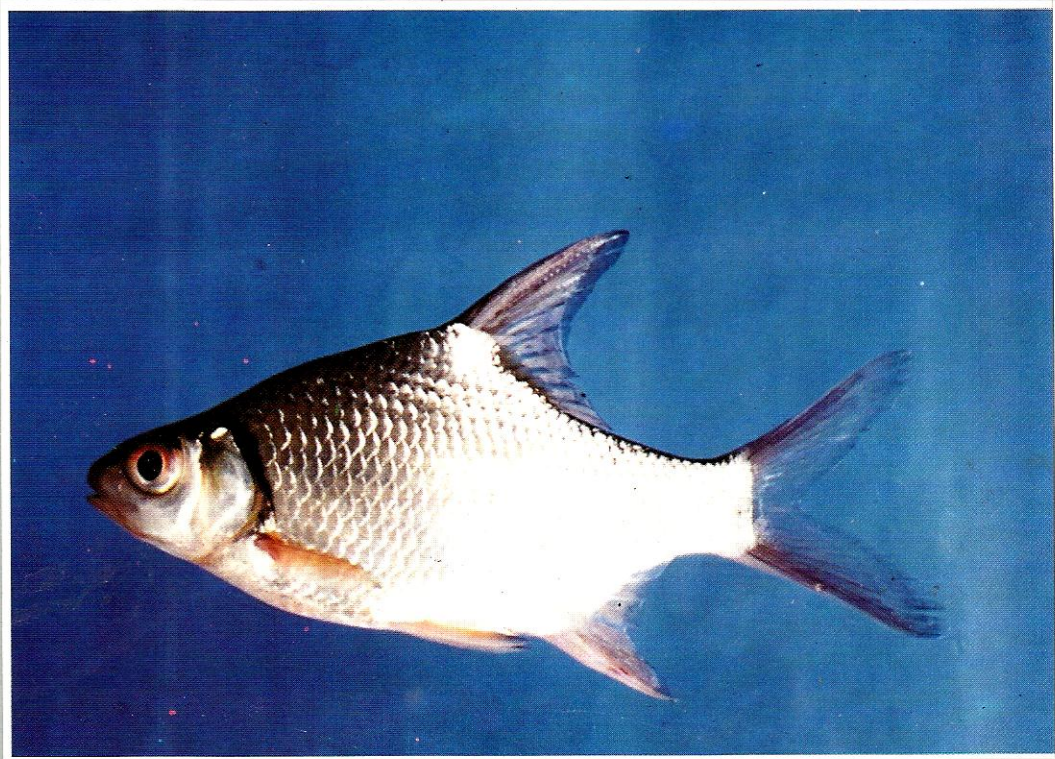


Buletin

ISSN 1410-4377

Plasma Nutfah

Volume 6 Nomor 2 Tahun 2000



**Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian
Departemen Pertanian**

Buletin
Plasma Nutfah

Volume 6 Nomor 2 Tahun 2000

ISSN 1410-4377

Daftar Isi

Penanggung Jawab
Ketua Komisi Nasional Plasma Nutfah

Dewan Redaksi
Surahmat Kusumo
Kusuma Diwyanto
Sugiono Moeljopawiro
Johanes Widodo
Maharani Hasanah

Redaksi Pelaksana
Husni Kasim
Lukman Hakim
Hermanto

Alamat Redaksi
Sekretariat Komisi Nasional
Plasma Nutfah
Jalan Merdeka 147 Bogor 16111
Telp/Faks. (0251) 327031

Buletin ilmiah *Plasma Nutfah*
diterbitkan oleh Badan Penelitian dan
Pengembangan Pertanian secara
berkala, dua kali setahun, memuat
tulisan hasil penelitian dan tinjauan
ilmiah tentang eksplorasi, konservasi,
karakterisasi, evaluasi, dan utilisasi
plasma nutfah tanaman, ternak, ikan,
dan mikroba yang belum pernah
dipublikasi di media lain.

Potensi dan Prospek Plasma Nutfah Ikan Lampam (<i>Barbodes schwanenfeldi</i>)	Syarifah Nurdawati	1
Aplikasi Teknik Inseminasi Buatan dalam Pelestarian Ayam Hutan secara Ex Situ	A. G. Nataamijaya	7
Pelestarian dan Penelitian Tanaman Sagu di Irian Jaya...Maharani Hasanah dan Adi Widjono		10
Characteristics of Bacterial Wilt Resistance of <i>Solanum torvum</i>	Karden Mulya, Nuri Karyani, and Esther Mulyani Adhi	14
Penyelarasan Pertanian Modern dengan Pelestarian Keanekaragaman Hayati	Nani Zuraida dan Sumarno	21
Karakter Fisik, Kimia, dan Fisiologis Benih Beberapa Varietas Kedelai	Sukarman dan Mono Raharjo	31
Karakterisasi dan Pemanfaatan Plasma Nutfah Tanaman Pala	M. Hadad E.A., Agus Nurawan, dan Suparman	37
Penampilan Hasil Beberapa Varietas dan Galur Kacang Hijau pada Lingkungan Tumpangsari dengan Jagung	Lukman Hakim	48

Gambar sampul:
Ikan Lampam (*Barbodes schwanenfeldi*), panjang 20,5 cm



Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian
Departemen Pertanian

Penyelarasan Pertanian Modern dengan Pelestarian Keanekaragaman Hayati

Nani Zuraida¹ dan Sumarno²

¹Balai Penelitian Bioteknologi Tanaman Pangan, Bogor

²Pusat Penelitian Tanaman Pangan, Bogor

ABSTRACT

Modern agricultural practices tend to form a homogenous mono species-single variety habitat in a large production area, resulting a narrow natural biodiversity. Planting single genetically homogenous-homozygous variety in a large area, such as ones practiced on rice farming, had caused serious reduction on genetic diversity within the species, resulting the development of new strains of pests and diseases due to a directional selection towards more virulent ones. Single species cropping within a large area may cause species displacement reducing the population of naturally occurring species. Indigenous biota, including arthropoda, mollusca, nematoda, fungus, bacteria and other microbes may have been displaced, leaving only a few biota which are compatible to the crop species acting as pests and diseases. Reduction in biological diversity on the agricultural ecology is indeed unavoidable, however maintaining a certain degree of species variability is possible. Planting heterogeneous-non homozygous varieties, or various forms of multivarieties, blend varieties, multilines, synthetic and composite varieties, could overcome the degree of homogeneity of species and create genetic heterogeneity, improve adaptation plasticity and genetic buffering capacity of crops to various environmental stresses. Planting multispecies within the same area in forms of mix-cropping, multi perennial plants, hedgerows or strip cropping can improve the degree of biodiversity on agricultural ecology. Germplasm preservation of agricultural species could be assured, if a National Germplasm Centre is established. In each village representing the center of crop production and should be developed a "village germplasm centre", containing germplasm of various crop species indigenous in the area. Similar centres of a larger size, should be established in each sub district or district and in each province, in a form of Botanical-Garden or Gene Park which have multifunctional purposes, including biodiversity conservation, plant material sources for propagation, education, recreation and environmental maintenance. Public awareness education for biodiversity conservation should be facilitated, involving school children, students, village youth organization, boys-girl scouts, women welfare-organization, farmers-groups, NGO, various social political organization and the whole of communities. Action program of Biodiversity Conservation Awareness (BCA) should be campaigned, to promote conservation of germplasm and biological diversity, entering the XXIst century and beyond.

Key words: Germplasm, biodiversity, conservation, genetic diversity, heterogeneity, genetic buffering capacity.

ABSTRAK

Usaha pertanian modern cenderung menuju pola satu spesies-satu varietas dalam skala hamparan luas sehingga memiskinkan keanekaragaman hayati alamiah. Penggunaan satu varietas homogenous-homozigot dalam hamparan luas, seperti pada usahatani padi, memusnahkan keanekaragaman hayati di tingkat spesies itu sendiri, mengakibatkan timbulnya biotipe dan strain baru hama dan penyakit, sebagai akibat seleksi terarah ke arah strain yang lebih virulen. Penanaman satu spesies dalam hamparan luas mengakibatkan terjadinya pendesakan spesies, sehingga spesies asli musnah. Biota penyerta, termasuk arthropoda, mollusca, nematoda, mikroba, dan lain-lain ikut terdesak dan termusnahkan, yang tinggal hanya yang serasi dengan ekologi satu spesies tanaman yang diusahakan. Pemiskinan keanekaragaman hayati pada ekologi lahan pertanian memang tidak dapat dihindarkan, tetapi pemeliharaan keragaman hayati masih memungkinkan. Penggunaan varietas nonhomogen-nonhomozigot, penanaman multivarietas, varietas campuran, multilini, sintetik dan komposit, menghindarkan keseragaman dalam spesies dan membentuk keanekaragaman genetik, meningkatkan plastisitas dan daya sangga genetik tanaman terhadap berbagai cekaman lingkungan. Penanaman multispesies dalam hamparan secara tumpang-sari, karang kitri, *hedgerows*, dan lain-lain menambah besarnya keragaman hayati pada ekologi pertanian. Pelestarian plasma nutfah (keanekaragaman genetik dalam spesies) dapat lebih terjamin apabila dibentuk Pusat Plasma Nutfah Nasional. Pelestarian plasma nutfah pedesaan perlu dibentuk di sentra produksi komoditas spesies yang bersangkutan. Pelestarian keragaman hayati perlu dilakukan di tingkat pedesaan, kabupaten, dan wilayah, dengan membangun Taman Botani atau *Gene Park* yang berfungsi sebagai sistem konservasi, rekreasi, edukasi, dan penyediaan bibit. Penyertaan masyarakat untuk melestarikan keanekaragaman hayati perlu ditumbuhkan dengan menggerakkan anak sekolah, karang taruna, pramuka, ibu-ibu PKK, kelompok tani, LSM, orsospol, dan seluruh lapisan masyarakat. Gerakan Sadar Pelestarian Keanekaragaman Hayati (SPKH) perlu dicanangkan untuk menghindari kepunahan sebagian besar spesies flora, fauna, mikroba di abad XXI dan abad selanjutnya.

Kata kunci: Plasma nutfah, keragaman hayati, pelestarian, keanekaragaman genetik, heterogenitas, daya sangga genetik.

PENDAHULUAN

Modernisasi pertanian sering kontradiktif dengan usaha pelestarian keragaman hayati, baik keragaman dalam spesies (*varietal diversity*) maupun antarspesies (*biodiversity*). Hal ini terjadi karena usahatani modern memiliki kecenderungan: (a) menggunakan varietas murni, seragam, homogen/homozigot untuk seluruh area produksi; (b) penanaman satu macam komoditas pada satu hamparan (*monocrop farming*); (c) penerapan konsep pewilayahan komoditas, hanya spesies yang paling sesuai ditanam pada agroekologi bersangkutan, diiringi pemusnahan komoditas/spesies yang dianggap kurang sesuai; (d) pendesakan dan penggantian varietas dan strain lokal serta spesies tanaman yang kurang bernilai ekonomis. Penyempitan dan pemiskinan keragaman hayati tanaman pada usahatani modern terlihat nyata pada agroekosistem lahan sawah dengan pola tanam padi-padi dari tahun ke tahun dan bahkan diperburuk lagi dengan hanya menanam satu varietas (didominasi oleh IR64) dalam kurun waktu 10 tahun terakhir.

Walaupun di beberapa daerah seperti di Jawa Timur terdapat rotasi padi-padi-palawija, namun keragaman spesies yang terjadi secara spasial terpisah oleh waktu, dan ekosistem tetap terdiri dari monospesies/monovarietas pada suatu periode pertanaman. Adanya dominasi satu genotipe-satu spesies pada ekosistem mengakibatkan berkembangnya biotipe insekta hama dan patotipe patogen penyakit yang lebih ganas, berpasangan dengan spesies yang dibudidayakan.

Pertanian tanaman pangan pada tiga dekade akhir abad XX yang sering dinamai *green revolution*, telah berperan besar dalam penyempitan keragaman hayati habitat lahan pertanian, baik melalui pemusnahan varietas-varietas lokal yang beradaptasi pada lingkungan spesifik maupun penggantian berbagai jenis spesies tanaman menjadi monokultur padi. Keadaan demikian perlu diubah pada abad XXI untuk mengatasi ancaman hama dan penyakit. Penerapan prinsip pengendalian hama terpadu (PHT) pada dasarnya bertujuan mengelola keseimbangan lingkungan, untuk menekan timbulnya biotipe dan strain hama penyakit yang lebih ganas, namun selama satu varietas-satu spesies masih mendominasi habitat ekosistem maka tindakan PHT makin sulit memperoleh hasil optimal.

Kerugian lain dari penyeragaman spesies dalam kawasan adalah tersingkirnya jasad mikroba bermanfaat yang tidak serasi dengan lingkungan hidup spesies tersebut. Penggunaan lahan sawah secara terus menerus mengubah komposisi mikroba dalam tanah, di mana mikroba aerobik sebagian punah oleh genangan air. Penggunaan bahan kimia dengan konsentrasi tinggi dalam bentuk pupuk, insektisida, fungisida, dan herbisida mempercepat pemusnahan mikroba dan biota lainnya yang dianggap tidak bermanfaat, yang sebenarnya sangat penting bagi keseimbangan ekologis.

Penambahan unsur hara oleh tanaman secara berlebihan dari pertanian yang intensif juga mengakibatkan terjadinya ketidakseimbangan hara tanah, yang berdampak terhadap perubahan keseimbangan ekologis dan pengurangan keragaman biota dalam tanah. Pemberian pupuk N berlebihan mengakibatkan bakteri penambat N kurang berkembang dan digantikan oleh mikroba yang bersifat patogen.

Untuk meniadakan sama sekali pengaruh negatif dari usahatani modern terhadap penyempitan keragaman hayati memang sulit, namun usaha yang bersifat konservasi sangat diperlukan bagi pelestarian, menghindari kepunahan dan memelihara keragaman hayati, baik keragaman dalam spesies maupun antarspesies di permukaan maupun dalam tanah.

REVOLUSI HIJAU DAN PENURUNAN KERAGAMAN HAYATI

Hingga akhir tahun 1960-an, sebelum varietas unggul padi modern diperkenalkan, petani menanam varietas unggul lokal yang berbeda antarpetani dan antardaerah. Varietas-varietas lokal tersebut beradaptasi di lingkungan spesifik, tidak memerlukan pemupukan inorganik takaran tinggi, toleran hama/penyakit dan cekaman lingkungan spesifik. Terdapatnya berbagai varietas dalam satu hamparan dapat berfungsi sebagai perangkap (*trap barrier*) terhadap dominasi salah satu strain atau biotipe hama/penyakit, karena masing-masing varietas memiliki gen ketahanan (*gene for resistance*) yang berbeda. Hal ini menghasilkan kondisi seimbang atau equilibrium antara populasi spesies biota penyebab hama-penyakit dengan parasit-predator/antagonis yang berfungsi sebagai musuh

alami. Revolusi hijau yang mengutamakan penggunaan varietas unggul seragam mengakibatkan penurunan keragaman hayati pada ekosistem.

Varietas Unggul Nasional

Anjuran penanaman varietas unggul nasional yang seragam secara luas sejak awal 1970-an (dimulai dari varietas IR5, IR8, Pelita hingga IR64, Cisadane, dan Memberamo pada akhir 1990-an), secara bertahap memusnahkan keanekaragaman varietas padi. Pengurangan keanekaragaman varietas padi dimulai sejak dilepasnya varietas IR64 pada tahun 1985, yang berdaya hasil tinggi, rasa nasinya enak, dan pada awalnya tahan terhadap berbagai hama dan penyakit. Awal tahun 1990-an, varietas IR64 ditanam pada sekitar 70% areal pertanaman padi di Indonesia yang mencapai sekitar 9 juta ha/tahun.

Varietas IR64 adalah galur murni yang bersifat homogen-homozigot, berasal dari satu butir gabah generasi F6 dari suatu persilangan. Lebih dari 9 juta ha tanaman padi setiap tahun merupakan keturunan dari satu butir gabah, atau satu batang tanaman. Keseragaman genotipik dan fenotipik tanaman padi yang sangat luas ini berakibat pada daya sangga genetik (*genetic buffering capacity*) pertanaman padi terhadap strain hama-penyakit baru yang lebih ganas menjadi sangat rawan. Varietas IR64 pada tahun 1998-99 terjangkit penyakit hawar daun (bacterial leaf blight, *Xanthomonas oryzae*), virus tungro, dan hama wereng coklat. Dominasi satu varietas pada areal luas dan ditanam terus menerus mengakibatkan terjadinya seleksi terarah (*directional selection*) terhadap insekta hama dan patogen penyakit yang lebih "ganas", seperti timbulnya hama dan penyakit: (a) hama wereng coklat biotipe 1, 2, 3, dan 4; (b) penyakit hawar daun bakteri (*Xanthomonas oryzae*) berbagai strain baru; dan (c) virus tungro, terdiri dari beberapa strain. Lebih dari 100 varietas unggul padi telah dilepas dan dianjurkan penanamannya oleh petani, tetapi yang banyak ditanam hanya 16 varietas (Ditjen Tanaman Pangan dan Hortikultura, 1998).

Peningkatan serangan hama di daerah-daerah intensifikasi merupakan akibat dari penanaman satu varietas modern secara luas, yang tidak resisten terhadap berbagai hama. Varietas unggul anjuran pada

umumnya memiliki gen resistensi yang sempit, ditanam secara terus menerus sepanjang tahun dengan penggunaan pupuk nitrogen yang berlebihan, serta penggunaan pestisida secara liberal dalam penanganan hama sehingga rentan terhadap ancaman hama penyakit (Oka dan Bahagiawati, 1991). Agar tindakan PHT efektif, penanaman satu varietas-satu spesies sepanjang tahun secara terus menerus perlu dihindari. Pada areal yang luas, perlu ditanam berbagai spesies tanaman atau satu spesies tanaman yang terdiri dari beberapa varietas yang masing-masing memiliki gen resisten yang berbeda terhadap suatu patogen atau serangga hama.

Kritik yang menyatakan bahwa revolusi hijau menimbulkan bahaya serangan hama/penyakit yang lebih hebat memang mengandung kebenaran, terutama apabila penanaman varietas unggul terbatas pada beberapa varietas saja, tidak terjadi penggantian varietas dalam jangka waktu lama, dan pola tanam monospesies sepanjang tahun. Hubungan antara homogenitas-homozigositas varietas dalam hamparan luas dengan tingkat bahaya tertentu terhadap hama-penyakit serta peluang timbulnya biotipe-strain baru disajikan pada Tabel 1.

Ditinjau dari segi keamanan terhadap gangguan hama/penyakit serta cekaman lingkungan, pertanian modern yang cenderung menggunakan satu varietas unggul nasional dan diusahakan secara luas pada wilayah pengembangan memiliki beberapa kelemahan:

1. Risiko tinggi terhadap serangan hama/penyakit yang sesuai (adaptif) terhadap genotipe tanaman bersangkutan.
2. Mendorong timbulnya biotipe/strain hama dan penyakit yang lebih ganas (*super strain*).
3. Mendorong terjadinya *directional selection* ke arah pengurangan keragaman biota pada habitat yang bersangkutan, dan akan terjadi dominasi strain yang adaptif.
4. Terjadi pemiskinan keragaman hayati di atas permukaan dan di dalam tanah, sehingga mengakibatkan disequilibrium ekologis mikro.
5. Mengurangi stabilitas produksi tanaman, karena akan terjadi ancaman secara terus menerus oleh serangga hama dan patogen penyakit.

Tabel 1. Hubungan antara keragaman genetik varietas dengan kepekaan dan timbulnya biotipe hama dan strain penyakit baru tanaman.

Tipe keragaman spesies yang ditanam	Komposisi geetik tanaman	Sifat plastisitas ¹⁾	Genetik buffering capacity ²⁾	Timbulnya hama dan penyakit baru
Satu spesies-satu varietas murni	homogen-homozigot	rendah	rendah	cepat, bertambah ganas
Banyak varietas murni	heterogen-homozigot	agak tinggi	agak tinggi	dihambat
Banyak varietas lokal	heterogen-heterozigot/homozigot	tinggi	tinggi	rendah terjadi keseimbangan alami
Varietas campuran (<i>blending</i>)	heterogen-homozigot	sedang	sedang	dihambat
Multispesies, varietas murni	heterogen-homozigot	tinggi	tinggi	dihambat
Multispesies, varietas lokal/multivarietas	heterogen-heterozigot/homozigot	tinggi	tinggi	rendah terjadi keseimbangan alami
Habitat asli alamiah	heterogen-heterozigot/homozigot	sangat tinggi	sangat tinggi	sangat langka/keseimbangan penuh

¹⁾ Plastisitas ialah kemampuan tanaman untuk menyesuaikan atau tumbuh normal pada lingkungan yang berubah.

²⁾ *Genetic buffering capacity*: daya sangga genetik tanaman terhadap berbagai cekaman biotik, maupun abiotik sehingga tanaman dapat tumbuh normal.

Kelemahan tersebut telah dibuktikan oleh terjadinya epidemi hama-penyakit pada tanaman padi, sejak digunakannya "satu varietas unggul nasional" secara luas. Di balik keberhasilan revolusi hijau dalam penyediaan pangan nasional, hal negatif tersebut merupakan kerugian lingkungan genetik atau *genetic environmental cost* yang harus dibayar mahal, di samping terjadinya kerugian aspek lingkungan atau *safety environmental cost* yang ditimbulkan oleh residu pestisida, herbisida, dan pupuk anorganik.

Keragaman Pola Tanam

Keseragaman pola tanam dalam satu kawasan/hamparan merupakan ciri usahatani modern, yang ditujukan untuk efisiensi penggunaan sumber daya (air, penyediaan pupuk, benih, pestisida) dan pemasaran agar hasil memenuhi skala ekonomi. Namun keseragaman pola tanam dapat mengakibatkan penyempitan keanekaragaman hayati, karena penyeragaman spesies yang diusahakan, apalagi bila hanya terdiri dari satu varietas yang bersifat homogen-homozigot. Akibat keseragaman genetik dalam areal luas adalah terjadinya penurunan keanekaragaman populasi biota dalam habitat bersangkutan. Contoh untuk ekologi yang memiliki pola tanam seragam adalah persawahan dengan tanaman mono spesies padi, perkebunan kelapa sawit, coklat, karet, kopi, kelapa, perusahaan jagung dalam skala luas, atau usahatani tembakau. Pola usahatani seragam tersebut merupakan suatu keharusan demi efisiensi produksi, namun memiliki risiko kegagalan

dan tambahan biaya yang ditimbulkan oleh cekaman lingkungan biotis sebagai akibat sempitnya keragaman genetik.

Pola usahatani seragam memiskinkan keanekaragaman hayati dan plasma nutfah dengan jalan: (a) penggantian spesies tanaman (*biodiversity replacement*), (b) penyeragaman genetik spesies oleh bibit/benih monoklonal atau varietas unggul murni yang homogen-homozigot, serta (c) seleksi terhadap biota alamiah hanya yang dapat hidup serasi (*compatible*) dengan tanaman yang dapat bertahan. Secara empiris mudah terlihat perbedaan kelimpahan anggota spesies pada hutan alamiah dengan ekologi lahan pertanian

Pewilayahan Komoditas

Konsep pewilayahan komoditas diartikan memilih dan menentukan satu komoditas tertentu untuk dianjurkan pengusahaannya dalam satu kawasan, atas pertimbangan kesesuaian agroekologi, sosial-budaya dan keuntungan-banding faktor ekonomi. Penerapan konsep pewilayahan komoditas, dibalik diperolehnya keuntungan teknis dan ekonomis, akan mengakibatkan terjadinya pemiskinan plasma nutfah dan keanekaragaman hayati sebagai akibat penggantian spesies (*species displacement*).

Pewilayahan komoditas akan diterapkan untuk mendukung pengembangan agribisnis dan telah disiapkan bagi pengembangan komoditas bernilai ekonomi tinggi, hampir di seluruh kabupaten di Indonesia. Penerapan pewilayahan komoditas pada ka-

wasan pusat biodiversitas seperti hutan primer, ladang tradisional dan pekarangan tentu berakibat negatif terhadap keanekaragaman hayati. Oleh karena itu perlu tindakan antisipatif untuk penyelamatan plasma nutfah asli, untuk dimasukkan ke dalam koleksi plasma nutfah, sebelum terjadi kepunahan.

PERTANIAN MODERN DENGAN WAWASAN KERAGAMAN HAYATI

Keterbatasan lahan pertanian dan tekanan oleh penambahan penduduk merupakan salah satu penyebab utama pemiskinan keanekaragaman hayati. Luas lahan sawah irigasi yang merupakan sumber produksi beras bagi pangan nasional hanya sekitar 4,2 juta ha. Sumber daya lahan yang sangat sempit ini memberikan *land man ratio* sebesar 200 m² per kapita, termasuk yang terkecil di seluruh dunia bagi negara agraris. Sempitnya ketersediaan lahan pertanian telah memaksa petani membuka hutan untuk area pertanian baru, mengusahakan lahan pertanian secara super intensif dan memanfaatkan setiap jengkal tanah untuk usaha pertanian tanaman sejenis dari satu varietas unggul populer.

Terjadinya pengurangan keragaman keanekaragaman hayati adalah suatu hal yang tidak dapat ditolak (*inevitable*), namun diperlukan upaya dan tindakan penyelamatan. Upaya penyelamatan kekayaan plasma nutfah dan keragaman hayati dapat berupa tindakan sebagai berikut:

1. Konsep Agrobiodiversitas

Konsep *evergreen revolution* diketengahkan oleh Swaminathan (1997), dimaksudkan bahwa pertanian dengan penggunaan varietas unggul yang memerlukan input tinggi perlu disertai dengan penyelamatan lingkungan melalui diversifikasi dan rotasi varietas, penerapan konsep pengendalian hama terpadu (PHT), dan pemeliharaan kesuburan tanah. Sumarno (1997) mengemukakan konsep agroekoteknologi, yang diartikan bahwa usahatani bukan semata-mata tindakan pemanfaatan secara eksploitatif terhadap lingkungan/sumber daya, tetapi sekaligus diikuti oleh tindakan perawatan dan pelestarian terhadap lingkungan dan sumber daya pertanian.

Dari aspek keanekaragaman hayati dan khususnya keanekaragaman genetik, konsep *evergreen revolution* dan agroekoteknologi dapat dijabarkan menjadi agrobiodiversitas sebagai berikut:

1. Menghindarkan penggunaan varietas yang sama dalam skala usaha yang luas.
2. Mengutamakan perakitan varietas unggul yang memiliki keragaman genetik (*genetic diversity*) dengan cara penggunaan varietas yang berasal dari *bulked population*, penggabungan galur yang nampak seragam secara fenotipik, multilini, atau *blending* (campuran banyak varietas).
3. Penggunaan varietas lokal adaptif sebagai tetua persilangan sehingga diperoleh adaptasi spesifik lingkungan.
4. Rotasi varietas dengan latar belakang genetik berbeda dan gen ketahanan terhadap hama/penyakit yang berbeda, diterapkan secara konsisten setiap musim.
5. Penanaman banyak varietas dengan kandungan genotipe beragam dalam satu hamparan, dengan umur panen yang relatif seragam.
6. Penanaman varietas unggul populer tidak boleh lebih dari lima tahun, untuk mencegah terjadinya *directional-selection* terhadap biotipe insekta hama dan strain patogen penyakit.
7. Pelestarian di lingkungan setempat (*on farm conservation*) dalam petak-petak kecil varietas lokal adaptif.
8. Pembentukan sebanyak mungkin varietas unggul bersifat lingkungan spesifik dari program pemuliaan tanaman, pada lembaga penelitian pertanian regional.
9. Menghindarkan adanya sistem anjuran varietas unggul nasional.
10. Mendorong tumbuhnya penangkar benih pedesaan yang memproduksi/menyediakan benih berbeda untuk masing-masing desa.
11. Mengubah aturan sertifikasi benih untuk tidak terlalu menekankan pada kemurnian genetik sebagai persyaratannya.
12. Menanam banyak spesies tanaman pada lahan usahatani, baik sebagai tumpangsari, penguat pematang, atau pagar hidup (*hedgerows*).

Konsep agrobiodiversitas juga menganjurkan dikurangnya penggunaan pestisida untuk lebih mengutamakan perlindungan tanaman atas dasar keseim-

bangun ekologis. Pemanfaatan bahan organik untuk pemeliharaan kesuburan tanah dan untuk peningkatan populasi mikroba tanah juga dianjurkan.

Agroekoteknologi merupakan paradigma baru dalam usahatani (Sumarno dan Suyanto, 1998), yang dijabarkan menjadi delapan tindakan, yaitu:

1. Sistem produksi usahatani sekaligus sebagai sistem konservasi dan peningkatan mutu sumber daya alam pertanian (SDAP).
2. Sistem usahatani tidak bersifat eksploitatif terhadap SDAP, tetapi merupakan siklus yang dapat mencapai keseimbangan ekosistem.
3. Penerapan sistem Pengelolaan Tanaman Terpadu (PTT).
4. *Budget* keharaan berimbang, antara yang diangkut (panen) dan yang dikembalikan.
5. Penerapan sistem usahatani intensif terpadu (SUIT).
6. Pelestarian dan peningkatan keragaman hayati dalam ekosistem usahatani, baik keragaman genotipe varietas, keragaman antarspesies, maupun keanekaragaman biota mikroba dalam tanah.
7. Penggunaan bahan-bahan inorganik dari luar ekosistem berfungsi sebagai masukan lengkap.
8. Sistem usahatani tidak bertentangan dengan teknologi pertanian modern, yang menekankan efisiensi, produktivitas, mutu hasil dan kelestarian lingkungan.

Walaupun konsep agroekoteknologi lebih merupakan usahatani ekologis, namun penerapan konsep ini sangat mendukung pelestarian plasma nutfah dan keanekaragaman hayati mikro yang terdapat pada ekologi lahan pertanian.

2. Dehomogenasi Varietas

Terpengaruh oleh teori lini murni Johansen awal abad XIX, pemulia tanaman menerapkan teori ini pada pembentukan varietas tanaman menyerbuk sendiri berasal dari galur murni F7 atau F8 yang sangat homogen-homozigot. Galur murni tersebut mempunyai kemantapan sifat-sifat yang diinginkan, namun keragaman genetik tanaman menjadi nol. Keadaan ini terjadi pada tanaman padi yang didominasi varietas IR64 atau kedelai yang didominasi varietas Wilis.

Sumarno dan Anwari (1994) menyarankan dilakukannya dehomogenasi varietas, yakni varietas tanaman perlu memiliki heterogenitas dan keragaman genetik, dalam batas yang secara agronomis dapat diterima. Untuk memperoleh varietas yang heterogenetik, varietas tidak dikembangkan dari galur murni F8 atau generasi lebih lanjut, tetapi dari galur F2 atau F3, yang dimurnikan pada generasi selanjutnya, dengan cara membuang segregat yang tidak diinginkan. Hasilnya merupakan galur heterogenetik asal F3 pada generasi F8, yang menampilkan keseragaman fenotipik, dan keragaman genetik berasal dari tanaman-tanaman segregat-homozigot yang memiliki perbedaan genotipe dalam kapasitas yang kecil.

Cara lain untuk memperoleh varietas heterogenetik adalah dengan pembentukan varietas multilini dan varietas *blending* (campursari). Penggunaan varietas lokal, varietas unggul lama, dan varietas adaptif lokasi spesifik sebagai tetua (*parental*), persilangan banyak tetua (*multiparental crosses*) juga merupakan langkah-langkah mendukung dehomogenasi varietas. Keuntungan dari dehomogenasi varietas dalam penerapan usahatani disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Manfaat dehomogenasi varietas pada aspek stabilitas dan toleransi terhadap cekaman biotik dan abiotik.

Tipe varietas	Kandungan genotipe	Sifat plastisitas	Penyanggaaan terhadap cekaman
Varietas murni (berasal dari F8)	homozigot/homogen	rendah	rendah
Varietas berasal dari F2 atau F3	homozigot/heterogen	lebih tinggi	sedang
Varietas multilini	homozigot/ heterogen	sedang	tinggi
Varietas campursari (<i>blending</i>)	homozigot/heterogen	tinggi	tinggi
Hibrida	heterozigot/homogen	rendah-sedang	rendah-sedang
Sintetik/komposit	heterozigot/heterogen	sedang	sedang
Klonal	heterozigot/homogen	rendah	rendah

Konsep varietas nonhomogen belum populer di Indonesia, terutama bagi pihak petugas sertifikasi benih. Adanya kelainan fenotifik kecil telah dinilai cacat bagi suatu varietas unggul benih bermutu, karena varietas dipersyaratkan memiliki sifat homogen, selain sifat stabil dan memiliki ciri khusus. Pengertian homogen sebenarnya dapat diartikan relatif seragam secara fenotifik alamiah dan secara agronomis dapat diterima.

Apabila konsep heterogenetik-nonhomogen dalam varietas dapat diterima, maka secara intrinsik (*within itself*) varietas memiliki keanekaragaman genetik, dan secara makro dalam hamparan luas memiliki manfaat stabilitas, plastisitas dan daya sangga genetik yang lebih besar terhadap cekaman lingkungan.

3. Pola Tanam Polikultur dan Kebun Koleksi Tanaman Pedesaan

Pola tanam polikultur (terdiri dari banyak spesies) memiliki manfaat ganda yaitu sebagai metode konservasi spesies dan untuk stabilitas sistem produksi usahatani dari ancaman timbulnya biotipe dan strain baru hama penyakit. Penerapan polikultur lebih dimungkinkan pada lahan kering (tegalan), dalam bentuk tumpangsari, rotasi tanaman, tanaman permanen pada galengan dan batas petakan. Usahatani pekarangan atau lahan kawasan pedesaan (lahan kering di luar pekarangan di wilayah pemukiman) merupakan sistem konservasi plasma nutfah secara *in situ* sekunder dan konservasi keanekaragaman hayati tanaman ekonomis, seperti buah-buahan, tanaman kayu bahan bangunan, tanaman obat-obatan, bahan kayu bakar, dan sebagainya.

Sebelum lahan untuk konservasi keanekaragaman hayati model pedesaan ini punah terdesak oleh perluasan perumahan, maka perlu dibangun kebun koleksi tanaman pedesaan di masing-masing desa, menggunakan sebagian "tanah bengkok", yang dapat berfungsi sebagai kebun bibit. Untuk mengatasi terdesaknya varietas lokal tanaman semusim oleh varietas unggul, diperlukan penyelamatan varietas lokal dalam koleksi plasma nutfah nasional yang dikelola oleh tenaga terlatih.

Semakin maju usahatani nampaknya akan semakin menuju kepada usahatani monokultur, satu spesies-satu varietas. Tanaman campuran tumpangsari atau karang kitri, yang sangat populer hingga awal 1970-an, akan menjadi legenda pada masa yang akan datang apabila tidak dilakukan upaya pelestarian dalam bentuk kebun plasma nutfah di pedesaan.

PELESTARIAN PLASMA NUTFAH DAN KERAGAMAN HAYATI

Pengetahuan dan pemahaman serta kesadaran pentingnya pelestarian keragaman hayati sangat perlu diketahui. Plasma nutfah adalah unsur keragaman genotipe dalam satu spesies tanaman, yang merupakan komponen keanekaragaman hayati dan memiliki peran dan fungsi yang sangat besar untuk perbaikan genotipe tanaman. Sebagai ilustrasi, spesies *Oryza sativa* (padi) di Indonesia koleksi plasma nutfahnya mencapai 3500 genotipe. Keanekaragaman varietas atau genotipe tanaman padi di suatu wilayah memiliki fungsi ekobiologis yang serupa dengan keanekaragaman hayati secara umum (Tabel 1).

Padanan istilah plasma nutfah dengan sedikit perbedaan makna adalah: kekayaan genetik, sumber daya genetik, keragaman genetik, *germplasm*, *genetic resources* atau *genetic diversity*. Penyebutan plasma nutfah sebaiknya diikuti oleh nama spesies yang dimaksudkan, misalnya plasma nutfah pisang, plasma nutfah bambu, plasma nutfah cabai, dan seterusnya. Penyebutan kekayaan plasma nutfah tanpa menyebut spesies yang dimaksudkan akan memberikan makna yang tidak jelas atau tanpa arti. Orang awam dan sebagian besar ilmuwan sering mengucapkan "kekayaan plasma nutfah", pada obyek yang dimaksudkan adalah "kekayaan keragaman hayati".

Keragaman hayati adalah ketersediaan dan keanekaragaman spesies (flora, fauna, mikroba), yang terdapat dalam ekosistem. Keragaman hayati merupakan keragaman antarspesies atau kekayaan spesies yang tersedia dalam wilayah ekosistem. Perbedaan dan persamaan antara plasma nutfah dan keragaman hayati ditunjukkan pada Tabel 3.

Tabel 3. Perbedaan dan persamaan plasma nutfah dengan keragaman hayati.

Unsur/ciri	Keragaman hayati	Plasma nutfah
Level keragaman	Antarspesies	Dalam satu spesies
Komponen atau unsur	Semua spesies flora + fauna + mikroba	Varietas, strain, genotipe, satu spesies
Cara konservasi	<i>Ex situ, in situ</i> , alamiah	<i>Ex situ</i> , ruang simpan, <i>cold storage</i> , minikultur (<i>test-tube</i>)
Penggunaan	Terpisah, masing-masing spesies	Masing-masing varietas atau penyilangan antarvarietas
Peminat	Biologis, ekologis	Pemulia, genetisis
Status	Totalitas keragaman spesies	Keragaman genetik dalam satu spesies
Habitat	Alamiah, sekunder	Lingkungan budi daya, alamiah, kebun koleksi

Tabel 4. Kekayaan koleksi plasma nutfah tanaman pangan di Pusat Penelitian Tanaman Pangan.

Spesies tanaman	Jumlah materi koleksi (genotipe) *
Padi (sawah, rawa, gogo, ketan)	3500
Jagung	850
Sorgum	200
Kedelai	900
Kacang tanah	1194
Kacang hijau	1025
Kacang lainnya	180
Ubi kayu	550
Ubi jalar	820
Ubian-ubian lain	150

Sumber: Silitonga *et al.* (1999).

* Genotipe adalah satuan unit koleksi yang dinilai memiliki susunan genotipe khusus, dapat berupa varietas unggul lama, varietas unggul baru, varietas lokal, strain liar, *land races*, galur homozigot dengan sifat khusus, varietas introduksi, mutan, tipe, dan lain-lain.

Koleksi Plasma Nutfah

Plasma nutfah spesies tanaman pangan ekonomis yang telah dikoleksi meliputi padi, jagung, sorgum, kedelai, kacang tanah, kacang hijau, kacang lainnya, ubi kayu, ubi jalar, dan talas-talasan (Tabel 4). Masih cukup banyak spesies tanaman pangan di Indonesia yang plasma nutfahnya belum terkoleksi, seperti umbi-umbian, berbagai spesies leguminosa (koro, benguk, kratok, komak), sagu, millet, jejali, bayam, dan sebagainya.

Pengelolaan plasma nutfah di Balai Penelitian dilakukan terpisah satu sama lain, belum merupakan sistem pengelolaan yang terpadu-terkoordinasi. Dibandingkan dengan negara lainnya, Indonesia masih ketinggalan dalam pengelolaan plasma nutfah. Hampir seluruh negara di dunia memiliki Pusat Pengelolaan Plasma Nutfah Nasional (Sumarno, 1996).

Untuk memajukan pengelolaan plasma nutfah, di Indonesia sudah saatnya dibentuk Pusat Plasma Nutfah Nasional seperti yang terdapat di negara lainnya. Tujuannya adalah untuk mengintegrasikan pengelolaan plasma nutfah yang terpecah, memberlakukan satu kebijakan yang sama, serta pembinaan pengelolaan yang lebih optimal.

Fungsi Pusat Plasma Nutfah Nasional selain pembinaan manajemen juga untuk pelestarian plasma nutfah secara keseluruhan dalam jangka panjang. Balai Penelitian Komoditas masih perlu melakukan pengelolaan *working-collection* untuk memenuhi kebutuhan sumber gen penelitian pemuliaan jangka menengah dan jangka pendek. Pengelolaan koleksi plasma nutfah di tingkat Balai Penelitian dikoordinasi oleh Pusat Plasma Nutfah Nasional. Fungsi lain dari Pusat Plasma Nutfah Nasional adalah sebagai *National Gene Bank* atau *reservoir gen* untuk spesies tertentu secara nasional. Pada tahap selanjutnya, semua varietas lokal maupun unggul, strain liar, varietas introduksi, maupun galur-galur harapan yang telah stabil, klon yang memiliki sifat khusus, genotipe dengan gen khusus, perlu dikonservasi di Bank Gen Nasional untuk keperluan jangka panjang. Dengan demikian, plasma nutfah Indonesia kita dapat terselamatkan dari kepunahan.

Koleksi Spesies Tanaman Pedesaan

Pelestarian semua spesies tanaman tidak mungkin seluruhnya dilakukan oleh instansi pemerintah, baik di Pusat Plasma Nutfah Nasional ataupun Kebun Raya dan Taman Cagar Alam. Masyarakat perlu diajak berpartisipasi dalam pelestarian plasma nutfah dan unsur keanekaragaman hayati. Bentuk partisipasi masyarakat dalam melestarikan keragaman hayati dapat berupa koleksi spesies di pedesaan dan koleksi plasma nutfah unggulan pedesaan.

1. Koleksi Spesies di Pedesaan (KSP) sebagai Komponen Keanekaragaman Hayati (*Village Biodiversity Collection*).

Koleksi tanaman endemik atau tanaman asli wilayah perlu dilakukan dalam bentuk Koleksi Spesies di Pedesaan (KSP) yang dikelola secara permanen pada lahan milik desa. Fungsi koleksi spesies ini selain sebagai unsur pelestarian keanekaragaman hayati, juga sebagai sumber bibit, taman rekreasi, dan edukasi. Pengelolaan koleksi dapat bekerja sama dengan LSM setempat, PKK, Karang Taruna, sekolah atau oleh warga desa secara gotong-royong. Koleksi spesies pedesaan dapat diperluas dan dikembangkan pada tingkat kecamatan, kabupaten, dan propinsi. Berlakunya otonomi daerah dapat mendorong berhasilnya program ini.

2. Koleksi Plasma Nutfah Unggulan Pedesaan (*Village Germplasm Collection*).

Pedesaan sebagai pusat produksi komoditas unggulan (misalnya mangga di Indramayu) ditugaskan membentuk kebun koleksi plasma nutfah pedesaan untuk semua varietas yang ada di wilayah yang bersangkutan. Kebun plasma nutfah desa didaftar di kabupaten dan diharapkan tidak sama komoditasnya di masing-masing desa. Komoditas unggulan masing-masing desa atau kecamatan atau kabupaten harus dijadikan pilihan koleksi plasma nutfahnya.

Kegiatan koleksi plasma nutfah desa dibina oleh Dinas Pertanian, Balai Informasi dan Penyuluhan Pertanian (BIPP), atau Balai Pengkajian Teknologi Pertanian (BPTP) di bawah koordinasi Pusat Plasma Nutfah Nasional. Fungsi koleksi plasma nutfah desa selain untuk konservasi plasma nutfah juga sebagai sumber bibit, menunjang agrowisata dan pendidikan.

Pusat Keragaman Hayati Regional (Regional Biodiversity Centre)

Setiap wilayah memiliki kekhasan tipe agroklimat dan kekayaan keragaman hayati. Untuk pelestarian keanekaragaman hayati di wilayah setempat perlu dibentuk Pusat Keanekaragaman Hayati Regional, yang dikelola oleh Pemerintah Daerah. Pembinaan koleksi keanekaragaman hayati regional dilaku-

kukan oleh Pusat Plasma Nutfah Nasional, Departemen Pertanian, dan LIPI. Terbentuknya koleksi Biodiversitas Regional akan dapat menjamin kelestarian spesies tanaman di masing-masing agroekologi. Hal yang sama juga dapat dilakukan untuk komoditas ikan, ternak, hewan, dan mikroba.

Koleksi "Spesies Tanaman" Nasional

Di tingkat nasional telah dilakukan koleksi spesies tanaman seperti yang telah ada di Kebun Raya Botani, Bogor. Model-model lain berupa "Tanaman Spesies" atau *Gene Park* dapat dibangun di ibukota, seperti di Taman Buah Mekarsari. Taman ini sebaiknya dikelola oleh Pemerintah, untuk kesejahteraan warga negara.

Sadar Pelestarian Keanekaragaman Hayati (SPKH)

Tindakan yang paling efektif dalam melestarikan plasma nutfah dan keanekaragaman hayati adalah pendidikan masyarakat untuk meningkatkan kesadaran pentingnya pelestarian sumber daya alam. Oleh karena itu perlu adanya kegiatan penyadaran masyarakat dalam bentuk Gerakan Sadar Pelestarian Keanekaragaman Hayati guna menyediakan bahan pangan, sandang, obat-obatan dan papan bagi generasi mendatang.

KESIMPULAN DAN SARAN

1. Usaha pertanian modern secara tidak sengaja telah memiskinkan kekayaan plasma nutfah, keanekaragaman hayati, dan pengurangan keanekaragaman spesies.
2. Upaya penyesuaian pertanian modern dengan pelestarian kekayaan plasma nutfah dan keanekaragaman hayati masih dimungkinkan melalui pengkajian genotipe/varietas serta spesies tanaman yang diusahakan.
3. Fungsi keanekaragaman genetik spesies tanaman selain dalam aspek konservasi kekayaan plasma nutfah juga dalam aspek perlindungan tanaman dari ancaman hama/penyakit, stabilitas populasi strain-biotipe, peningkatan daya saing genetik dan produktivitas tanaman.

4. Keanekaragaman hayati perlu dilestarikan oleh seluruh lapisan masyarakat, dari tingkat pedesaan (Koleksi Spesies Pedesaan), tingkat regional/pro-pinsi dalam bentuk Pusat Koleksi Biodiversitas Regional, sampai kepada tingkat nasional dalam bentuk Kebun Raya, *Gene Park*, dan Taman Tanaman.
5. Perlu dibangun Pusat Plasma Nutfah Nasional yang berfungsi mengkoordinasi pengelolaan plasma nutfah secara nasional, membuat kebijakan pengelolaan plasma nutfah secara terkoordinasi serta membina perawatan/pengelolaan plasma nutfah di daerah dan Balai Penelitian.

DAFTAR PUSTAKA

Direktorat Jenderal Tanaman Pangan dan Hortikultura. 1998. Sebaran penggunaan varietas unggul padi di Indonesia. Departemen Pertanian. Jakarta.

Oka, I.N. dan Bahagiawati, A.H., 1991. Pengendalian hama terpadu. Padi. Buku 3. Puslitbang Tanaman Pangan, Bogor. p. 653-680.

Silitonga, T.S. *et al.* 1999. Pelestarian dan pendayagunaan bank gen tanaman pangan. Laporan Hasil Penelitian Balitbio, Bogor.

Sumarno. 1996. Pemikiran penilaian pengelolaan plasma nutfah dan usulan perbaikannya. Bahan Diskusi. Sarasehan Penyusunan Sistem Konservasi/Pemanfaatan Plasma Nutfah Tanaman Pangan di Bandung. Komisi Nasional Plasma Nutfah.

Sumarno. 1997. Konsep dan paradigma agroekoteknologi. Seminar BPTP Karang Ploso, Malang.

Sumarno dan M. Anwari. 1994. Dehomogenasi varietas untuk stabilitas hasil pertanian. Lokakarya Pemuliaan Tanaman. Dirjen Dikti-Universitas Brawijaya, Malang.

Sumarno dan Suyanto. 1998. Agroekoteknologi sebagai dasar pembangunan sistem usaha pertanian berkelanjutan. Prosiding Analisis Ketersediaan Sumber Daya Pangan dan Pembangunan Pertanian Berkelanjutan. Badan Litbang Pertanian, Jakarta. p. 235-256.

Swaminathan, M.S. 1997. Research for sustainable agricultural development in Asia. Seminar on Agricultural Research & Development, Bangladesh, 24 Feb. 1997.