesia. Winrock Int. Institute for Agric. Dev.
- Sutama, I.K., I.G. Putu, and M. Wodziska-Tomaszewska. 1993. Improvement in small ruminant productivity through more efficient reproduction. pp. 191-266. In M. Wodziska-Tomaszewska, A. Djajanegara, S. Garner, dan T.R. Wiradarya, and I.M. Mastika (Eds.). Small Ruminant Production in the Humid Tropics. Sebelas Maret University Press, Surakarta.

- Sutama, I.K. 1994. Puberty and early reproductive performance of Peranakan Etawah goat. pp. 233-234. Proc. 7th AAAP Animal Science Congress, Bali-Indonesia, 11-16 July 1994.
- Sutama, I.K., I.G.M. Budiarsana, H. Setyanto, and A. Priyanti. 1995. Productive and reproductive performance of young Etawah-cross does. *J. Ilmu Ternak dan Veteriner* 1(2) : 81-85.
- Sutama, I.K. 1997. Potensi produktivitas ternak kambing di Indonesia. hlm. 35-50. Prosiding Seminar Nasional Teknologi Peternakan dan Veteriner. Pusat Penelitian dan Pengembangan Peternakan, Bogor.
- Sutama, I.K., B. Setiadi, P. Situmorang, U. Adiati, I.G.M. Budiarsana, T. Kostaman, Maulana, Mulyawan, dan R. Sukmana. 2001. Uji kualitas semen beku kambing Peranakan Etawah dan kambing Boer. hlm. 88-111. Prosiding Hasil Penelitian Bagian Proyek Rekayasa Teknologi Peternakan/ARMP-II. Pusat Penelitian dan Pengembangan Peternakan, Bogor.
- Sutama, I.K. 2002. The effect of equilibration time on the quality of frozen semen of Ettawa crossbred and Boer goats. pp. 141-147. Proc. The 3rd International Seminar on Tropical Animal Production, Yogyakarta.
- Sutama, I.K., R. Dharsana, I.G.M. Budiarsana, and T. Kostaman. 2002. Sinkronisasi birahi dengan larutan komposit testosterone, oestradiol, dan progesterone (TOP) pada kambing Peranakan Etawah. *J. Ilmu Ternak dan Veteriner* 7: 110-115.
- Sutama, I.K., B. Setiadi, I.G.M. Budiarsana, T. Kostaman, A. Wahyuarman, M.S. Hidayat, Mulyawan, R. Sukmana, dan Bachtiar. 2003. Pembentukan kambing persilangan Boereta untuk meningkatkan produksi daging dan susu. Laporan Hasil Penelitian. Balai Penelitian Ternak, Ciawi, Bogor.
- Sutama, I.K., Supriyati, W. Puastuti, I.G.M. Budiarsana, T. Kostaman, dan Subiharta. 2007a. Pengembangan kambing perah di lahan marginal sebagai suatu alternatif peningkatan pendapatan dan kualitas konsumsi gizi keluarga. Prosiding Workshop Sintesis Pengembangan Inovasi Pertanian Lahan Marginal, Mataram, 11-12 Desember 2007. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian, Jakarta.
- Sutama, I.K., I.G.M. Budiarsana, W. Puastuti, Supriyati, T. Kostaman, Subiharta, dan M. Yani. 2007b. Introduksi teknologi produksi kambing perah sebagai komponen agribisnis di lahan marginal di Temanggung. Laporan Hasil Penelitian. Balai Penelitian Ternak-P4MI, Bogor.
- Sutama, I.K. 2008. Productive and reproductive performances of female Peranakan Etawah (PE) goats in Indonesia. p. 146. Proc. International Seminar on Production Increases in Meat and Dairy Goat by

- Incremental Improvement in Technology and Infrastructure for Small-Scale Farmer in Asia. Cisarua, Bogor, 4-8 August 2008.
- Sutama, I.K., T. Kostaman, I.G.M Budiarsana, and D. Priyanto. 2008. Pre-weaning growth performances of Peranakan Etawah (PE) goats on different rearing management systems. pp. 68-74. Proc. International Seminar on Production Increases in Meat and Dairy Goat by Incremental Improvement in Technology and Infrastructure for Small-Scale Farmer in Asia. Cisarua, Bogor, 4-8 August 2008.
- Tambing, S.N., M.R. Toelihere, T.L. Yusuf, dan I.K. Sutarna. 2000. Pengaruh gliserol dalam pengencer tris terhadap kualitas semen beku kambing Peranakan Etawah. *J. Ilmu Ternak dan Veteriner* 5 (2): 84-91.
- Tambing, S.N., M.R. Toelihere, T.L. Yusuf, dan I.K. Sutarna. 2001. Kualitas semen beku kambing Peranakan Etawah setelah equilibrasi. *Hayati* 8(3): 70-75.
- Tambing, S.N., I.K. Sutarna, dan R.I. Arifiantini. 2003a. Efektivitas berbagai konsentrasi laktosa dalam pengencer tris terhadap viabilitas semen cair kambing Saanen. *J. Ilmu Ternak dan Veteriner* 8(2): 84-90.
- Tambing, S.N., M.R. Toelihere, T.L. Yusuf, B. Purwantara, I.K. Sutarna, dan P.Z. Situmorang. 2003b. Kualitas semen beku kambing Saanen pada berbagai jenis pengencer. *Hayati* 10(4): 146-150.
- Tiesnamurti, B. 1993. Pemuliaan ternak kambing dalam agroekosistem wilayah Indonesia Bagian Timur. Lokakarya Potensi dan Pengembangan Ternak Kambing di Wilayah Indonesia Bagian Timur, Surabaya, 28-29 Juli 1992. hlm. 157-166.
- Widhyari, D.S., I.K. Sutarna, S. Widodo, I.W.T. Wibawan, and A. Esfandiari. 2008. The effect of supplementation of Zn on leucocyte profiles and its phagocytosis capacity on Peranakan Etawah goat during periparturient period. p. 150. Proc. International Seminar on Production Increases in Meat and Dairy Goat by Incremental Improvement in Technology and Infrastructure for Small-Scale Farmer in Asia. Cisarua, Bogor, 4-8 August 2008.
- Wodzicka-Tomaszewska, M., I.K. Sutarna, I.G. Putu, and T.D. Chaniago. 1991. Reproduksi, tingkah laku dan produksi ternak di Indonesia. PT Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.
- Yulistiani, D., I.W. Mathius, I.K. Sutarna, U. Adiati, R.S.G. Sianturi, Hastono, dan I.G.M. Budiarsana. 1999. Respon produksi kambing PE induk sebagai akibat perbaikan pemberian pakan pada fase bunting tua dan laktasi. *J. Ilmu Ternak dan Veteriner* 4(2): 88-94.

Model Pertanian Pangan Cerdas Iklim Berbasis Tata Kelola Lahan Bijak untuk Menghadapi Ancaman Perubahan Iklim

IRSAL LAS

Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Sumberdaya Lahan Pertanian

Jalan Tentara Pelajar No. 12, Cimanggu, Bogor 16114

E-mail: irsallas@indonet.id

ABSTRAK

Perubahan iklim merupakan salah satu ancaman serius terhadap sistem produksi dan ketersediaan pangan di masa yang akan datang, terutama akibat ancaman kekeringan dan degradasi sumber daya lahan dan air. Dampak perubahan iklim bersifat jamak, baik sifat maupun akibatnya. Di sisi lain, masalah sumber daya lahan di masa mendatang akan semakin kompleks, baik secara fisik/teknis maupun sosial-ekonomi. Rendahnya daya adaptasi sektor pertanian terhadap perubahan iklim antara lain disebabkan oleh: (1) rendahnya kemampuan petani mengelola risiko iklim, (2) kendala adopsi dan penerapan teknologi adaptif, (3) lemahnya sistem koordinasi dan kebijakan, dan (4) terbatasnya program yang membangun kapasitas petani. Model pertanian cerdas iklim (*climate smart agriculture*) yang patut dikembangkan ke depan harus berbasis keberlanjutan dengan tingkat kelenturan (*resilient*) tinggi, antisipatif dan adaptif terhadap cekaman iklim dan masalah sumber daya lahan. Dua pendekatan simultan yang menjadi tumpuan dari model pertanian cerdas iklim ini adalah menghindari dan/atau memperkecil dampak melalui pemanfaatan dan pengelolaan sumber daya lahan yang antisipatif dan adaptif perubahan iklim, baik secara teknis melalui pengembangan teknologi, maupun secara sosial-ekonomi dan kelembagaan. Pertanian cerdas iklim harus mempunyai setidaknya 4 dari 7 indikator, yakni toleran dan mudah pulih (*recovery*), tingkat kerentanan rendah atau berdampak relatif kecil, mampu memanfaatkan sumber daya dan *input* secara efisien, bersifat *eco-farming* atau ramah lingkungan, produktivitas tinggi dan berkualitas, bersifat restoratif atau mampu merehabilitasi dan mereklamasi lahan terdegradasi, dan adanya kandungan inovasi dan teknologi maju (*frontier*) yang memadukan teknologi sederhana atau *indigenous technology*. Sasaran utama dari pertanian cerdas iklim adalah: (1) menurunkan tingkat kehilangan produksi pangan akibat cekaman iklim, (2) meningkatkan kapasitas dan sumber pertumbuhan produksi, (3) meningkatkan efisiensi penggunaan sumber daya dan *input*, dan (d) diversifikasi pertanian, baik dalam sistem produksi maupun konsumsi.

Kata kunci: perubahan iklim, pertanian, sumber daya lahan, cerdas, bijak

PENDAHULUAN

Kebutuhan hidup manusia, terutama pangan, hanya dapat dipenuhi melalui pemanfaatan dan pengelolaan sumber daya alam secara optimal, baik sumber daya genetik maupun lahan, air, dan iklim. Apa pun bentuk pemanfaatan dan pengelolaannya, penerapan ilmu pengetahuan dan teknologi (iptek) sangat menentukan tingkat keberhasilannya, baik kuantitas maupun kualitas, apalagi dalam kondisi masalah dan kendala produksi yang semakin kompleks. Oleh karena itu, tidak salah kalau Suswono, Menteri Pertanian Republik Indonesia, menegaskan bahwa setiap program dan kebijakan pembangunan pertanian senantiasa berlandaskan pertimbangan hasil penelitian dan pengembangan, baik berupa invensi maupun inovasi.

Selaras dengan laju pertumbuhan penduduk dan tingkat kesejahteraan masyarakat, laju pertumbuhan kebutuhan pangan per tahun diperkirakan berkisar antara 0,68% (jagung) hingga 1,5% (daging), dengan agregat beras 33,1 juta ton pada tahun 2010 menjadi 40,2 juta ton pada tahun 2030 dan 48,2 juta ton pada tahun 2050, sementara untuk jagung 16,1 juta ton menjadi 20,8 juta ton dan 24,7 juta ton, untuk kedelai 2,1 juta ton menjadi 2,7 juta ton dan 3,1 juta ton, untuk gula 2,2 juta ton menjadi 2,9 juta ton dan 4,0 juta ton, dan untuk daging (sapi) 244 ribu ton menjadi 314 ribu ton dan 356 ribu ton dalam periode yang sama (Sudaryanto *et al.* 2010; Haryono dan Las 2011).

Dalam rangka percepatan pembangunan ekonomi, pemerintah telah menetapkan Master Plan Pembangunan Ekonomi (MP3EI) sebagai arah pembangunan ekonomi nasional menuju tahun 2025. MP3EI saling bersinergi dan memperkuat program-program yang tertuang dalam RPJM/RPJP, termasuk pembangunan sektor pertanian, terutama pangan, dengan tujuan utama adalah mewujudkan masyarakat Indonesia yang mandiri, maju, adil, dan makmur dengan tiga strategi utama, yaitu: (1) pengembangan potensi daerah pada enam koridor ekonomi (KE), Sumatera, Jawa, Kalimantan, Sulawesi, Bali-Nusa Tenggara, Papua-Kepulauan Maluku; (2) perkuatan konektivitas nasional melalui sinkronisasi rencana aksi nasional untuk revitalisasi kinerja sektor riil dengan menyelesaikan masalah regulasi dan infrastruktur utama; dan (3) pengembangan *center of excellence* di setiap KE dengan mengembangkan SDM dan iptek untuk meningkatkan daya saing.

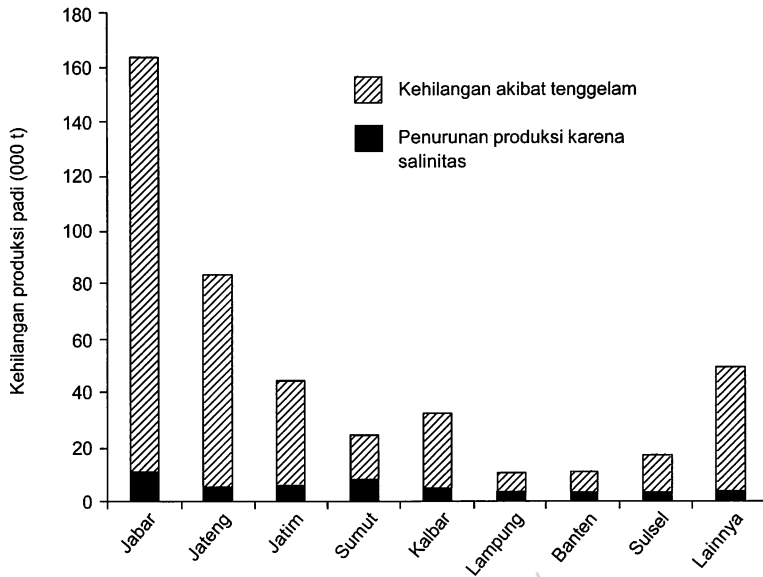
Komoditas utama pangan dan pertanian dalam kerangka MP3EI adalah kelapa sawit, karet, kakao, ternak, dan pangan (Kemenko Ekuin 2011). Untuk memenuhi kebutuhan pangan dan pertanian, baik yang terkait dengan program sektor maupun MP3EI, hingga tahun 2030 dibutuhkan tambahan areal pertanian baru sekitar 13,7 juta ha (Las *et al.* 2012). Di sisi lain, sistem produksi pangan nasional ke depan, terutama beras, dibayangi-bayangi

oleh dua ancaman utama, yaitu (1) variabilitas dan perubahan iklim serta (2) masalah dan degradasi sumber daya lahan (dan air). Kedua ancaman yang saling berinteraksi tersebut umumnya dipicu oleh kegiatan manusia, termasuk kegiatan pertanian dan sistem pengelolaan sumber daya, terutama lahan dan air.

Variabilitas dan perubahan iklim yang disebabkan oleh fenomena pemanasan global merupakan suatu keniscayaan gejala alam yang bersifat global, dipicu oleh aktivitas manusia (antropogenik) yang menyebabkan peningkatan emisi gas rumah kaca (GRK). Perubahan iklim berdampak serius terhadap berbagai aspek kehidupan manusia, terutama produksi dan ketersediaan pangan. Sistem produksi pangan yang umumnya dikelola oleh petani kecil dengan areal garapan yang sempit paling rentan terhadap dampak perubahan iklim, baik langsung maupun tidak langsung, sehingga memengaruhi produksi pangan dan kesejahteraan petani. Sejarah menunjukkan, jika terjadi cekaman iklim, terutama kekeringan, selalu dibarengi oleh meningkatnya angka kemelaratan.

Masalah sumber daya lahan di masa mendatang akan semakin kompleks dan muncul dalam beberapa bentuk dan derivasi, baik secara fisik/teknis maupun nonfisik/nonteknis (sosial-ekonomi). Secara teknis, masalah utama sumber daya lahan terkait dengan luas dan sebaran serta dinamika karakteristik fisika, kimia, dan biologi tanah. Secara nonteknis erat kaitannya dengan aspek sosial-ekonomi, legalitas (kepemilikan/*land tenure*), sistem pengelolaan, serta kebijakan tata kelola dan pemanfaatan lahan. Masalah teknis utama yang sudah dan akan terus muncul adalah penciptaan dan degradasi sumber daya lahan yang pada umumnya disebabkan oleh kompetisi penggunaan dan eksploitasi yang kurang memerhatikan daya dukung lahan secara bijaksana.

Tulisan ini berisikan konsepsi inovasi pertanian dalam model *farming* serta inovasi teknologi, arah, strategi, dan kebijakan tata kelola sumber daya untuk mengembangkan sistem produksi pangan yang tangguh dalam arti *resilient* dan *green farming* dalam menghadapi dampak variabilitas dan perubahan iklim serta berbagai masalah sumber daya lahan. Pemikiran tersebut bersumber dari *review* berbagai hasil penelitian dan pustaka, termasuk Al-Qur'an, serta olahan dan penelaahan khusus terhadap dinamika, respons, dan aktivitas pribadi yang relevan dengan topik tulisan.



Gambar 1. Kehilangan produksi padi yang disebabkan penciptaan lahan dan salinitas akibat peningkatan permukaan air laut.

(kapasitas retensi air, hara, produktivitas, dll) yang menyebabkan: (1) semakin sulitnya meningkatkan produktivitas, (2) inefisiensi produksi, dan (3) makin sulitnya pengolahan tanah (inefisiensi tenaga kerja).

Beberapa bentuk degradasi lahan sawah adalah (1) *soil sickness/fatigue*, yaitu penurunan kesuburan, produktivitas, dan produksi dengan C-organik rendah ($<2\%$), (2) penipisan solum/zona perakaran atau “lapisan bajak”, (3) eutrofikasi, pengkayaan hara, dan pendangkalan badan air, dan (4) kelangkaan dan penurunan kualitas air. Degradasi lahan sawah tidak hanya berdampak terhadap gangguan fisiologis dan pertumbuhan tanaman, tetapi juga terhadap keamanan pangan dan lingkungan.

Penyebab utama degradasi lahan adalah kegiatan manusia dalam pengelolaan sistem usaha tani/model *farming*, termasuk penggunaan *input* produksi/teknologi budi daya seperti: (1) pemupukan dan penggunaan *input* lain yang tidak rasional; (2) pengurusan hara yang berlebihan tanpa pengembalian bahan organik atau tanpa penggunaan pupuk organik; (3) eksploitasi dan pengelolaan lahan yang sangat intensif, IP tinggi dengan pola tanam yang monoton/monokultur; dan (4) pencemaran kegiatan non-pertanian (industri, domestik, dll). Degradasi lahan juga dapat terjadi secara alamiah seperti intrusi air laut, rob, dan pencemaran alami.

Selain penurunan kesuburan tanah, degradasi lahan kering yang paling menonjol adalah penurunan daya dukung dan kerusakan fisik yang berdampak terhadap lahan kritis dan rawan longsor dengan erosi berat. Diperkirakan lebih dari 35% lahan kering mengalami degradasi dan potensial menjadi lahan kritis (BPS 2006). Oleh karena itu, peningkatan intensitas dan bobot ancaman banjir dan kekeringan tidak hanya disebabkan oleh variabilitas dan perubahan iklim, tetapi juga penurunan daya dukung lahan dan rusaknya fungsi hidrologis.

Beberapa pemicu kerusakan lahan kering adalah penggunaan yang tidak sesuai dengan peruntukan (*land use system*) dan tingkat kesesuaiannya (*land suitability*), sistem pengelolaan lahan yang kurang tepat mulai dari proses pembukaan (*land clearing*), pilihan sistem usaha tani hingga pengelolaan yang tidak mengintegrasikan teknologi konservasi (tanah dan air). Dampak utamanya adalah peningkatan erosi, penggundulan lahan, penggurunan, penurunan permukaan (*subsidence*), pemadatan (*compaction*), pemiskinan hara dan bahan organik, pemasaman tanah, penggaraman, sodifikasi dan alkalinasi, polusi, ketidakseimbangan hayati, dan lain-lain (Departemen Pertanian 2006).

Dilema Lahan Gambut dan Dampak Tidak Langsung Perubahan Iklim

Pesatnya pengembangan komoditas perkebunan terutama kelapa sawit telah mendorong pembukaan dan pemanfaatan lahan gambut yang rapuh (*fragile*) dan berisiko terhadap sumber daya lahan dan lingkungan, terutama emisi GRK. Kenyataan menunjukkan bahwa pemanfaatan lahan gambut layak dan memberikan keuntungan bagi petani atau pengusaha. Di beberapa daerah yang sebagian besar wilayahnya didominasi oleh lahan gambut, seperti Kabupaten Kubu Raya di Kalimantan Barat, Kabupaten Muaro Jambi di Jambi, dan Kabupaten Pulang Pisau di Kalimantan Tengah, pemanfaatan lahan untuk pertanian merupakan keharusan yang tidak bisa dihindari. Saat ini diperkirakan sekitar 19% dari total luas areal perkebunan kelapa sawit berada di lahan gambut.

Walaupun sebagian lahan gambut yang dimanfaatkan untuk perluasan areal perkebunan berstatus “terlantar/terdegradasi”, upaya pengembangan lebih lanjut menuai kritik dan memunculkan polemik dalam komunikasi internasional, baik dari negara maju maupun LSM. Polemik tersebut mendorong pemerintah mengambil kebijakan tata kelola lahan dan hutan, seperti Inpres No. 10/2011 yang berimplikasi terhadap arah dan strategi perluasan lahan pertanian.

PERUBAHAN IKLIM DAN DAMPAKNYA TERHADAP KETAHANAN PANGAN

Fenomena Variabilitas dan Perubahan Iklim

Para klimatologis mengartikan variabilitas iklim sebagai dinamika iklim yang terjadi secara periodik dan dalam keniscayaan seperti musiman, bulanan, harian, atau periode yang lebih pendek akibat dinamika atmosfer. Perubahan iklim yang akhir-akhir ini menjadi isu sentral di berbagai belahan dunia merupakan perubahan unsur-unsur iklim dengan kecenderungan (*trend*) tertentu dalam jangka panjang yang disebabkan oleh peningkatan konsentrasi GRK di atmosfer. Kecenderungan yang dimaksud adalah semakin naik atau turun, semakin sering atau jarang, dan semakin tinggi atau rendah nilai atau *magnitude* satu atau beberapa unsur iklim.

Peningkatan konsentrasi GRK mendorong peningkatan “efek rumah kaca” (terhalangnya pancaran panas bumi - *out going radiation* - ke atmosfer yang menyebabkan pemanasan suhu). Unsur utama perubahan iklim adalah: (1) peningkatan suhu udara dekat permukaan bumi dibandingkan dengan rata-rata jangka panjang (50-100 tahun) sebelumnya akibat langsung pemanasan global; (2) peningkatan permukaan air laut dan rob sebagai dampak fisik (meteorologis) peningkatan suhu udara melalui pemuatan air laut, pelelehan gunung es, dan gletser; (3) perubahan pola curah hujan akibat peningkatan dinamika atmosfer selaras dengan peningkatan suhu udara; dan (4) makin seringnya anomali atau kejadian iklim ekstrem (Las *et al.* 2009a; Kementerian Pertanian 2010a, 2010b)

Berbagai kajian dan analisis menghasilkan prediksi dan skenario perubahan iklim yang beragam, tetapi para ahli sepakat menggunakan suhu udara sebagai indikator utama. Naiknya suhu udara di Jakarta dalam periode 1880-2000, sekitar 1,4°C pada bulan Juli dan 1,04°C pada bulan Januari (Boer 2007), dan peningkatan suhu udara global sejak lebih dari 100 tahun terakhir rata-rata 0,57°C (Runtunuwu dan Kondoh 2008) merupakan indikasi terjadinya perubahan iklim. Jika tidak dilakukan tindakan (mitigasi) apa-apa (*business as usual*, BAU), banyak ahli mengemukakan skenario peningkatan suhu udara 2-4°C hingga 100 tahun yang akan datang dengan konsekuensi naiknya permukaan air laut 50-100 cm (Salwati 2012).

Anomali iklim atau kejadian iklim ekstrem sangat nyata pengaruhnya terhadap sektor pertanian, sebagaimana tercermin dari perubahan dan pergeseran pola curah hujan yang memang sudah sangat dirasakan di Indonesia. Kejadian iklim ekstrem dikendalikan oleh fenomena ENSO (*El-Nino Southern Oscillation*) yang menyebabkan El-Nino atau La-Nina, dan Diplo Mode (IOD) yang memengaruhi pola curah hujan dan sifat musim di

sebagian wilayah Indonesia. Frekuensi kejadian anomali iklim memang semakin kerap, dari setiap 3-8 tahun menjadi 2-5 tahun (Ratag 2007; Las *et al.* 2008). Jumlah bulan dengan curah hujan ekstrem juga cenderung meningkat sejak 50 tahun terakhir, terutama di kawasan pantai (Aldrian dan Djamil 2006).

Gejala pergeseran pola hujan juga semakin nyata terlihat di berbagai wilayah di Indonesia, yaitu maju atau mundurnya awal musim hujan atau musim kemarau (Boer dan Faqih 2004; Nurhayati 2010). Terdapat keragaman pergeseran jumlah dan pola curah hujan, terutama antara wilayah monsonal di belahan bumi bagian selatan (Jawa-Nusa Tenggara) dengan belahan bumi bagian utara yang dipengaruhi oleh pola equatorial (Sumatera, Kalimantan, dan Sulawesi bagian tengah-utara). Di wilayah selatan, curah hujan cenderung makin tinggi, tetapi periode musim cenderung memendek, sedangkan di bagian utara khatulistiwa, jumlah curah hujan cenderung menurun, tetapi periode musim hujannya cenderung semakin panjang (Naylor *et al.* 2007).

Secara temporal, curah hujan pada musim hujan lebih bervariasi dibandingkan dengan musim kemarau dan sejak 10 tahun terakhir (1994-2002) semakin banyak wilayah yang rata-rata curahnya pada musim hujan cenderung turun dibandingkan dengan kondisi normal selama 30 tahun (1970-2000) (Boer dan Las 2003; Ibrahim 2004). Selain itu, variabilitas dan deviasi curah hujan cenderung semakin meningkat. Sebagai contoh, curah hujan bulan Januari di Jakarta selama periode 1981-1990 rata-rata 412 mm dengan kisaran 258-595 mm dan standar deviasi 91 mm, sedangkan pada periode 1991-2000 meningkat menjadi 354 mm dengan kisaran 163-592 mm dan standar deviasi 130 mm, selanjutnya pada periode 2001-2010 angka tersebut masing-masing menjadi 332 mm, 198 mm, dan 111-694 mm/bulan (Nurhayati 2010).

Kerentanan Ketahanan Pangan

Tingkat kerentanan (*vulnerability*) sistem produksi (usaha tani) pangan terhadap perubahan iklim diindikasikan oleh tingkat penurunan kemampuan adaptasi dan kelangsungan sistem produksi tanaman secara wajar akibat kurang optimalnya proses fungsi fisiologis/biologis, perkembangan/fenologi, pertumbuhan dan produksi tanaman. Tingkat kerentanan usaha tani bersifat dinamis, bergantung pada keandalan teknologi, kondisi sosial-ekonomi petani, dan daya dukung sumber daya dan lingkungan. Kerentanan sistem produksi pangan dipengaruhi oleh tingkat keterpaparan (*exposure*) terhadap bahaya dan kapasitas adaptasi dan dinamika iklim itu sendiri, terutama kondisi dan dinamika ketersediaan/kadar air tanah. Oleh karena itu, tingkat kerentanan tanaman padi dan

tanaman pangan lainnya ditinjau dari kelenturannya terhadap kekeringan dan genangan yang sering diikuti oleh ancaman organisme pengganggu tanaman (OPT). Kekeringan yang terjadi pada tahun 1997/1998 menimbulkan kerugian sekitar USD375 juta, 73% di antaranya berasal dari sektor kehutanan, 24% dari sektor pertanian, dan sisanya dari sektor lainnya seperti perhubungan, sementara kekeringan pada tahun 1982/1983 menyebabkan kerugian sekitar USD400 juta (Boer dan Setyadipratikto 2003).

Dalam periode 1844-1960, kekeringan hanya terjadi satu kali dalam 4 tahun, kemudian pada periode 1961-2006 meningkat menjadi satu kali dalam 2-3 tahun (Boer *et al.* 2011a). Demikian juga bencana banjir, selama periode 2001-2004 saja telah terjadi 530 kejadian dengan jumlah wilayah rawan banjir yang juga semakin meningkat. Dari 5,14 juta ha lahan sawah yang dievaluasi, terdapat 1 juta ha yang sangat rentan dan rentan terhadap kekeringan, sedangkan yang rentan genangan diperkirakan sekitar lebih dari 1,2 juta ha, termasuk lahan rawa lebak (Wahyunto 2005).

Dampak Perubahan Iklim

Dampak perubahan iklim terhadap sistem produksi pangan adalah penurunan produksi, baik secara fisik maupun ekonomi dan sosial, yang dapat dipilah berdasarkan “runtut”, “proses” dan “sifat”nya. Berdasarkan runtutan, dampak perubahan iklim yang diawali oleh degradasi sumber daya lahan dan air adalah menurunnya kapasitas infrastruktur, berlanjut pada sistem dan proses produksi, dan berujung pada gangguan terhadap ketahanan pangan, sosial-ekonomi, dan kesejahteraan petani. Berdasarkan prosesnya, dampak perubahan iklim dibedakan atas dampak langsung akibat cekaman perubahan iklim terhadap sistem dan proses produksi, dan dampak tidak langsung termasuk *boarder context* seperti dampak kebijakan tata kelola sumber daya lahan dan air (terkait dengan aksi mitigasi), serta distribusi dan kebijakan harga pangan (Haryono dan Las 2011).

Terkait dengan penyebab dan akibatnya, dampak perubahan iklim dapat bersifat kontinu, diskontinu, atau permanen. Dampak kontinu terutama disebabkan oleh kenaikan suhu udara, perubahan hujan, dan kenaikan salinitas tanah yang menyebabkan penurunan produktivitas, indeks pertanaman (IP), dan perubahan pola tanam. Dampak diskontinu umumnya disebabkan oleh kejadian iklim ekstrem (banjir, kekeringan, angin kencang, dll) yang menyebabkan penurunan produktivitas bahkan gagal panen dan ledakan OPT. Dampak permanen perubahan iklim antara lain penciptaan lahan pertanian di kawasan pantai akibat kenaikan muka air laut (Boer *et al.* 2011a).

Peningkatan suhu udara berdampak terhadap respirasi, transpirasi (kebutuhan air), dan ancaman OPT yang memengaruhi produktivitas tanaman, pematangan buah/biji, dan mutu hasil. Kenaikan suhu minimum setiap 1°C akan menurunkan hasil tanaman padi sebesar 10% (Peng *et al.* 2004). Model simulasi hasil tanaman menunjukkan peningkatan suhu udara 0,5 dan 1,0°C pada tahun 2025 dan 2050 akan berdampak terhadap penurunan produksi padi di Jawa Barat, Jawa Tengah, dan Jawa Timur masing-masing sebesar 1,8 juta ton pada tahun 2025 dan 3,6 juta ton pada tahun 2050. Jika peningkatan konsentrasi CO₂ diperhitungkan, maka penurunan produksi masing-masing menjadi 33,9 ribu ton dan 59,6 ribu ton dengan skenario SRESA2 dan 383,0 ribu ton dan 888,2 ribu ton dengan skenario SRESB1 (Boer *et al.* 2011b).

Mundurnya awal musim hujan selama 30 hari berpotensi menurunkan produksi padi di Jawa Barat dan Jawa Tengah sekitar 6,5% dan di Bali 11%. Sebaliknya, di wilayah bagian utara (Sumatera dan Kalimantan), kecenderungan pemanjangan musim tanam potensial meningkatkan IP sebesar 10-15%. Perubahan pola curah hujan menyebabkan perubahan potensi dan ketersediaan air waduk. Sebagai contoh, volume air waduk Citarum dalam 10 tahun terakhir cenderung turun dari rata-rata 5,7 miliar m³ per tahun menjadi 4,9 miliar m³ per tahun yang dengan sendirinya menurunkan kapasitas pengairan lahan sawah di jalur pantura secara signifikan. Kondisi yang mirip juga terjadi di waduk lain di Jawa, seperti Gajah Mungkur dan Kedung Ombo.

Dampak kenaikan muka air laut adalah meningkatnya salinitas air tanah dan tergenangnya sebagian lahan di wilayah pantai. Peningkatan salinitas tanah menjadi 3,9 dan 6,5 dS/m akan menurunkan hasil padi sebesar 25% dan 55% (Zeng dan Shannon 2000). Penurunan produksi bersifat linier sebesar 10% akibat peningkatan salinitas 1-2 dS/m. Luas lahan sawah yang terancam akibat salinitas maupun tenggelam di pantura Jawa diperkirakan 292-400 ribu ha (3,7%), Sulawesi 78.701 ha, Kalimantan 25.372 ha, Sumatera 3.170 ha, dan Nusa Tenggara 2.123 ha. Selanjutnya pada Gambar 1 terlihat bahwa ancaman paling serius akibat penciutan lahan terjadi di Jawa Barat dengan penurunan produksi hingga 16.000 ton/tahun (Boer *et al.* 2011a).

MASALAH SUMBER DAYA LAHAN

Degradasi Lahan Eksisting

Salah satu penyebab pelandaian produktivitas (*leveling off*) lahan sawah, terutama lahan sawah intensif di Jawa, adalah penurunan kesuburan fisik maupun kimia dan biologi tanah. Pada lahan kering, degradasi diindikasikan oleh kerusakan fisik lahan (erosi, longsor, dll) dan penurunan daya dukung

Penciutan dan Konversi Lahan Eksisting

Penciutan luas baku lahan sawah di Jawa mengindikasikan telah terjadi konversi lahan sawah produktif ke lahan nonpertanian (permukiman, perkotaan, infrastruktur, dan kawasan industri). Walaupun datanya masih diperdebatkan, hasil analisis konversi lahan tingkat nasional yang mengacu pada data BPS menunjukkan bahwa konversi lahan dalam periode 1981-1999 mencapai 90.147 ha/tahun, 61,6% di antaranya terjadi di Jawa (Irawan 2004) dan dalam periode 1999-2002 angka konversi lahan dilaporkan 187.720 ha/tahun (Winoto 2005).

Lahan sawah yang dikonversi pada awalnya beririgasi teknis atau setengah teknis dengan produktivitas tinggi, kemudian secara bertahap disengaja atau tidak menjadi lahan sawah terlantar. Di Sumatera justru terjadi peningkatan luas lahan sawah sekitar 213 ribu ha dalam periode 1995-1999. Sebaliknya, di Sulawesi dan Kalimantan terjadi pengurangan luas lahan sawah masing-masing 102 ribu ha dan 170 ribu ha dalam periode yang sama (BPN 2000). Berdasarkan rencana tata ruang (RTR) seluruh kabupaten/kota se Indonesia, konversi lahan sawah di Indonesia diperkirakan akan terjadi seluas 3.099.020 ha atau 42,4% dari total areal lahan sawah. Konsekuensinya akan terjadi kehilangan produksi padi sekitar 600.000 ton/tahun, padahal realisasi pencetakan sawah baru sebagai kompensasi dari konversi tersebut rata-rata 30.000-50.000 ha/tahun.

Ketersediaan dan Kondisi Lahan Perluasan

Degradasi lahan tidak hanya terjadi pada lahan eksisting, tetapi juga pada lahan yang potensial untuk perluasan areal (ekstensifikasi), yang umumnya disebabkan oleh deforestasi dan eksploitasi penambangan yang ditelantarkan. Diperkirakan sekitar 30% kawasan hutan tidak bervegetasi atau dengan vegetasi sangat terbatas dan terlantar atau terdegradasi (Masripatin 2008), dan disinyalir 43 juta ha sudah menjadi lahan kritis (KLH, Kompas 26 Juni 2006). Lahan-lahan tersebut pada umumnya bekas hak pengusahaan hutan (HPH) dan/atau lahan konsesi untuk hutan tanaman industri (HTI) atau perkebunan yang *idle* atau belum dikelola secara optimal.

Berdasarkan data ketersediaan lahan potensial (sesuai) untuk pertanian seluas 34,7 juta ha (BBSDL 2010), 31% di antaranya merupakan lahan suboptimal atau lahan rawa, gambut, lahan kering beriklim kering, dan lahan terdegradasi/terlantar. Seluas 66,4% di antara lahan tersebut berada di kawasan hutan dan 33,7% di kawasan budi daya atau area penggunaan lain. Selain itu, diperkirakan sekitar sepertiga kawasan hutan merupakan lahan terdegradasi dalam pengertian belum dimanfaatkan dan tidak lagi berhutan, yang pada umumnya merupakan hutan belukar dan padang alang-alang.

Ini berarti peluang dan potensi perluasan areal pertanian baru di masa yang akan datang tertuju pada penggunaan lahan suboptimal yang sebagian di antaranya berada di kawasan hutan. Restorasi dan revitalisasi lahan terdegradasi/terlantar di kawasan hutan seyogianya dapat dikelola dengan tiga alternatif strategi, yaitu: (1) melalui rehabilitasi/restorasi hutan (reboisasi) untuk dikembalikan kepada hutan (lindung dan konservasi), (2) pengembangan HTI, dan (3) pengembangan tanaman perkebunan dan buah-buahan yang memiliki penambatan karbon tinggi. Namun, untuk kepentingan ketahanan pangan melalui penerapan teknologi dan model usaha tani yang ramah lingkungan, sebagian lahan tersebut secara selektif perlu dimanfaatkan untuk pengembangan tanaman pangan dan sayuran.

PENGEMBANGAN PERTANIAN PANGAN BERBASIS IPTEK TATA KELOLA LAHAN SECARA BIJAK

Telaah Tematik

Penyebab tingginya tingkat kerentanan sektor pertanian, khususnya subsektor tanaman pangan, terhadap variabilitas dan perubahan iklim global adalah: (1) berbagai masalah sumber daya lahan, terutama terkait dengan konversi dan degradasi; (2) secara biologis tanaman pangan atau tanaman semusim sangat rentan terhadap cekaman lingkungan biofisik; (3) pola tanam dan sistem usaha tani kurang *sustainable*; dan (4) kondisi sosial-ekonomi petani yang masih rendah (>55% petani gurem) (Haryono dan Las 2011).

Penyebab rendahnya daya adaptasi sektor pertanian, khususnya sistem produksi tanaman pangan, terhadap perubahan iklim adalah: (1) rendahnya kemampuan masyarakat (petani) dalam mengelola risiko iklim; (2) kendala dalam adopsi dan penerapan teknologi adaptif, baik teknis maupun sosial; (3) belum efektif atau lemahnya sistem koordinasi dan kebijakan dalam menghadapi perubahan iklim; dan (4) terbatasnya program untuk mendorong dan mendukung petani dalam mengatasi dampak keragaman dan perubahan iklim.

Landasan utama pengembangan model *farming* dalam kerangka adaptasi dan mitigasi perubahan iklim harus bertitik tolak dari sasaran utama pembangunan pertanian yang dituangkan dalam empat sukses pembangunan pertanian. Empat sukses tersebut terkait erat dengan ketahanan dan diversifikasi pangan, laju pertumbuhan ekonomi melalui peningkatan nilai tambah dan daya saing, serta peningkatan kesejahteraan petani.

Strategi pengembangan program adaptasi dan mitigasi perubahan iklim bertitik tolak dari: (1) sinergi dan keterpaduan dengan program/kegiatan utama pembangunan pertanian dalam Renstra, (2) sinergi manfaat antara adaptasi dan mitigasi, (3) inovasi teknologi dan model *farming* yang dikembangkan dapat bersifat *by design* melalui perakitan teknologi atau model *farming by practice* melalui identifikasi atau pengkajian teknologi eksisting dan kearifan lokal (*local wisdom*) yang sudah berkembang di masyarakat/petani namun adaptif terhadap perubahan iklim.

Berdasarkan kondisi saat ini, produksi pangan terutama padi pada lahan eksisting masih berpeluang untuk ditingkatkan, baik melalui peningkatan produktivitas maupun IP yang didukung oleh peningkatan daya adaptasi dan efisiensi produksi. Di Jawa, produktivitas padi masih dapat ditingkatkan dari 5,0 t/ha menjadi 5,9 t/ha pada tahun 2025 dan 7,4 t/ha pada tahun 2050 (Sembiring *et al.* 2010). Kunci utamanya adalah perbaikan dan revitalisasi jaringan irigasi, inovasi teknologi, terutama varietas adaptif dan teknologi pengendalian OPT, serta kebijakan harga, insentif adaptasi, dan asuransi.

Upaya menghindari dan memperkecil dampak negatif variabilitas dan perubahan iklim serta masalah sumber daya lahan terhadap ketahanan pangan nasional harus bertitik tolak dari kebijakan tata kelola lahan yang berkelanjutan, pengembangan inovasi teknologi dan model *farming* yang ramah lingkungan (dan rendah emisi), serta pendekatan sosial-ekonomi dan kelembagaan yang mampu membangun daya tahan dan daya lentur petani. Sebenarnya alam selalu memberikan sinyal dan pembelajaran kepada manusia untuk mampu mengatasi berbagai kendala atau ancaman dari fenomena alam, antara lain melalui pengembangan daya nalar dan intuisi petani berdasarkan gejala (fenomena) alam yang diberikan yang kemudian dikembangkan dalam bentuk inovasi, termasuk kearifan lokal (*local wisdom*) dan teknologi *indigenous*.

Pertanian Cerdas Iklim (*Climate Smart Agriculture*)

Untuk menghindari dan/atau memperkecil dampak variabilitas dan perubahan iklim serta berbagai masalah sumber daya lahan diperlukan dua pendekatan, yaitu pendekatan kebijakan dan pengembangan inovasi (teknologi) pertanian. Kedua pendekatan tersebut terkait dengan strategi pemanfaatan dan pengelolaan sumber daya lahan, serta strategi antisipasi dan penanggulangan dampak variabilitas dan perubahan iklim, baik secara teknis melalui pengembangan teknologi maupun secara sosial-ekonomi dan kelembagaan yang dikemas dalam sistem atau model pertanian *resilient* sebagai model pertanian cerdas iklim.

Sistem pertanian cerdas terhadap perubahan iklim adalah suatu model atau sistem usaha tani inovatif yang mempunyai daya adaptasi dan daya

lentur yang tinggi terhadap berbagai ancaman dan risiko, dalam hal ini ancaman variabilitas dan perubahan iklim dan/atau menanggulangi berbagai masalah sumber daya lahan. Pertanian cerdas harus mempunyai setidaknya empat dari tujuh indikator berikut:

1. Toleran terhadap cekaman perubahan iklim dan mudah pulih (*recovery*) setelah kena dampak dengan tingkat produktivitas tetap tinggi.
2. Tingkat kerentanan rendah atau berdampak relatif kecil, baik secara agronomi (produksi) maupun ekonomi akibat cekaman perubahan iklim.
3. Mampu memanfaatkan sumber daya dan *input* secara efisien, terutama lahan, air, dan saprodi (pupuk, pestisida, benih, dll).
4. Pengembangan *ecofarming* atau pertanian ramah lingkungan dan mitigatif dalam arti mendukung kelestarian sumber daya lahan dan lingkungan serta rendah emisi, seperti sistem integrasi tanaman-ternak (SITT), pertanian efisien karbon (*Indonesian carbon efficient farming*, ICEF), dan SPTLK.
5. Produktivitas tinggi dan berkualitas, serta mampu menembus kemandegan (*leveling off*) produktivitas.
6. Bersifat restorasi yang mampu merehabilitasi dan mereklamasi lahan yang terdegradasi/terlantar.
7. Menerapkan inovasi teknologi maju (*frontier*) yang dapat diintegrasikan dengan teknologi sederhana atau *indigenous technology*.

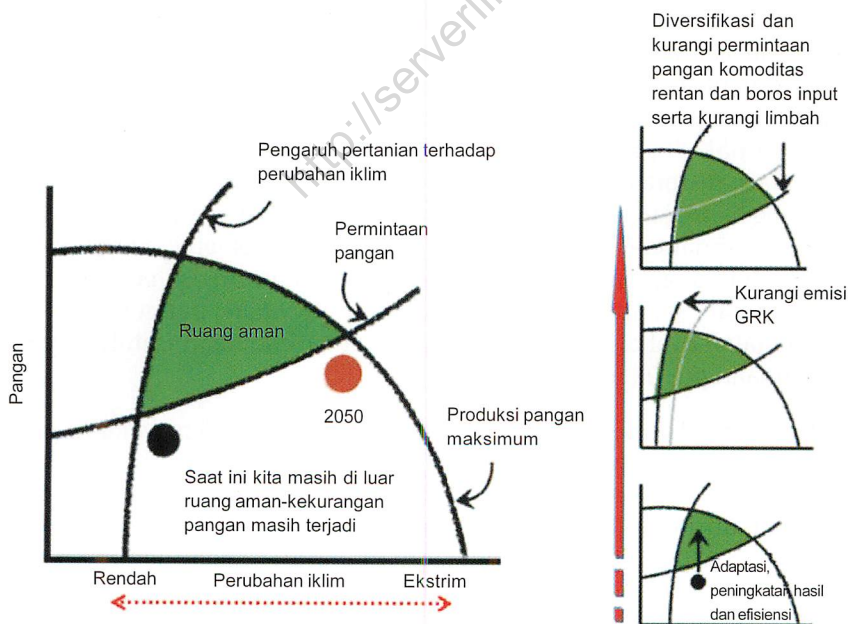
Untuk menghadapi kekeringan maupun bencana alam lainnya, petani pada umumnya memiliki cara tersendiri untuk bisa bertahan hidup. Hasil penelitian Hadi *et al.* (2000) menunjukkan petani telah menerapkan berbagai strategi walaupun dalam kenyataannya risiko dan ketidakpastian itu tidak dapat dihilangkan sepenuhnya, seperti strategi finansial, pemasaran, produksi, kredit informal, dan membeli asuransi pertanian formal berupa polis dari lembaga asuransi untuk menutup semua atau sebagian kerugian yang diperkirakan akan terjadi (Estiningtias *et al.* 2012).

Selaras dengan Rencana Aksi Nasional Adaptasi Perubahan Iklim (RAN API) (Bappenas 2013), sasaran utama sektor pertanian, khususnya ketahanan pangan adalah: (1) penurunan tingkat kehilangan produksi pangan akibat cekaman keragaman dan perubahan iklim, seperti mengurangi laju degradasi lahan dan kelangkaan air, dan meningkatkan kemampuan antisipasi dan pengendalian OPT; (2) peningkatan kapasitas dan sumber pertumbuhan produksi pangan melalui perbaikan teknologi dan kebijakan; (3) peningkatan efisiensi penggunaan lahan pertanian yang ada dan perluasan lahan dengan dampak lingkungan minimal; dan (4) pengurangan permintaan terhadap komoditas pangan yang rentan terhadap perubahan iklim dan boros sumber daya (seperti beras) dan

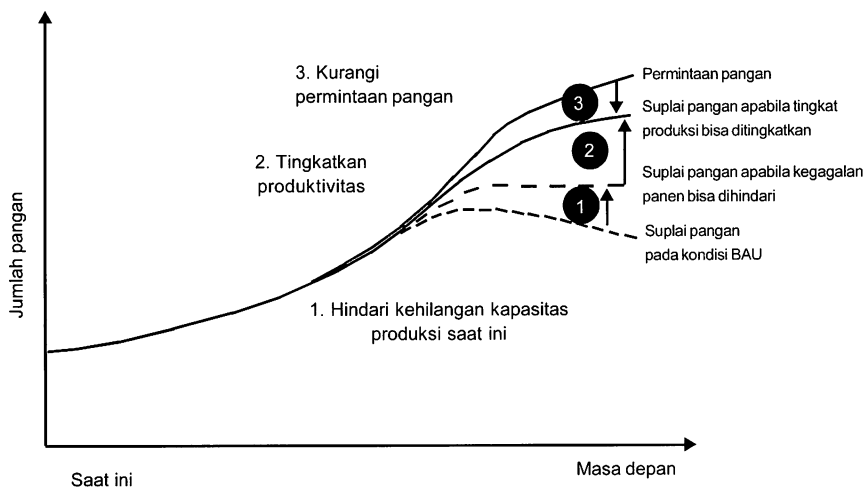
mensubstitusinya dengan pangan lokal dan lebih *resilient* dan efisien *input* (Las 2012). Keempat sasaran tersebut harus dikembangkan dengan memerhatikan aspek ekonomi dan kesejahteraan petani, serta kontribusinya terhadap mitigasi perubahan iklim dan kelestarian lingkungan sebagai *climate smart agriculture*.

Pada dasarnya pertanian cerdas iklim adalah pertanian yang mampu mengurangi pengaruh atau dampak perubahan iklim, bahkan mampu meningkatkan kapasitas produksi melalui upaya adaptasi dan mitigasi sekaligus melalui dukungan inovasi pertanian yang adaptif. Hal yang tidak kalah penting adalah upaya mengurangi permintaan terhadap pangan yang rentan dan boros *input* seperti beras melalui diversifikasi pangan. Landasan ini diilustrasikan oleh Beddington *et al.* (2012) pada Gambar 2.

Strategi utama pengembangan pertanian pangan cerdas iklim adalah: (1) penyesuaian dan pengembangan sistem usaha tani atau model *farming* yang adaptif (dan sekaligus mitigatif) terhadap variabilitas dan perubahan iklim; (2) perakitan, pengembangan, dan penerapan teknologi adaptif terhadap cekaman iklim, terutama melalui pemanfaatan dan rekayasa genetik serta teknologi ramah lingkungan; dan (3) pengembangan dan optimalisasi sumber daya lahan dan genetik dengan risiko lingkungan minimum (Gambar 3). Berdasarkan pemikiran tersebut, pada Tabel 1



Gambar 2. Interkoneksi sistem iklim-pangan dan strategi adaptasi dan mitigasi (Beddington *et al.* 2012)



Gambar 3. Strategi penyeimbangan pasokan dan permintaan pangan dalam menghadapi variabilitas dan perubahan iklim (Boer 2012).

disajikan reorientasi pertanian cerdas perubahan iklim terhadap sistem usaha tani (tanaman pangan) eksisting saat ini.

Strategi tersebut dapat diimplementasikan melalui pengelolaan sumber daya, pengembangan teknologi, dan sistem informasi. Pertanian cerdas perubahan iklim memprioritaskan upaya optimalisasi pemanfaatan sumber daya lahan eksisting, sedangkan perluasan areal dilakukan secara sangat selektif dan terarah pada lahan terlantar dan terdegradasi dengan risiko dan dampak lingkungan minimum, yang diimbangi dengan upaya konservasi, restorasi, dan pemulihan kesuburan lahan. Kegiatan ini perlu didukung oleh pengembangan dan penerapan teknologi yang lebih efisien *input* dan pemanfaatan sumber daya lokal, baik teknologi *frontier* (inovatif) maupun teknologi *indigenous* dalam model atau sistem usaha tani inovatif dan terpadu. Selain memulihkan kesuburan lahan, pengelolaan dan pemanfaatan limbah dan pupuk organik juga ditujukan untuk efisiensi penggunaan pupuk anorganik.

Meminimalkan penurunan kapasitas produksi dapat diupayakan melalui penanganan dan penerapan teknologi pascapanen dan memperkecil ancaman dan dampak gangguan OPT. Salah satu faktor kunci yang sangat menentukan implementasi strategi pengembangan pertanian cerdas perubahan iklim adalah dukungan sistem informasi iklim dan teknologi, termasuk sistem informasi Kalender Tanam (Katam) Terpadu, sesuai dengan variabilitas dan perubahan iklim. Terdapat berbagai perbedaan prinsipil antara model atau sistem usaha tani konvensional dengan sistem pertanian cerdas perubahan iklim (Tabel 1).

Tabel 1. Sistem usaha tani (SUT) cerdas perubahan iklim (*climate smart agriculture*) (Modifikasi dari FAO 2012 dan Boer 2012).

Komponen SUT	SUT intensifikasi yang konvensional	<i>Climate smart agriculture</i>
Teknologi	Konversi sumber energi untuk pengelolaan usaha tani dari tenaga manusia (pra-Bimas 1969) ke tenaga hewan dan mesin pertanian dengan BBM	Penggunaan teknologi yang lebih efisien energi dan sumber energi berbasis non-BBM termasuk biogas, serta hemat air
Model usaha tani	Pada umumnya (terutama pangan dan sayuran) dilakukan secara intensif dan monokultur	Sistem pertanian (model <i>farming</i>) terpadu yang mengintegrasikan beberapa komoditas (tanaman-ternak) dengan sistem pengelolaan sumber daya, <i>input</i> dan <i>output</i> (termasuk limbah) secara terintegrasi dan efisien
<i>Input</i> usaha tani	Peningkatan penggunaan pupuk, pestisida dan herbisida (sangat bergantung pada BBM) dan umumnya kurang efisien atau tidak rasional.	Penggunaan pupuk anorganik lebih efisien diimbangi dengan penggunaan pupuk organik dan optimalisasi pemanfaatan limbah organik berbasis konsep <i>zero waste</i>
Pemanfaatan lahan	Perluasan lahan pertanian melalui deforestasi dan konversi dari alang-alang/semak ke lahan pertanian	Lebih mengintensifkan lahan yang sudah digunakan daripada memperluas ke wilayah baru, dan perluasan lahan lebih ditujukan pada reklamasi lahan terdegradasi/terlantar
Dampak dan arah pengelolaan SDA	Kualitas SDA (lahan, air, sumber daya genetik) yang digunakan dalam sistem produksi menurun/terdegradasi dan lebih berorientasi eksploitasi SDA	Restorasi, konservasi, dan pemulihan kesuburan/kapasitas produksi lahan serta penggunaan SDA berkelanjutan/lebih lestari
Pascapanen dan pemasaran	Kehilangan hasil pascapanen tinggi, jenis produk masih terbatas dan strategi pemasaran belum baik dengan rendemen relatif rendah dan kurang mantap	Kehilangan hasil pascapanen rendah (rendemen tinggi), jenis produk semakin beragam, strategi pemasaran lebih baik
Pemanfaatan informasi iklim	Belum memanfaatkan informasi (prakiraan) iklim secara optimal dalam mengelola risiko iklim dan mengembangkan kegiatan usaha tani	Informasi (prakiraan) iklim digunakan secara efektif dalam mengelola risiko iklim dan dijadikan pertimbangan dalam pengembangan kegiatan usaha tani (didukung pengembangan sistem informasi Kalender Tanam Terpadu dan peringatan dini)
Orientasi dan sasaran <i>ouput</i> usaha tani	Produksi dan ekonomi (keuntungan)	Produksi, ekonomi, dampak lingkungan, dan penurunan emisi GRK

INOVASI TEKNOLOGI Mendukung Sistem Pertanian CERDAS IKLIM

Pengembangan teknologi adaptif perubahan iklim diarahkan pada empat pendekatan, yaitu (1) eksploitasi/pemanfaatan dan rekayasa sumber daya genetik, terutama dalam perakitan varietas unggul adaptif; (2) eksploitasi/pemanfaatan dan optimalisasi sumber daya lahan, air, karbon, dan bahan organik lainnya; (3) penggerakan dan pengembangan kapasitas (*capacity building*) sumber daya serta reorientasi program penelitian dan pengembangan pertanian berbasis keseimbangan *scientific* dan *impact recognition* untuk menghasilkan invensi dan inovasi pertanian; dan (4) dukungan dan revitalisasi sistem informasi iklim dan teknologi.

Pembentukan varietas unggul adaptif (rekayasa dan transfer genetik) ditujukan untuk meningkatkan potensi (produktivitas dan mutu) hasil tanaman sebagai sasaran dasar dengan merekayasa 2-3 karakter tambahan, seperti (1) laju emisi GRK yang lebih rendah; (2) toleran salinitas, rendaman, dan kekeringan; dan (3) spesifik lokasi toleran suhu rendah (dataran tinggi) atau toleran suhu tinggi dan efisien dalam pemanfaatan air dan radiasi surya seperti tanaman C4. Pengembangan varietas unggul adaptif rendah emisi secara genetik ditentukan oleh struktur dan morfologi/anatomi *aerenchym*, perakaran, jumlah anakan, biomassa, dan kapasitas pembentukan eksudat akar. Transfer genetik bertujuan untuk meningkatkan laju fotosintesis guna mengimbangi peningkatan respirasi melalui pendekatan genetik dengan mengubah pola fotosintesis C3 menjadi C4.

Para peneliti IRRI optimistis mampu merekayasa tanaman C3 menjadi tanaman C4 untuk meningkatkan daya lentur tanaman padi terhadap perubahan iklim, terutama terkait dengan toleransi terhadap kekeringan dan peningkatan suhu udara. Argumentasinya antara lain adalah (Las *et al.* 2009b): (1) gen C4 pada tanaman jagung telah berhasil dimasukkan ke jaringan tanaman padi, (2) spesies padi liar mempunyai beberapa sifat C4, (3) sindrom C3 dan C4 tidak terpisah secara tegas seperti dugaan sebelumnya, (4) walaupun sedikit (hampir tidak terdeteksi), enzim C4 juga dijumpai pada tanaman C3, (5) pola C4 berkembang pada jaringan tertentu dari tanaman C3, dan (6) padi liar ternyata mempunyai banyak bentuk anatomis tanaman C4 dan mengandung peralihan C3.

Optimalisasi lahan eksisting dilakukan melalui: (1) peningkatan produktivitas dan IP dengan dukungan inovasi teknologi, (2) pemulihan degradasi dan kesuburan lahan secara komprehensif melalui dukungan teknologi pengelolaan lahan dan pemupukan secara terpadu, (3) perlindungan lahan pertanian pangan berkelanjutan sebagai implementasi UU No. 41/2009, dan (4) pengendalian alih fungsi lahan pertanian

berkelanjutan. Prioritas berikutnya adalah pengembangan dan perluasan areal pertanian yang diarahkan untuk: (1) pemanfaatan lahan suboptimal, baik lahan rawa, lahan kering beriklim kering, lahan kering masam, maupun lahan terlantar/terdegradasi, dan (2) diprioritaskan pada tanah mineral dan lahan gambut secara selektif yang telah mendapat izin pembukaan/terlantar (Las *et al.* 2008b).

Pertanian cerdas perubahan iklim sebagai salah satu bentuk *green farming* “tidak lagi” mengandalkan eksploitasi SDA (lahan dan air) dan lingkungan secara berlebihan, tetapi lebih memilih *win-win solution*, mengakhiri perdebatan seputar “pelestarian lingkungan” vs “pertumbuhan ekonomi” dan meninggalkan praktik ekonomi yang hanya mementingkan keuntungan jangka pendek, dan berupaya mengembangkan sistem pertanian rendah karbon atau *Indonesian carbon efficient farming* (ICEF) berbasis iptek *ecological economic*, yaitu saling ketergantungan ekonomi vs ekosistem, pertumbuhan ekonomi vs lingkungan dan perubahan iklim (Las *et al.* 2009a). ICEF adalah sistem pertanian yang memanfaatkan secara optimal (efisien) karbon yang dikandung oleh produk dan *by product* (bahan organik sisa tanaman dan ternak) untuk: (1) meningkatkan nilai tambah produksi dan pendapatan petani melalui peningkatan produktivitas tanaman, (2) mengurangi/menurunkan emisi GRK, (3) meningkatkan dan melestarikan kesuburan tanah sekaligus ketersediaan pakan, dan (4) diversifikasi dan penghematan energi dan air.

STRATEGI DAN IMPLIKASI KEBIJAKAN: INSPIRASI DARI FENOMENA NABI YUSUF

Kekeringan dan banjir yang disebabkan oleh anomali iklim (iklim ekstrem) merupakan ancaman yang paling serius perubahan iklim terhadap sistem produksi pangan. Namun masalah ini sudah ada sejak ratusan dan bahkan ribuan tahun yang lalu, seperti terbukti dari “Fenomena Nabi Nuh dan Nabi Yusuf AS” (*Noah-Yoseph Phenomena*) pada zaman Mesir Kuno. Diceritakan bahwa anomali iklim yang dahsyat dan terlama yang pernah terjadi di dunia menyebabkan kondisi basah (*La-Nina*) selama 7 tahun berturut-turut dan diikuti oleh kondisi kering (*El-Nino*) selama 7 tahun berikutnya. Meskipun demikian, masalah ini mampu ditanggulangi oleh Kerajaan Mesir Kuno.

Penanggulangan dilakukan secara konseptual dan terencana yang diilhami oleh “intuisi” melalui wahyu yang diterima oleh Nabi Yusuf AS, antara lain berupa (Las 2004):

1. Kemampuan melakukan prediksi terhadap fenomena alam, seperti kekeringan dan basah dalam bentuk “takwil” (tafsir) mimpi.

2. Konsep pemanfaatan sumber daya air secara optimal dan antisipatif dengan melakukan penanaman secara intensif pada musim basah.
3. Pengembangan sistem lumbung pangan dan pengaturan logistik.
4. Antisipasi dan pengembangan sistem perbenihan.
5. Pengembangan sistem “pajak” (zakat).
6. Memotivasi dan memberdayakan umat (*at'taun*) dalam semangat gotong royong dan saling tolong-menolong.

“Supaya kamu **menanam tanaman gandum/padi-padian** terus-menerus (selama musim basah) dan jika dipanen hendaknya kamu **tinggalkan gabah di malainya (simpan)**, **kecuali sebagian untuk kamu makan**, dan jika datang musim kemarau semua persediaan dapat kamu makan, kecuali kamu sisakan **untuk benih musim tanam berikutnya yang kembali subur (normal)**, hendaknya kamu menjadi orang yang **tolong-menolong**” (AQ 12: 54-57; Ichtiar Baru 1994: Ensiklopedia Islam 3: 331).

Bertitik tolak dari fenomena Nabi Yusuf AS, dampak anomali iklim harus dilihat sebagai anugerah dan rahmat dari Tuhan Yang Maha Kuasa. Anugerah dan rahmat memang bisa berubah menjadi bencana jika manusia tidak mampu mengantisipasi dan memanfaatkannya. Kunci utamanya adalah kemampuan prediksi, pemahaman, interpretasi terhadap informasi iklim dan gejala alam lainnya, dan terakhir strategi penanggulangannya.

PENUTUP

Ada empat kata kunci strategi antisipasi dan penanggulangan dampak anomali iklim, yaitu antisipasi, analisis, penyesuaian (adaptasi), dan komunikasi iklim. Iklim adalah sumber daya alam yang sulit dikendalikan dan dimodifikasi, karena itu penyesuaian teknologi dan pola kegiatan adalah kunci utama dalam pendekatan iklim. Penyesuaian harus dilakukan secara antisipatif, bukan dadakan dengan *rescue program*, tetapi harus terencana berdasarkan pemahaman yang baik terhadap variabilitas dan perubahan iklim. Optimalisasi sumber daya termasuk sumber daya lahan melalui tata kelola yang bijak, sebagai titik tolak pengembangan sistem pertanian cerdas perubahan iklim, harus didukung dengan penerapan teknologi dan sistem usaha tani inovatif dan terpadu. Selain itu diperlukan pemahaman dan apresiasi terhadap iklim, efektivitas dan daya guna informasi iklim yang terkait dengan sistem komunikasi dan koordinasi antara pemangku kepentingan.

DAFTAR PUSTAKA

- Aldrian dan Djamil. 2006. Identification of three dominant rainfall regions within Indonesia and their relationship to sea surface temperature. *Int. J. Climatol.* 23: 1435-1452.
- Bappenas. 2013. Rancangan Rencana Aksi Nasional Adaptasi Perubahan Iklim, RAN-API. Bappenas, Jakarta (dalam proses).
- BBSDLP. 2010. Analisis Sumberdaya Lahan Menuju Ketahanan Pangan Berkelanjutan. Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Sumberdaya Lahan Pertanian, Bogor.
- Beddington, J.S., M. Asaduzzaman, M. Clark, A. Fernandez, M. Gullow, M. Jahn, L. Erdo, T. Mann, N. van Bo, C.A. Nobre, D. Sholller, R. Shama, and J. Wakhungu. 2012. Achieving food security in the face of climate change. Final Report from the Commission on Sustainable Agriculture and Climate Change. The CGIAR Research Program on Climate Change, Agriculture and Food Security (CCAFS), Denmark.
- Boer, R. dan I. Las. 2003. Sistem produksi padi nasional dalam perspektif kebijakan iklim global. hlm. 215-234. *Dalam* B. Suprihatno dan A.K. Makarim (Ed.). Kebijakan Perberasan dan Inovasi Teknologi Padi. Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanaman Pangan, Bogor.
- Boer, R. dan Setyadipratiko. 2003. Nilai ekonomi prakiraan iklim. Disajikan dalam Workshop Pemanfaatan Informasi Iklim untuk Pertanian di Sumatera Barat. Universitas Bung Hatta, Padang, 11-13 Agustus 2003.
- Boer, R. and A. Faqih, 2004. Current and future rainfall variability in Indonesia. AIACC Technical Report 021. http://sedac.ciesin.columbia.edu/aiacc/progress/AS21_Jan04.
- Boer, R. 2007. Indonesian Country Report: Climate variability and climate change and their implications. Government of Indonesia, Jakarta.
- Boer, R., A. Buono, Sumaryanto, E. Surmaini, I. Las, dan Yelly. 2011a. Dampak kenaikan muka air laut pada penggunaan lahan sawah di kawasan pantura. Laporan Akhir KP3I.
- Boer, R., I. Las, E. Surmaini, B.D. Dasanto, D. Erfandi, S.F. Muin, A. Rakhman, Y. Sarvina, Sumaryanto, Darsana, dan Tamara. 2011b. Pengembangan sistem prediksi perubahan iklim untuk ketahanan pangan: Dampak kenaikan muka air laut. Konsorsium Litbang Perubahan Iklim, Kementerian Pertanian, Jakarta.
- Boer, R. 2012. Komunikasi Nasional, Laporan Dua Tahunan dan Peran Sektor Pertanian Terhadap Perubahan Iklim. FGD Konsorsium Litbang Perubahan Iklim, Jakarta, 11-12 Desember 2012.

- BPS. 2006. Statistik Indonesia. Badan Pusat Statistik, Jakarta.
- Departemen Pertanian. 2006. Pedoman Umum Budidaya Pertanian Lahan Pegunungan. Departemen Pertanian, Jakarta.
- Estiningtias, W., R. Boer, I. Las, dan A. Bawo. 2012. Analisis dan delineasi risiko iklim terhadap usahatani berbasis padi serta evaluasi model indeks anomali iklim dalam mendukung pengembangan asuransi indeks iklim (*weather indeks insurance*). Laporan Hasil Penelitian KKP3T. Institut Pertanian Bogor bekerja sama dengan Badan Litbang Pertanian.
- FAO. 2012. State of Food and Agriculture. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome.
- Hadi, P.U., C. Saleh, A.S. Bagyo, R. Hendayana, Y. Marisa, dan I. Sadikin. 2000. Studi kebutuhan asuransi pertanian pada pertanian rakyat. Laporan Hasil Penelitian. Pusat Penelitian Sosial Ekonomi Pertanian, Bogor.
- Haryono dan I. Las. 2011. Strategi mitigasi dan adaptasi pertanian terhadap dampak perubahan iklim global. Prosiding Seminar Nasional Penelitian Sosial Ekonomi Pertanian. Badan Litbang Pertanian, Jakarta.
- Ichtiar Baru. 1994. Ensiklopedia Islam 3:331. PT Ichtiar Baru van Hoeve, Jakarta.
- Ibrahim, H. 2004. Evaluasi dan perspektif pergeseran musim hujan dan kemarau di Indonesia. Seminar Sehari Ketahanan Pangan dan Perubahan Iklim. Perhimpn dan Kementerian Pertanian, Jakarta.
- Irawan, B. 2004. Konversi lahan sawah di Jawa dan dampaknya terhadap produksi padi. *Dalam* Ekonomi Padi dan Beras Indonesia. Badan Litbang Pertanian, Jakarta.
- Kemenko Ekuin. 2011 Master Plan Percepatan Pembangunan Ekonomi (MP3EI). Kemenko Ekuin, Jakarta.
- Kementerian Pertanian. 2010a. Peta Dampak dan Tingkat Kerentanan Sektor Pertanian Menghadapi Perubahan Iklim. Kementerian Pertanian, Jakarta.
- Kementerian Pertanian. 2010b. Road Map Strategi Sektor Pertanian Menghadapi Perubahan Iklim. Kementerian Pertanian, Jakarta.
- Las, I. 2004. Menyiasati Fenomena Anomali Iklim bagi Pemantapan Produksi Padi Nasional pada Era Revolusi Hijau Lestari: Strategi dan inovasi teknologi untuk antipasi dan penanggulangan. Orasi Pengukuhan Ahli Peneliti Utama/Profesor Riset, 6 Agustus 2004. Badan Litbang Pertanian, Jakarta.

- Las, I., H. Syahbuddin, E. Surmaini, dan A.M. Fagi. 2008a. Iklim dan tanaman padi: Tantangan dan peluang. *Dalam* Padi: Inovasi Teknologi dan Ketahanan Pangan. Balai Besar Penelitian Tanaman Padi, Sukamandi.
- Las, I., E. Surmaini, dan A. Ruskandar. 2008b. Antisipasi perubahan iklim: Inovasi teknologi dan arah penelitian padi di Indonesia. Prosiding Seminar Nasional Padi 2008. Inovasi Teknologi Padi Mengantisipasi Perubahan Iklim Global Mendukung Ketahanan Pangan. Balai Besar Penelitian Tanaman Padi, Sukamandi.
- Las, I., E. Runtunuwu, E. Surmaini, dan R. Boer. 2009a. *Road map* strategi menghadapi perubahan iklim sektor pertanian. Prosiding Seminar Nasional dan Dialog. Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Sumberdaya Lahan Pertanian, Bogor.
- Las, I., E. Surmaini, dan A. Ruskandar. 2009b. Antisipasi perubahan iklim: Inovasi teknologi dan arah penelitian padi di Indonesia. Prosiding Seminar Nasional Padi 2008. Inovasi Teknologi Padi Mengantisipasi Perubahan Iklim Global Mendukung Ketahanan Pangan. Balai Besar Penelitian Tanaman Padi, Sukamandi.
- Las, I. 2012. Strategi dan aksi adaptasi dampak negatif perubahan iklim bidang pertanian. Mimeograf. Seminar Nasional Adaptasi Perubahan Iklim. Akademi Ilmu Pengetahuan Indonesia (AIPI)-CIFOR, Bogor 23 Desember 2012.
- Las, I., M. Sarwani, A. Mulyani, dan M.F. Saragi. 2012. Dilema dan rasionalisasi kebijakan pemanfaatan lahan gambut untuk areal pertanian. Prosiding Seminar Nasional Lahan Gambut 2011. Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Sumberdaya Lahan Pertanian, Bogor.
- Masripatin. 2008. REDD in Indonesia, preparing for readiness. Presented in the Organizational Meeting Forest Carbon Partnership Facility (FCPF), World Bank, Wahington DC, 20 October 2008.
- Naylor, R.L., D.S. Battisti, D.J. Vimont, W.P. Falcon, and M.B. Burke. 2007. Assessing risks of climate variability and climate change for Indonesian rice agriculture. *Proc. National Academy of Sciences* 114: 7752-7757.
- Nurhayati. 2010. Evaluasi dan perspektif curah hujan MH 2010/2011. Badan Meteorologi, Klimatologi dan Geofisika, Jakarta.
- Peng, P.S., J. Huang, J.E. Shelhy, R.C. Laza, R.N. Visperas, Z. Zheng, G.S Centeno, G.S. Lhush, and K.G. Casson. 2004. Rice yields decline with higher night temperature from global warming. *Proc. National Academy of Sciences of the United States of America*.
- Ratag, M.A. 2007. Model iklim global dan area terbatas serta aplikasinya di Indonesia. Makalah Seminar Sehari Peningkatan Kesiapan Indonesia dalam Implementasi Kebijakan Perubahan Iklim, Bogor.

- Runtunuwu, E. and A. Kondoh. 2008. Assessing global climate variability and change under coldest and warmest periods at different latitudal regions. *Indones. J. Agric. Sci.* 9(1): 7-18.
- Salwati. 2012. Aplikasi model simulasi untuk prediksi dampak perubahan iklim terhadap produktivitas tanaman kentang (*Solanum tuberosum* L). Disertasi. Sekolah Pascasarjana Institut Pertanian Bogor.
- Sudaryanto, T., R. Kustiani, dan H.P. Saliem. 2010. Perkiraan kebutuhan pangan tahun 2010-20150. *Dalam Analisis Sumberdaya Lahan Menuju Ketahanan Pangan Berkelanjutan*. Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Sumberdaya Lahan Pertanian, Bogor.
- Wahyunto. 2005. Lahan sawah rawan kekeringan dan banjir di Indonesia. Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Sumberdaya Lahan Pertanian, Bogor.
- Winoto, J. 2005. Kebijakan Pengendalian alih fungsi tanah pertanian dan implementasinya. Seminar Sehari Penanganan Konversi Lahan dan Pencapaian Lahan Pertanian Abadi, Jakarta, 13 Desember 2005.

Teknologi Pengelolaan Lahan Gambut Berkelanjutan

DIDI ARDI SURIADIKARTA

Balai Penelitian Tanah

Jalan Tentara Pelajar No. 12 Bogor 16114

E-mail: didi.ardisur@yahoo.co.id

ABSTRAK

Luas lahan rawa Indonesia $\pm$ 33,4 juta ha, yang terdiri atas lahan rawa pasang surut 20 juta ha dan lahan lebak 13,4 juta ha. Lahan pasang surut yang telah direklamasi seluas 3,84 juta ha, yang terdiri atas 0,94 juta ha oleh pemerintah dan sisanya oleh swadaya masyarakat. Lahan rawa di Irian Jaya (Papua) sampai saat ini masih belum dibuka untuk pertanian. Kegagalan program pengembangan lahan gambut (PLG) sejuta hektare di Kalimantan Tengah hendaknya dijadikan pembelajaran berharga dalam pengembangan lahan rawa, khususnya lahan gambut. Lahan rawa adalah lahan yang sepanjang tahun atau selama waktu yang panjang dalam setahun selalu jenuh air (*saturated water*) atau tergenang (*waterlogged*) air dangkal. Pada lahan rawa umumnya dijumpai tanah mineral dan tanah gambut. Teknologi pengelolaan lahan rawa meliputi pengelolaan tanah dan air (tata air mikro dan penataan lahan), ameliorasi tanah dan pemupukan, varietas yang adaptif, pengendalian hama dan penyakit, alat mesin pertanian, dan pemberdayaan kelembagaan petani. Kawasan lahan gambut satu juta hektare eks PLG mempunyai potensi untuk dikembangkan sebagai kawasan budi daya pertanian dan kawasan konservasi. Berdasarkan kriteria kesesuaian lahan budi daya pertanian dilaksanakan pada kawasan dengan ketebalan gambut < 3 m, yang dapat dikembangkan untuk lahan sawah, perkebunan, perikanan, dan hutan tanaman industri (HTI). Kawasan konservasi berada pada wilayah gambut dengan ketebalan > 3 m dan juga daerah-daerah tertentu yang mempunyai keanekaragaman hayati (flora dan fauna), dan di bawah gambut lapisan sulfidik dan atau pasir kuarsa. Pembukaan lahan gambut harus dilakukan melalui perencanaan yang matang dan hati-hati, membutuhkan data biofisik lingkungan yang lengkap, bukan asumsi, dan ditunjang oleh analisis dampak lingkungan yang andal dan pemahaman terhadap kondisi sosial budaya masyarakat lokal.

Kata kunci: lahan gambut, teknologi, pengelolaan lahan

PENDAHULUAN

Pemanfaatan lahan rawa untuk pertanian merupakan pilihan yang strategis, baik untuk memenuhi kebutuhan pangan maupun mengimbangi penciptaan lahan produktif di Pulau Jawa yang dialihfungsikan untuk pembangunan

nonpertanian seperti perumahan, jalan raya, dan kawasan industri. Di Indonesia, lahan rawa tersebar di Sumatera, Kalimantan, dan Irian Jaya (Papua). Menurut Widjaja-Adhi *et al.* (1992), luas lahan rawa Indonesia sekitar 33,4 juta ha, yang terdiri atas lahan rawa pasang surut 20 juta ha dan lahan lebak 13,4 juta ha. Suriadikarta *et al.* (1999) melaporkan, sampai saat ini lahan rawa yang telah dibuka seluas 2,3 juta ha, yakni 1,4 juta ha di Kalimantan dan 0,9 ha di Sumatera. Namun menurut Subagjo (2006), lahan pasang surut yang telah direklamasi sudah mencapai 3,84 juta ha yang terdiri atas 0,94 juta ha oleh pemerintah dan sisanya oleh swadaya masyarakat. Di Papua, sampai saat ini lahan rawa masih belum dibuka untuk pertanian.

Keppres No. 82 tanggal 26 Desember 1995 menetapkan pengembangan lahan gambut (PLG) satu juta hektare di Kalimantan Tengah untuk pertanian tanaman pangan. Daerah tersebut berada di antara sungai Sebangau, Kahayan, Kapuas, Kapuas Murung, dan Barito yang termasuk ke dalam Kabupaten Kapuas dan Pulang Pisau. Menurut Puslittanak (1998), kawasan PLG meliputi 1.133.607 ha, yang terdiri atas Blok A 268.273 ha, Blok B 156.409 ha, Blok D 138.475 ha, dan Blok C 570.000 ha. Blok A, B, C, dan D bagian utara termasuk lahan pasang surut air tawar, sedangkan Blok D dan C bagian selatan termasuk lahan pasang surut air laut/payau.

Blok A yang sudah ditempati transmigran meliputi 23 desa/UPT, termasuk wilayah kerja BPP Dadahup dengan luas 33.393,9 ha yang terdiri atas lahan pekarangan 3.277 ha, sawah 21.338,5 ha, tegalan 1.850 ha, dan lain-lain 6.918 ha. Seluas 7.657 ha lainnya termasuk wilayah kerja BPP Lamunti yang terdiri atas lahan pekarangan 1.359 ha, sawah 8 ha, ladang 5.356 ha, dan kebun 934 ha. Jadi luas lahan pertanian yang sudah dikelola oleh masyarakat di daerah ini mencapai 41.050,9 ha. Dari 268.723 ha Blok A, lahan yang dapat digunakan untuk pertanian meliputi 174.026 ha, yang terdiri atas lahan sawah 19.621 ha, sawah dan palawija 100.386 ha, dan perkebunan 54.019 ha, sisanya 94.697 ha untuk konservasi lahan.

Sistem usaha tani di Dadahup berbeda dengan di Lamunti karena kondisi lahan yang berbeda. Sistem usaha tani di Dadahup berbasis padi sawah, sedangkan di Lamunti berbasis tanaman tahunan/perkebunan. Pola tanam di Dadahup umumnya padi – padi, padi – palawija, dan padi – sayuran, sedangkan di Lamunti adalah padi – palawija/sayuran. Tanaman perkebunan yang sudah ditanam adalah kelapa sawit dan karet, sedangkan buah-buahan yang dibudidayakan adalah pisang, mangga, rambutan, durian, semangka, cempedak, dan nenas. Tanaman sayuran meliputi tomat, kacang panjang, terung, dan cabai. Di Dadahup, tanaman buah-buahan dan perkebunan tidak dapat dibudidayakan karena lahannya rendah dan sering banjir. Tanaman tahunan di Lamunti dikembangkan di lahan usaha dan pekarangan dengan sistem tumpang sari antara tanaman karet dan palawija. Tanaman palawija hanya sebagai tanaman sela selama karet

masih muda dan belum menutup permukaan lahan. Selain mengusahakan tanaman, petani juga memelihara ayam, kambing/domba, sapi, dan itik dengan proporsi yang berbeda, bergantung pada modal dan tenaga kerja. Sebagian besar (95%) petani memelihara ayam buras.

Penelitian Badan Litbang Pertanian dalam periode 1997-2000 menunjukkan bahwa hasil padi di lahan sawah serta sayuran dan buah-buah di pekarangan cukup baik. Kendala utama adalah hama tikus dan banjir pada puncak musim hujan. Bila jaringan tata air makro berfungsi dengan baik, dan hama penyakit dan banjir dapat dikendalikan, maka lahan di kawasan ini sangat potensial untuk usaha tanaman pangan, sayuran, buah-buahan, dan perkebunan.

Teknologi pertanian lahan rawa sering tidak dapat diterapkan secara berkelanjutan karena beberapa kendala, seperti permodalan, infrastruktur, kelembagaan pedesaan, dan kurangnya perhatian terhadap pemeliharaan jaringan tata air makro. Terjadinya lahan bongkor akibat reklamasi yang kurang tepat merupakan pengalaman kegagalan dalam pengembangan lahan rawa.

PEMBELAJARAN DARI PLG

Pembukaan lahan gambut melalui PLG sejuta hektare di Kalimantan Tengah merupakan program pemerintah untuk mempertahankan swasembada beras dan menyediakan lahan pertanian baru untuk menggantikan lahan pertanian produktif yang telah beralih fungsi di Jawa. Namun, perencanaan dan pelaksanaannya belum berhasil karena tidak memerhatikan lingkungan yang menyebabkan rusaknya ekosistem gambut dan jaringan tata air makro sehingga air tidak dapat mengalir ke lahan petani. Pembinaan terhadap petani transmigran juga tidak berjalan dengan baik karena kurangnya tenaga penyuluh pertanian.

Kegagalan program PLG sejuta hektare hendaknya dijadikan pembelajaran berharga dalam pengembangan lahan rawa, khususnya lahan gambut. Oleh karena itu, pemerintah telah melakukan berbagai langkah dalam pengelolaan lahan eks PLG, meliputi: (1) penancangan rehabilitasi lahan gambut eks PLG oleh Presiden Megawati pada 25 Mei 2004, (2) panen raya di Dadahup A5 kawasan eks PLG oleh Presiden Susilo Bambang Yudhoyono pada 31 Agustus 2006, dan (3) dikeluarkannya Inpres No. 2/2007 tentang percepatan rehabilitasi dan revitalisasi kawasan pengembangan lahan gambut di Kalimantan Tengah. Inpres tersebut diharapkan dapat dijadikan dasar hukum implementasi rehabilitasi dan revitalisasi kawasan eks PLG yang dianggap gagal menjadi kawasan konservasi yang baik dan kawasan budi daya pertanian yang maju dan

berkelanjutan serta ramah lingkungan. Pelaksanaan pengelolaan kawasan eks PLG harus berpedoman pada kebijakan dan strategi umum Revitalisasi Pertanian, Perikanan, dan Kehutanan (RPKK) Indonesia 2005, yaitu pelestarian dan pemanfaatan lingkungan hidup dan sumber daya alam yang berkelanjutan, dan terwujudnya agroindustrial pedesaan (Kemenko Ekuin 2005).

DINAMIKA LAHAN GAMBUT

Lahan gambut selalu berada di lahan rawa, baik rawa pasang surut maupun nonpasang surut (rawa lebak). Gambut pantai dan peralihan umumnya terdapat di lahan rawa pasang surut, sedangkan gambut pedalaman berada di daerah rawa lebak. Lahan rawa adalah lahan yang sepanjang tahun atau dalam waktu yang panjang selalu jenuh air (*saturated water*) atau tergenang (*waterlogged*) air dangkal. Oleh karena itu, yang berperan utama dalam menggambarkan dinamika lahan gambut adalah fluktuasi air atau naik turunnya air permukaan di lahan (hidrologi). Kondisi ini dipengaruhi oleh topografi lahan yang umumnya datar sampai agak datar, dan jarak dari lahan ke laut. Fluktuasi air akan berpengaruh terhadap dinamika tanah gambut.

Dinamika Air

Berdasarkan pengaruh air pasang surut, terutama pada musim hujan saat pasang besar, daerah aliran sungai bagian bawah (*down stream area*) dapat dibagi menjadi tiga zona (Subagjo 2006). Zona I merupakan wilayah pasang surut air asin/payau. Zona II merupakan wilayah pasang surut air tawar. Zona III adalah wilayah rawa lebak atau daerah bukan pasang surut.

Wilayah zona I adalah daratan yang bersambungan dengan laut, di muara sungai besar, dan pulau-pulau delta dekat muara sungai besar. Di sini pengaruh air pasang surut masih sangat kuat, karena itu sering disebut *tidal wetland*, yaitu lahan basah yang langsung dipengaruhi oleh pasang air laut/salin. Pada lahan gambut di daerah zona I, masalah utama adalah salinitas yang tinggi akibat masuknya air laut/asin ke daratan.

Wilayah zona II adalah wilayah rawa berikutnya ke arah hulu sungai, tetapi masih termasuk daerah aliran sungai bagian bawah, namun posisinya lebih ke arah daratan. Di wilayah ini gerakan aliran sungai mengarah ke laut, bertemu dengan energi pasang surut, umumnya terjadi dua kali dalam sehari (semidiurnal). Karena wilayah ini sudah berada di luar pengaruh air asin, maka yang dominan adalah pengaruh air tawar (*fresh-water*) dari sungai.

Namun, energi pasang surut masih dominan, ditandai oleh gerakan air pasang dan surut sungai.

Pada musim hujan, volume air sungai meningkat sehingga gerakan pasang surut meningkat jangkauannya ke kiri dan kanan sungai besar. Air pasang membawa fraksi debu dan pasir halus ke pinggir sungai dan mengendap dalam jangka waktu yang lama dan kemudian terbentuk tanggul sungai alam (*natural levee*). Di antara dua sungai besar, seperti kawasan PLG yang terletak di antara Sungai Kahayan dan Kapuas ke arah belakang tanggul sungai, tanah secara berangsur atau mendadak menurun ke arah cekungan di bagian tengah yang diisi oleh tanah gambut. Ke bagian tengah lapisan gambut semakin tebal/dalam, dan akhirnya membentuk kubah gambut (*peat dome*). Pada musim kemarau ketika volume air mulai menurun, pengaruh air asin bisa merambat lebih jauh ke bagian hulu, yang jaraknya bisa mencapai puluhan sampai ratusan kilometer, bergantung pada bentuk dan lebar estuari di muara sungai dan kelokan sungai (Subagjo 2006). Di kawasan PLG Kalimantan Tengah, pengaruh air asin ke arah hulu Sungai Kapuas bisa mencapai 150 km, Sungai Kahayan 125 km, dan Sungai Barito 158 km (Subagjo dan Widjaja-Adhi 1998). Permasalahan utama di zona ini adalah kemasaman tanah dan air akibat bahan organik yang tereduksi terus-menerus. Bila ada besi oksida, ion sulfat, dan bahan organik dalam kondisi reduksi, maka akan terjadi besi sulfida yang akhirnya akan terbentuk senyawa pirit.

Zona III adalah wilayah yang sudah jauh masuk ke dalam dan pengaruh pasang surut sudah tidak terlihat lagi. Pengaruh sungai besar yang dominan adalah banjir besar musiman yang menggenangi dataran kiri kanan sungai. Lamanya genangan bergantung pada posisi lahan di *landscape*, berkisar antara 1-6 bulan.

Dinamika Tanah

Lahan rawa umumnya terdiri atas tanah aluvial dan gambut. Tanah aluvial dapat merupakan endapan laut (*marine sediment*), endapan sungai (*fluvial sediment*) atau campuran (*fluvio marine sediment*) (Widjaja-Adhi 1986). Selain tanah tersebut terdapat tanah-tanah peralihan berdasarkan ketebalan dan kadar bahan organik lapisan atas, yaitu: (1) tanah glei humik bila berkadar bahan organik tinggi, tetapi belum mencapai persyaratan untuk disebut tanah gambut, (2) glei bergambut bila lapisan atas memenuhi syarat untuk disebut gambut, tetapi ketebalannya kurang dari 40 cm. Tanah glei humik sama dengan tanah glei humus rendah, sedangkan glei bergambut sama dengan glei humus (Subagjo 2006)

Tanah Gambut

Tanah di kawasan eks-PLG berupa gambut dengan kedalaman bervariasi, dari dangkal sampai sangat dalam (Histosol). Penyebaran gambut tebal (>3 m) dominan di Blok C, sebagian di Blok B dan Blok A. Gambut tebal tersebut diarahkan sebagai kawasan lindung dan perlu dikonservasi. Selain itu dijumpai juga tanah sulfat masam pada seluruh wilayah eks PLG, tetapi yang paling luas adalah di Blok D. Menurut *soil taxonomy* (Soil Survey Staff 1998), tanah-tanah yang dijumpai di areal eks PLG adalah jenis Tropohemist dan Sulfihemist. Troposaprist adalah kelompok tanah gambut, Fluvaquent, Quartzipsamment (kelompok tanah alluvial/potensial), Sulfaaquept, Sulfaquent (kelompok tanah sulfat masam). Kedalaman sulfidik di daerah ini menurut hasil kajian Departemen Pertanian (2004) bervariasi dari dangkal (0-50 cm), sedang (50-100 m), hingga dalam (> 100 m).

Dinamika lahan gambut sangat terkait selain dengan gerakan air juga dengan sifat-sifat tanah gambut itu sendiri, seperti sifat fisik, kimia, dan biologi. Sifat fisik tanah gambut yang paling berperan adalah subsidensi (penurunan ketebalan gambut), sifat kering tak balik (*irreversible drying*), dan daya sangga yang rendah karena bobot isi (BD) gambut rendah. Bila pengelolaan lahan gambut tidak berdasarkan sifat dan kelakuan inheren gambut, maka terjadi proses destabilisasi. Proses ini menghasilkan bahan yang tidak tahan terhadap perubahan bentuk atau sifat kimia tanah dan proses destabilisasi menyebabkan antara lain meningkatnya laju kehilangan C-organik dari tanah gambut serta berkurang atau hilangnya fungsi gambut sebagai media tumbuh tanaman melalui proses kering tak balik (Widjaja-Adhi 1988).

Sifat kimia yang penting dari dinamika lahan gambut adalah ketersediaan unsur hara yang rendah/miskin hara dan kandungan asam-asam organik yang tinggi yang dapat meracuni tanaman. Gambut bereaksi sangat masam, kapasitas tukar kation (KTK) sangat tinggi, tetapi kejenuhan basa sangat rendah. Kondisi ini menyebabkan terhambatnya ketersediaan hara bagi tanaman, terutama basa-basa K, Ca, Mg, dan unsur mikro seperti Cu, Zn, Mn, dan Fe (Hardjowigeno 1986). Unsur mikro tersebut terikat dalam bentuk khelat dan asam-asam organik yang bersifat racun bagi tanaman, terutama asam fenolat (Rachim 1995). Asam fenolat merupakan hasil biodegradasi anaerob dari senyawa lignin yang dominan dalam kayu-kayuan (Tsutsuki dan Kondo 1995).

Selain masalah sifat fisik dan kimia, lahan gambut juga memiliki masalah biologi tanah, yaitu terjadinya kehilangan unsur C dan N akibat mineralisasi C dan N organik. Pada lingkungan gambut yang reduktif, laju dekomposisi gambut sangat lambat dan banyak menghasilkan asam organik beracun, CH_4 , CO_2CH_4 , dan CO_2 yang merupakan gas utama yang menentukan efek rumah kaca atau pemanasan global. Oleh karena itu, lahan gambut yang

merupakan tempat akumulasi karbon harus dikelola dengan baik agar tidak menjadi penyebab pemanasan global.

Stabilitas gambut sangat dipengaruhi oleh tiga proses, yaitu: (1) reduksi dan oksidasi, (2) pengeringan dan pembasahan, dan (3) dekomposisi atau degradasi lignin. Penilaian stabilitas gambut biasanya menggunakan kriteria rekalsitran, interaksi, dan aksesibilitas. Rekalsitran ialah sifat inheren gambut, seperti komposisi kimia, gugus fungsi COOH, fenolat-OH, kemasaman tanah, dan pembentukan asam organik. Interaksi adalah penggabungan molekul organik dengan kation-kation polivalen (Fe, Cu, Zn, dan Mn), sedangkan aksesibilitas adalah lokasi tempat bahan gambut terbentuk.

Tanah Aluvial/ Sulfat Masam

Di bawah lapisan gambut sering pula ditemukan tanah aluvial yang mengandung pirit. Tanah aluvial yang berasal dari endapan laut biasanya mengandung mineral pirit. Mineral sulfida ini terbentuk dari endapan sungai di pantai yang berkembang menjadi hutan pasang surut. Dekomposisi dalam massa yang padat dari bahan organik menghasilkan kondisi anaerob sehingga bakteri pereduksi sulfur menjadi banyak. Bakteri tersebut menghasilkan sulfida yang terakumulasi dalam ruang pori-pori sebagai H_2S atau bergabung dengan besi membentuk endapan besi sulfida (FeS) (Suriadikarta 1996). Tanah aluvial yang langsung mendapat luapan atau intrusi air laut mempunyai kadar garam tinggi dengan susunan kation tukar: $Na > Mg > Ca$ atau K. Susunan kation tukar tanah aluvial yang terkena pengaruh air payau adalah $Mg > Ca > Na$ atau K, sedang yang tidak terkena air payau atau laut adalah $Ca > Mg > Na$ atau K (Sitorus dan Sudardjo 1979 dalam Widjaja-Adhi 1986).

Pada wilayah kerja Blok A, beberapa tempat di Lamunti telah terjadi oksidasi pirit yang bersifat racun bagi tanaman. Tipologi lahan yang dijumpai pada wilayah ini adalah sulfat masam potensial (SMP), sulfat masam potensial bergambut (SMP-G), potensial 1 dan 2 (pirit > 1 m), dan sulfat masam aktual (SMA).

TEKNOLOGI PENGELOLAAN LAHAN GAMBUT

Pemanfaatan yang tepat, pengembangan yang seimbang, dan pengelolaan yang sesuai dengan karakteristik, sifat, dan kelakuan lahan rawa dapat menjadikan lahan rawa sebagai lahan pertanian yang produktif, berkelanjutan, dan berwawasan lingkungan (Widjaja-Adhi 1995a, 1995b). Proyek P4S pada tahun 1970-an dan dilanjutkan dengan Proyek Swamp I dan Swamp II, proyek kerja sama dengan Belanda (LAWOO) pada tahun 1980-an, dan Proyek Penelitian Pengembangan Lahan Rawa Terpadu (ISDP)

telah menghasilkan banyak teknologi pengelolaan lahan rawa (Suriadikarta dan Abdurachman 1999). Teknologi itu antara lain adalah pengelolaan tanah dan air (tata air mikro dan penataan lahan), ameliorasi tanah dan pemupukan, penggunaan varietas yang adaptif, pengendalian hama dan penyakit, pengembangan alsintan, dan pemberdayaan kelembagaan petani. Keberhasilan juga telah banyak dicapai dalam pengembangan lahan rawa pasang surut di beberapa daerah, yaitu di Kalimantan Selatan, Kalimantan Barat, Sumatera Selatan, dan Riau. Dengan penerapan inovasi teknologi yang tepat dan berkelanjutan, lahan gambut di kawasan eks PLG diharapkan berkembang seperti di kawasan pasang surut lainnya yang telah berhasil menjadi sentra-sentra produksi tanaman pangan, sayuran, buah-buahan, dan tanaman perkebunan.

Pengelolaan Tanah dan Air

Pengelolaan tanah dan air merupakan kunci utama keberhasilan usaha tani di lahan rawa pasang surut. Apabila mampu mengendalikan keluar masuknya air ke lahan maka usaha tani di lahan rawa dapat berhasil. Sebaliknya, bila tata air tidak bisa dikuasai maka kegagalan yang akan diperoleh.

Tata Air Makro

Tata air makro, di bawah tanggung jawab Kementerian PU mulai dari saluran primer, sekunder dan tersier, sangat memengaruhi kondisi tanah di lahan pertanian. Pembuatan saluran yang terlalu dalam dan lebar akan mempercepat proses drainase, dan pada musim kemarau air tanah cukup dalam sehingga tanah akan menjadi kering. Keadaan ini sangat berbahaya pada tanah gambut dan tanah sulfat masam. Pada tanah gambut, penurunan permukaan air tanah secara berlebihan (*overdrain*) akan menyebabkan gambut mengering tak balik atau mati dan menurunkan permukaan tanah gambut dengan cepat (Widjaja-Adhi 1988). Pada tanah sulfat masam, keadaan ini akan menyebabkan terjadinya oksidasi pirit, dan pada saat hujan datang terjadi proses pemasaman sehingga dapat meracuni tanaman dan biota lainnya. Oleh karena itu, pembuatan saluran di kawasan pasang surut harus memerhatikan kondisi fisiografi, topografi, dan hidrologi yang menjadi latar belakang kegagalan Proyek PLG.

Pembukaan lahan rawa untuk budi daya pertanian, khususnya pencetakan sawah melalui Proyek PLG satu juta hektare, dimulai dengan pembuatan jaringan irigasi yang memotong dan menghubungkan Sungai Sebangau, Sungai Kahayan, Sungai Kapuas, dan Sungai Barito serta anak-anak sungainya. Sistem tata air yang dikembangkan pada kawasan eks PLG adalah sistem tertutup, artinya air yang masuk dan keluar lahan dapat

dikontrol untuk mengoptimalkan pencucian (*leaching*) gambut. Sistem tata air tertutup ini dilengkapi dengan tanggul dan bangunan pintu air.

Pintu air yang dibangun Proyek PLG pada tahun 1997-1999 sudah tidak berfungsi lagi dan sudah banyak yang dijarah. Kegiatan penyiapan lahan untuk pertanian baru dilakukan di wilayah kerja Blok A, sedangkan untuk Blok B, C, dan D belum dilakukan penyiapan lahan dan belum ditempatkan petani transmigran, kecuali pada penempatan lama di Pangkoh dan Jabireun, dan telah dibangun saluran primer utama sepanjang 958,18 km.

Perbaikan tata air makro, khususnya di wilayah kerja Blok A, sampai saat ini terus dilakukan oleh Kementerian PU, antara lain saluran primer, sekunder, dan tersier. Selain itu diperbaiki pula pintu air di saluran tersier yang rusak dan mengubahnya dari sistem ulir menjadi pintu-pintu tabat yang dapat mengatur kedalaman air di saluran sesuai kebutuhan. Pada daerah banjir seperti di Dadahup telah dibuat tanggul-tanggul penahan banjir pada musim hujan.

Tata Air Mikro dan Penataan Lahan

Pengelolaan air di saluran tersier sangat berpengaruh terhadap tata air mikro di lahan pertanian. Kesalahan pengaturan tata air di saluran tersier akan menyebabkan kegagalan panen karena air tidak sampai ke lahan. Oleh karena itu, pengaturan tata air mikro di lahan petani sangat berkaitan dengan tipe luapan air pasang. Jika saluran tersier berada pada tipe luapan A, maka air di lahan petani bisa diatur dengan sistem aliran satu arah (*one way flow system*). Pada tipe luapan B, air dapat diatur dengan sistem aliran satu arah plus tabat, pada tipe luapan C dengan sistem tabat, dan pada tipe luapan D dengan sistem tabat plus irigasi tambahan dari kawasan tampung hujan yang berada di ujung saluran tersier (Suriadikarta *et al.* 1999).

Sistem aliran satu arah adalah air masuk dan keluar lahan melalui saluran yang berbeda. Bila satu saluran tersier berfungsi sebagai saluran pemasukan (*inlet*), maka saluran tersier sebelahnya berfungsi sebagai saluran pengeluaran (*outlet*). Pada sistem aliran dua arah (*two way flow system*), aliran air yang masuk dan keluar melalui saluran tersier yang sama. Model pintu saluran tersier maupun kuarter pada lahan pasang surut tipe luapan A biasanya pintu ayun (*flapgate*) dan pintu pemasukan membuka ke dalam sehingga air pasang dapat masuk ke areal pertanaman, tetapi bila surut pintu menutup sehingga air tidak dapat keluar. Pintu saluran pengeluaran membuka keluar sehingga pada waktu surut air keluar, tetapi pada waktu pasang, pintu menutup sehingga air tidak masuk. Saluran kuarter yang merupakan batas kepemilikan lahan perlu ditata sesuai dengan tata air di wilayah tersier.

Sistem surjan adalah penataan lahan untuk melaksanakan diversifikasi tanaman di lahan rawa. Guludan dibuat dengan panjang 3-5 m dan tinggi 0,5-0,6 m, sedang tabukan dibuat dengan lebar 15 m. Dengan demikian, setiap hektare lahan dapat dibuat 6-10 guludan dan 5-9 tabukan. Tabukan biasanya ditanami padi sawah, sedangkan guludan ditanami palawija, sayuran, buah-buahan, atau tanaman industri seperti kencur, kopi, dan kelapa. Dalam sistem surjan, penataan dan pola pemanfaatan lahan rawa pasang surut dianjurkan berdasarkan tipologi lahan dan tipe luapan. Secara umum, lahan dengan tipe luapan A dianjurkan ditata sebagai sawah, tipe luapan B sebagai sawah sistem surjan, tipe luapan C sebagai sawah tadah hujan atau surjan bertahap, dan tipe luapan D sebagai sawah tadah hujan, tegalan atau perkebunan. Selain tipologi lahan dan tipe luapan, perlu pula diperhatikan lapisan di bawah gambut (bahan substratum) yang berupa pasir kuarsa atau tanah sulfat masam, yang lapisan di atasnya harus dipertahankan.

Sistem surjan mempunyai beberapa keuntungan, yaitu: (1) stabilitas produksi lebih mantap, terutama untuk tanaman padi di tabukan, (2) intensitas tanam lebih tinggi, dan (3) diversifikasi tanaman sekaligus dapat terlaksana (Badan Litbang Pertanian 1993). Ukuran surjan bergantung pada tipologi lahan, tipe luapan, kedalaman pirit dan air tanah. Hasil penelitian penerapan drainase (saluran cacing) di tabukan menunjukkan adanya korelasi yang nyata antara jarak saluran cacing dengan perubahan pH tanah, yang akhirnya berpengaruh terhadap produksi tanaman padi. Pada lahan dengan saluran cacing yang terlalu lebar (12 m), intensitas keracunan besi lebih tinggi dan hasil lebih rendah dibandingkan dengan lahan yang saluran cacingnya lebih rapat. Oleh karena itu, pada tabukan dianjurkan membuat saluran cacing sedalam 20 cm dengan jarak 6 m, dan dibuat pula saluran keliling. Untuk memperbaiki kesuburan tanah sebaiknya dilakukan pencucian petakan setiap dua minggu.

Pengelolaan Lahan

Teknologi pengelolaan lahan rawa pasang surut meliputi pengolahan tanah, ameliorasi, dan pemupukan.

Pengolahan Tanah

Pengolahan tanah untuk penyiapan lahan diperlukan untuk memperbaiki kondisi lahan agar seragam dan rata melalui penggemburan atau pelumpuran dan perataan tanah. Di samping itu juga untuk mempercepat proses pencucian bahan beracun dan pencampuran bahan amelioran dan pupuk dengan tanah. Tanah mineral yang keras dan berbongkah atau lahan bergambut sebaiknya diolah sampai gembur atau melumpur dengan

mencampurkan lapisan gambut dan tanah mineral di bawahnya (Djayusman *et al.* 1995). Bila lahan sudah rata dan bersih dari sisa-sisa akar kayu, maka penanaman dapat dilakukan dengan pengolahan tanah minimum (*minimum/zero tillage*) untuk mengurangi biaya produksi.

Ameliorasi dan Pemupukan

Pemberian bahan amelioran dan pupuk memegang peranan penting dalam meningkatkan kualitas dan produktivitas lahan pasang surut, mengingat kondisi lahan yang masam dengan tingkat kesuburan tanah alami yang rendah. Berbagai bahan amelioran dapat digunakan untuk meningkatkan kualitas lahan, antara lain dolomit, abu sekam, abu gergajian, tanah mineral, abu vulkan, dan lumpur laut. Abu sekam, abu gergajian, dan limbah tanaman lebih baik dari yang lain karena harganya relatif murah dan tersedia setempat (Suriadikarta *et al.* 1999). Untuk mengatasi asam-asam organik yang bersifat racun pada tanah gambut yang disawahkan telah dilakukan penelitian antara lain dengan menggunakan tanah mineral berkadar besi tinggi, terak baja, dolomit, dan *rock phosphate* (Hartatik *et al.* 2004). Hasil penelitian di laboratorium menunjukkan abu terbang mempunyai harapan untuk digunakan karena dapat meningkatkan pH, P, kadar basa (K, Na, Ca, Mg), dan kejenuhan basa (Iskandar *et al.* 2008), namun masih perlu diuji di lapangan.

Tanaman yang ditanam di lahan gambut atau sulfat masam sering tanggap terhadap pemupukan N, P, K, dan unsur mikro, terutama Cu (Widajaja-Adhi 1976 dalam Suriadikarta dan Sjamsudin 2001). Oleh karena itu, setelah bahan amelioran diberikan harus diikuti oleh pemberian pupuk anorganik seperti urea, SP36, dan KCl, kemudian unsur mikro Cu (terusi 20 kg/ha) dan Zn. Pemberian Zn dilakukan dengan cara merendam bibit padi ke dalam larutan ZnSO_4 5% sebelum tanam. Hasil penelitian di lahan rawa pasang surut telah menemukan dosis anjuran untuk beberapa komoditas sesuai dengan tipologi lahan. Untuk tanaman padi pada lahan potensial, dosis pupuk berkisar antara 45-45-50 kg sampai 90-45-50 kg/ha ($\text{N-P}_2\text{O}_5\text{-K}_2\text{O}$), sedangkan pada lahan sulfat masam dan bergambut adalah 90 kg N, 45 kg P_2O_5 , dan 75 kg K_2O /ha. Pupuk N berupa urea pril diberikan tiga kali, yaitu 1/3 dosis pada saat tanam, 1/3 pada saat tanaman berumur 28 hari setelah tanam, dan sisanya pada 42 hari setelah tanam. Pupuk P dan K diberikan sekaligus pada waktu tanam.

Untuk tanaman jagung, dosis pupuk yang dianjurkan adalah 67,5 kg N, 90 kg P_2O_5 , dan 50 kg K_2O /ha, dan pada tanah gambut perlu ditambahkan ZnSO_4 dan CuSO_4 masing-masing 5-10 kg/ha. Dosis pupuk untuk tanaman kedelai adalah 22,5 kg N, 45 kg P_2O_5 , dan 50 kg K_2O /ha, untuk kacang tanah 22,5 kg N, 90 kg P_2O_5 , dan 50 kg K_2O /ha, dan untuk kacang hijau sama dengan kedelai. Namun untuk tanaman kedelai perlu ditambahkan

rhizobium (legin/nitrogen) 15 g/kg benih. Untuk tanaman sayuran diperlukan bahan amelioran sebelum dilakukan pemupukan, seperti kapur, dolomit, dan kompos. Takaran bahan amelioran dan pupuk bervariasi, bergantung pada jenis sayuran yang ditanam. Untuk cabai keriting pada lahan gambut dangkal atau bergambut diperlukan 2 ton kapur dan 4 ton pupuk kandang, 60 kg N, 120 kg P_2O_5 , dan 50 kg K_2O /ha.

Varietas

Varietas yang ditanam di lahan gambut sebaiknya yang adaptif untuk mengurangi sarana produksi sehingga terjadi efisiensi biaya. Sabiham (2006) mengusulkan dua pendekatan dalam mengusahakan tanaman di lahan gambut, yaitu (1) pendekatan pada kondisi drainase alami, dengan padi lokal dan sagu spesies rawa gambut yaitu *Metroxylon sago*, (2) pendekatan pada kondisi drainase buatan. Pada kondisi ini ada dua pendekatan. Pertama pada kedalaman muka air tanah 40-60 cm, tanaman yang baik untuk kondisi ini adalah padi, sayuran, buah-buahan, dan rumput pakan ternak. Kedua pada kedalaman air tanah > 60-100 cm, tanaman yang sesuai adalah kelapa sawit, kelapa, dan karet yang diusahakan dalam bentuk perkebunan, dan *Acacia crasicaarpa* yang diusahakan dalam hutan tanaman industri.

Hasil penelitian di lahan gambut, khususnya lahan bergambut sampai gambut dangkal, memperoleh beberapa varietas padi yang adaptif, antara lain Kapuas, Cisanggarung, Sei Lilin, IR42, Lematang, dan Cisadane (Badan Litbang Pertanian 1993). Selain itu terdapat beberapa varietas unggul baru yang dapat dikembangkan di lahan gambut, yaitu Indragiri, Punggur, Margasari, Martapura, Air Tenggulang, Lambur, dan Mendawak. Produktivitas varietas-varietas tersebut cukup tinggi, berkisar antara 4-6 t/ha GKP, umumnya tahan terhadap penyakit blas, dan sebagian tahan terhadap hawar daun, seperti varietas Punggur dan Air Tenggulang. Padi lokal yang dapat dikembangkan adalah varietas Talang, Ceko, Mesir, Jalawara, Siam Lemo, Siam Unus, Siam Pandak, Semut, Pontianak, Sepulo, Pance, Salimah, Jambi Rotan, dan Tumbaran dengan potensi hasil 2-3 t/ha GKP dan umur 120-150 hari. Beberapa varietas palawija, sayuran, dan buah-buahan juga adaptif di lahan gambut. Tanaman palawija yang sesuai antara lain kedelai varietas Wilis, Rinjani, Lokon, Dempo, Galunggung, Slamet, Lawit, dan Kerinci, dengan hasil rata-rata 1,5-2,4 t/ha. Untuk tanaman jagung adalah varietas Arjuna, Kalingga, Wiyasa, Bisma, Bayu, Antasena, C-3, C-5, Semar, Sukmaraga, H6, dan Bisi-2 dengan hasil rata-rata 4-5 t/ha. Untuk tanaman kacang hijau adalah varietas Betet, Walik, dan Gelatik, dengan rata-rata hasil 1,5 t/ha, dan untuk kacang tanah adalah varietas Gajah, Pelanduk, Kelinci, Singa, Jerapah, Komodo, dan Mahesa dengan hasil rata-rata 1,8-3,5 t/ha (Badan Litbang Pertanian 2003).

Tanaman sayuran juga banyak yang cocok dikembangkan di lahan gambut seperti cabai, tomat, terung, kubis, kacang panjang, buncis, mentimun, bawang merah, sawi, selada, bayam, dan kangkung. Untuk tanaman buah-buahan adalah semangka dan nenas. Beberapa tanaman industri juga dapat berkembang di lahan gambut, antara lain jahe, kencur, kelapa dalam, dan kelapa sawit.

Alat dan Mesin Pertanian

Salah satu alternatif pemecahan masalah tenaga kerja di lahan pasang surut atau lahan gambut adalah penerapan alat mesin pertanian (alsintan) pra- dan pascapanen, baik yang digerakkan oleh tenaga ternak maupun motor penggerak. Namun, pengembangan alsintan memerlukan persyaratan tertentu, baik teknis maupun sosial-ekonomi. Pengembangan alsintan di lahan rawa ditentukan oleh biofisik lahan, seperti kekerasan tanah, sisa tunggul kayu, jenis vegetasi permukaan, kedalaman gambut dan lapisan pirit, bekas parit alam atau bekas nipah. Pada awalnya petani transmigran di lahan gambut menggunakan tenaga manusia sebagai penarik bajak dalam mengolah tanah, namun hasilnya belum sesuai untuk pertumbuhan tanaman padi. Pengolahan tanah di lahan gambut pasang surut selain untuk menggemburkan tanah dan pengendalian gulma, juga berperan untuk pelumpuran dan meningkatkan daya menahan air, khususnya pada lahan sawah.

Observasi di lapangan memperlihatkan bahwa kemampuan kerja ternak sapi untuk membajak tanah adalah 10 jam/ha, dengan lama kerja 4-5 jam/hari, dan sesuai pada lahan dengan luapan B, C, dan D atau berlumpur dangkal dan lahan siap olah (Badan Litbang Pertanian 2003). Pengujian berbagai tipe traktor pada lahan pasang surut dengan tipe luapan B/C menunjukkan, kebutuhan waktu pengolahan tanah sampai siap tanam adalah 19 jam/ha untuk traktor tangan lokal, 25,25 jam/ha untuk traktor tangan impor (tipe rotari), dan 20,5 jam/ha untuk traktor mini impor, sedangkan pada lahan dengan tipe luapan A dan B masing-masing 18 jam dan 15 jam/ha untuk traktor tangan lokal dan impor.

Untuk meningkatkan kemampuan kerja ternak sapi, telah dirakit dan diuji berbagai alat pengolah tanah yang lebih baik. Pada pengolahan tanah sistem kering, garu pisau dan garu piringan dapat dianjurkan untuk mengganti garu tradisional. Pada pengolahan sistem basah dianjurkan pemakaian glebeg, terutama yang bermata trapesium, karena menghasilkan pelumpuran yang paling baik.

KESIMPULAN

1. Pemerintah dalam hal ini Kementerian Pertanian melalui Badan Litbang Pertanian telah menghasilkan teknologi pengelolaan lahan pasang surut dan rawa lebak, termasuk tanah gambut.
2. Diperlukan *master plan* tata ruang kawasan eks PLG sejuta hektare di Kalimantan Tengah untuk menetapkan kawasan budi daya, hutan tanaman industri, kawasan konservasi, dan kawasan lindung.
3. Kawasan lahan gambut eks PLG termasuk wilayah pasang surut air tawar yang mempunyai potensi dikembangkan sebagai kawasan budi daya pertanian dan kawasan konservasi.
4. Budi daya pertanian dilaksanakan pada kawasan gambut dengan ketebalan < 3 m, yang dapat dikembangkan untuk lahan sawah, perkebunan, perikanan, dan hutan tanaman industri (HTI). Kawasan konservasi berada pada wilayah gambut dengan ketebalan > 3 m. Kawasan konservasi, selain yang bergambut tebal > 3 m, juga meliputi daerah-daerah tertentu yang mempunyai keanekaragaman hayati (flora dan fauna), dan di bawah gambut lapisan sulfidik dan atau pasir kuarsa.
5. Pembukaan lahan pasang surut harus dilakukan melalui perencanaan yang matang dan hati-hati, karena merupakan lahan yang rapuh (*fragile*), mudah berubah, dan tidak bisa dikembalikan ke aslinya. Pembukaan lahan memerlukan data biofisik lingkungan yang lengkap, ditunjang oleh analisis dampak lingkungan yang andal dan kondisi sosial-budaya masyarakat lokal.
6. Rehabilitasi dan revitalisasi lahan gambut eks PLG perlu dilaksanakan karena potensinya untuk pengembangan pertanian cukup besar. Dari luas lahan 1.133.607 ha (Blok A, B, C, D), 42% di antaranya sesuai untuk pertanian, 2,7% untuk perikanan, dan 9,5% untuk kehutanan (HTI). Untuk konservasi dan kawasan lindung (cagar alam) terdapat 520.351 ha atau 45,90%.
7. Rehabilitasi kawasan eks PLG memerlukan program yang terpadu antara pemerintah pusat dan daerah, yang didukung oleh swasta dan lembaga swadaya masyarakat (LSM). Program yang diperlukan adalah program aksi untuk kawasan konservasi dan kawasan lindung, kawasan budi daya yang sudah ada maupun yang akan dikembangkan, dan pemberdayaan masyarakat lokal dan transmigran.
8. Teknologi pengelolaan tanah dan air harus dikuasai oleh petani karena merupakan kunci keberhasilan pertanian di lahan pasang surut, seperti tata air mikro dan penataan lahan. Teknologi pemupukan, pengolahan tanah, dan varietas yang adaptif juga perlu dikuasai petani.

DAFTAR PUSTAKA

- Badan Litbang Pertanian. 1993. Petunjuk Teknis Proyek Penelitian Lahan Pasang Surut. Badan Litbang Pertanian, Jakarta.
- Badan Litbang Pertanian. 2003. Panduan Ekspose Nasional Pertanian Lahan Rawa Pasang Surut, Barito Kuala, 30-31 Juli 2003. Badan Litbang Pertanian, Jakarta.
- Departemen Pertanian. 2004. Laporan survei daerah pasang surut PLG Kalimantan Tengah. Direktorat Jenderal Pengelolaan Lahan, Departemen Pertanian, Jakarta.
- Djayusman, M.S., I.G. Sastraatmaja, Ismail, dan I.P.G. Widjaja-Adhi. 1995. Penataan lahan dan pengelolaan air untuk meningkatkan produktivitas tanah sulfat masam.
- Hartatik, W., K. Idris, S. Sabiham, S. Juniwati, dan J.S. Adiningsih. 2004. Pengaruh pemberian fosfat alam dan SP36 pada tanah gambut yang diberi bahan amelioran tanah mineral terhadap serapan P dan efisiensi pemupukan P. Prosiding Kongres Nasional VIII HITI. Universitas Andalas, Padang.
- Hardjowigeno, S. 1986. Sumber daya fisik wilayah dan tata guna lahan: Histosol. Fakultas Pertanian Institut Pertanian Bogor. hlm. 86-94.
- Iskandar, Suwardi, dan E.F.R. Ramadina. 2008. Pemanfaatan bahan amelioran abu terbang pada lingkungan tanah gambut: (I) Pelepasan hara makro. Jurnal Tanah Indonesia 1(1):1-6.
- Kemenko Ekuin. 2005. Revitalisasi pertanian, perikanan, dan kehutanan Indonesia, untuk rakyat, tanah air, dan generasi Indonesia mendatang. Kementerian Koordinator Bidang Perekonomian, Jakarta.
- Puslittanak. 1998. Laporan survei dan pemetaan tanah tinjau mendalam daerah kerja A proyek pengembangan lahan gambut sejuta ha, untuk pengembangan tanaman pangan di Kalimantan Tengah. Pusat Penelitian Tanah dan Agroklimat, Bogor.
- Rachim, A. 1995. Penggunaan kation-kation polivalen dalam kaitannya dengan ketersediaan fosfat untuk meningkatkan produksi jagung pada tanah gambut. Disertasi. Program Pascasarjana Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Sabiham, S. 2006. Pengelolaan lahan gambut Indonesia berbasis keunikan ekosistem. Orasi Ilmiah Guru Besar Tetap Pengelolaan Tanah. Fakultas Pertanian Institut Pertanian Bogor, 16 September 2006.
- Soil Survey Staff. 1998. Keys to Soil Taxonomy. Agency for International Development, USDA.
- Subagjo, H. dan I.P.G. Widjaja-Adhi. 1998. Peluang dan kendala penggunaan lahan rawa untuk pengembangan pertanian di Indonesia: Kasus

- Sumatera Selatan dan Kalimantan Tengah. Makalah Utama Pertemuan Pembahasan dan Komunikasi Hasil Penelitian Tanah dan Agroklimat, 10 Februari 1998 di Bogor.
- Subagjo, H. 2006. Klasifikasi dan penyebaran lahan rawa. hlm. 1-22. *Dalam Karakteristik dan Pengelolaan Lahan Rawa*. Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Sumberdaya Lahan Pertanian. Bogor.
- Suriadikarta, D.A. 1996. Reklamasi tanah sulfat masam untuk usaha tambak. Desertasi. Sekolah Pascasarjana Institut Pertanian Bogor.
- Suriadikarta, D.A. dan A. Abdurachman. 1999. Penelitian teknologi reklamasi untuk meningkatkan produktivitas tanah sulfat masam potensial. Prosiding Temu Pakar dan Lokakarya Nasional Diseminasi Optimasi Pemanfaatan Sumber Daya Lahan Rawa, Jakarta, 23-26 November 1999.
- Suriadikarta, D.A., H. Supriadi, H. Malian, Z. Desmiyati, Suwarno, M. Januwati, dan H.K. Anang. 1999. Kesiapan teknologi dan kendala pengembangan usahatani lahan rawa. Prosiding Temu Pakar dan Lokakarya Nasional Diseminasi dan Optimasi Pemanfaatan Sumber Daya Lahan Rawa, Jakarta, 23-26 November 1999.
- Suriadikarta, D.A. dan G. Sjamsidi. 2001. Teknologi peningkatan produktivitas tanah sulfat masam. Laporan akhir Proyek Sumber Daya Lahan Tanah dan Iklim. Pusat Penelitian Tanah dan Agroklimat, Bogor.
- Tsutsutski, K. and R. Kondo. 1995. Lignin-derived phenolic compounds in different types of peat profiles in Hokkaido. *Japan Soil Sci. Plant Nutr.* 41(3): 515-527.
- Widjaja-Adhi, I.P.G. 1986. Pengelolaan lahan rawa pasang surut dan lebak. *Jurnal Litbang Pertanian* 5(1): 1-9.
- Widjaja-Adhi, I.P.G. 1988. Physical and chemical characteristic of peat soil of Indonesia. *Indones. Agric. Res. Dev. J.* 10: 59-64.
- Widjaja-Adhi, I.P.G. 1995a. Pengelolaan tanah dan air dalam pengembangan sumber daya lahan rawa untuk usaha tani berkelanjutan dan berwawasan lingkungan. Makalah disampaikan pada Pelatihan Calon Pelatih untuk Pengembangan Pertanian di Daerah Pasang Surut, Karang Agung Ulu Sumatera Selatan, 26-30 Juni 1995.
- Widjaja-Adhi, I.P.G. 1995b. Potensi, peluang dan kendala perluasan areal pertanian lahan rawa di Kalimantan Tengah dan Irian Jaya. Sopeng, 7-8 November 1995.
- Widjaja-Adhi, I.P.G., K. Nugroho, D.A. Suriadikarta, dan A.S. Karama. 1992. Sumber daya lahan rawa: Potensi, keterbatasan, dan pemanfaatan. Risalah Pertemuan Nasional Pengembangan Pertanian di Lahan Rawa Pasang Surut dan Lebak, Cisarua, 3-4 Maret 1992.

PENUTUP

Pengembangan kacang tanah pada lahan kering masam dinilai prospektif karena kacang tanah toleran dan adaptif pada lahan masam dan lebih menguntungkan dari segi ekonomi dibandingkan dengan tanaman pangan lainnya. Namun, kejenuhan Al merupakan faktor pembatas, sementara varietas unggul yang tersedia memiliki tingkat toleransi yang sedang terhadap kejenuhan Al. Pengembangan kacang tanah pada lahan kering masam perlu diawali dengan pengendalian Al dan pH tanah dengan ameliorasi lahan dan penggunaan varietas toleran. Produktivitas kacang tanah pada lahan kering masam dapat ditingkatkan bila organisme pengganggu tanaman dapat dikendalikan. Pengembangan varietas kacang tanah toleran lahan kering masam yang memiliki kejenuhan Al tinggi perlu mendapat perhatian agar pengembangannya berhasil.

Pengembangan sistem perbenihan bawang merah seperti halnya perbenihan kubis bunga secara lokal dapat membantu meningkatkan daya saingnya sistem usaha tani bawang merah. Sementara itu, pengembangan teknologi budi daya bawang merah menggunakan biji botani untuk konsumsi memerlukan sosialisasi dan pelatihan yang intensif kepada petani dalam upaya mempercepat adopsi teknologi.

Faktor luar pemicu ledakan wereng coklat adalah perubahan iklim, La Nina dan siklus 12 tahunan ledakan wereng coklat, pola pertanaman tidak serempak, penanaman varietas rentan, pemakaian pupuk N dengan takaran tinggi, pengairan selalu tergenang sepanjang fase pertumbuhan tanaman padi, petani lupa PHT dan kurang menghargai penyuluh, resistensi wereng coklat terhadap insektisida, pelemahan dosis dan konsentrasi pemakaian insektisida, gagalnya pengendalian di daerah *hot spot*, dan hilangnya sebagian rantai makanan. Faktor dalam pemicu ledakan wereng coklat adalah perubahan biotipe wereng coklat itu sendiri dan tingginya laju pertumbuhan intrinsik.

Hama tanaman dapat dibagi menjadi empat, yaitu hama utama, hama kedua, hama potensial, dan hama migran. Fenomena terjadinya hama tanaman dapat disebabkan oleh satu atau beberapa hal, yakni perubahan ekosistem, penggunaan pestisida, terbunuhnya musuh alami, perubahan varietas, dan masuknya hama baru dari luar daerah atau negara lain, yang kesemuanya berkaitan dengan peran manusia dalam mengelola lahan pertanian. Fluktuasi, variasi, dan populasi hama pada agroekosistem umumnya lebih tinggi dan lebih banyak dibanding pada ekosistem alamiah. Fluktuasi, variasi, dan populasi hama tanaman semusim lebih tinggi dan lebih banyak daripada tanaman tahunan.

Perkembangan teknologi pascapanen di lapangan sudah maju. Namun, masalah teknis masih dijumpai, seperti pada penggilingan padi. Perbaikan rendemen dipengaruhi oleh keberhasilan pembinaan/pengembangan saringan pemisah padi pada beras pecah kulit. Perbaikan rendemen giling dan mutu beras giling juga dipengaruhi oleh sistem usaha PPK. PPK yang berfungsi sebagai pedagang beras akan mengembangkan usaha penggilingannya untuk menghasilkan beras yang bermutu tinggi, sedangkan pejasa giling hanya menghasilkan beras dengan mutu seadanya. Untuk mendapatkan data yang lebih akurat, terukur, dan akuntabel, perlu dilakukan survei dalam skala yang lebih luas, termasuk pengukuran rendemen nasional secara reguler dengan melibatkan berbagai pihak.

Perkembangan ternak di Indonesia tidak lepas dari ketersediaan pakan dari hasil pertanian seperti halnya lidah buaya. Zat aktif atau bioaktif dalam lidah buaya sudah lama digunakan untuk kesehatan manusia dan hewan di berbagai negara karena mengandung zat berkhasiat. Zat aktif lidah buaya terutama terdapat di dalam gel, pada daun. Gel lidah buaya mengandung zat gizi seperti protein, asam amino, mineral, dan karbohidrat, namun jumlahnya tidak banyak. Gel lidah buaya juga mengandung zat nongizi seperti antrakinin, monosakarida, dan polisakarida. Antrakinin terbukti dapat menghambat pertumbuhan mikroba secara *in vitro* maupun *in vivo*. Bioaktif lidah buaya dapat menstimulasi produksi enzim (amilase dan protease) dalam sistem pencernaan ayam. Penggunaan gel lidah buaya dengan konsentrasi 0,25-1,00 g setara kering/kg ransum dapat memperbaiki efisiensi pakan pada ayam broiler dan petelur. Perbaikan efisiensi pakan dengan penambahan gel lidah buaya sama atau lebih baik dari dibanding antibiotik. Oleh karena itu, bioaktif lidah buaya dapat digunakan untuk menggantikan antibiotik sebagai imbuhan pakan yang aman untuk kesehatan manusia.

Kebutuhan daging kambing dan kambing hidup yang begitu tinggi dan meluas di Indonesia memudahkan dalam pemasaran. Khusus untuk kambing dwiguna PE, produksi susu memberi nilai tambah yang cukup nyata bagi pendapatan petani. Di samping itu, susu kambing yang diyakini dapat membantu penyembuhan penyakit tertentu ikut mengangkat citra kambing PE di tingkat petani dan konsumen. Peran pemerintah sangat dibutuhkan dalam menciptakan iklim usaha yang kondusif bagi petani, pengusaha, dan konsumen agar usaha peternakan kambing dwiguna PE dapat berkelanjutan, dan memperkuat ketahanan pangan melalui penyediaan daging dan susu kambing secara *in-situ*.

Fungsi dan peran ternak dalam sistem usaha tani sangat besar dalam penyediaan tenaga kerja dan pupuk organik, dan yang paling utama adalah sebagai sumber pendapatan petani. Namun, integrasi ternak dalam sistem usaha tani di beberapa agroekosistem masih menghadapi banyak masalah,

baik aspek teknis maupun sosial-ekonomi. Hal ini terkait dengan faktor alam, ketersediaan lahan, skala pemilikan, penggunaan teknologi, ketersediaan modal, dan sarana penunjang lainnya.

Komoditas perkebunan termasuk kelapa memiliki peran besar dalam perekonomian Indonesia. Oleh karena itu, upaya untuk memperoleh varietas unggul terus dilakukan. Pemuliaan kelapa telah menghasilkan 19 varietas unggul, yang terdiri atas kelapa tipe dalam, tipe genjah, dan kelapa hibrida, dengan potensi hasil kopra 2,6-5,0 ton/ha/tahun, dan kadar minyak 61-69%. Percepatan penyebaran benih kelapa unggul dapat dilakukan melalui pembangunan kebun-kebun benih di setiap provinsi/kabupaten penghasil kelapa. Strategi penyediaan benih kelapa unggul secara massal dapat dilakukan melalui penetapan Blok Penghasil Tinggi (BPT), seleksi pohon induk kelapa, dan pelepasan varietas kelapa dalam unggul lokal. Dalam rangka percepatan program peremajaan dan pengembangan kelapa, pemerintah diharapkan dapat menyediakan dana yang cukup melalui gerakan nasional kelapa. Hal ini untuk mengantisipasi permintaan kelapa untuk keperluan nonpangan seperti bahan bakar nabati.

Seperti halnya kelapa, minyak yang dihasilkan dari tanaman serai wangi dapat dimanfaatkan sebagai bioaditif bukan bakar minyak, selain untuk parfum, pestisida nabati, kosmetik, dan bioaditif. Limbah dari hasil sulingan daun tanaman ini dapat digunakan untuk pakan ternak dan mulsa. Penanaman serai wangi pada lahan miring > 15% dapat menekan laju erosi sehingga baik untuk konservasi lahan. Pemanfaatan limbah daun hasil sulingan sebagai kompos dan kotoran sapi sebagai pupuk akan meningkatkan produktivitas lahan.

Pengembangan komoditas pertanian memerlukan lahan, termasuk lahan suboptimal seperti lahan gambut. Rehabilitasi kawasan eks Pengembangan Lahan Gambut Sejuta Hektare di Kalimantan Tengah memerlukan program yang terpadu antara pemerintah pusat dan daerah, yang didukung oleh swasta dan lembaga swadaya masyarakat (LSM). Program yang diperlukan meliputi program aksi untuk kawasan konservasi dan kawasan lindung, kawasan budi daya yang sudah ada maupun yang akan dikembangkan, serta pemberdayaan masyarakat lokal dan transmigrasi. Teknologi pengelolaan lahan dan air harus dikuasai oleh petani karena merupakan kunci keberhasilan pertanian di lahan pasang surut, seperti tata air mikro dan penataan lahan. Teknologi pemupukan, pengolahan tanah, dan varietas yang adaptif juga perlu dikuasai petani.

Terdapat sejumlah penyebab kemunduran dan kerusakan lahan pertanian yang perlu mendapat perhatian serius. Peningkatan luas lahan kritis, kemunduran kesuburan dan kerusakan sumber daya lahan pertanian sudah berada pada tataran yang memprihatinkan sehingga perlu mendapat

porsi perhatian yang lebih besar. Tindakan dan program pemulihan kesuburan lahan pertanian serta pelestarian lahan pertanian harus menjadi agenda utama Kementerian Pertanian.

Pada akhirnya pengembangan komoditas pertanian perlu mengantisipasi adanya perubahan iklim. Ada empat kata kunci strategi antisipasi dan penanggulangan dampak anomali iklim, yaitu antisipasi, analisis, penyesuaian (adaptasi), dan komunikasi iklim. Iklim adalah sumber daya alam yang sulit dikendalikan dan dimodifikasi, karena itu penyesuaian teknologi dan pola kegiatan adalah kunci utama dalam pendekatan iklim. Penyesuaian harus dilakukan secara antisipatif, bukan dadakan dengan *rescue program*, tetapi harus terencana berdasarkan pemahaman yang baik terhadap variabilitas dan perubahan iklim. Optimalisasi sumber daya termasuk sumber daya lahan melalui tata kelola yang bijak, sebagai titik tolak pengembangan sistem pertanian cerdas perubahan iklim, harus didukung dengan penerapan teknologi dan sistem usaha tani inovatif dan terpadu. Selain itu diperlukan pemahaman dan apresiasi terhadap iklim, efektivitas dan daya guna informasi iklim yang terkait dengan sistem komunikasi dan koordinasi di antara pemangku kepentingan.