

## OPTIMALISASI PEMANFAATAN SUMBER DAYA GENETIK PADI MELALUI VALUASI EKONOMI

### *Optimizing Rice Genetic Resources Using Economic Valuation*

Ening Ariningsih

*Pusat Sosial Ekonomi dan Kebijakan Pertanian  
Jln. A. Yani No. 70, Bogor 16161  
E-mail: ening.ariningsih@yahoo.com*

Naskah diterima: 10 Mei 2015; direvisi: 20 Juli 2015; disetujui terbit: 16 September 2015

#### ABSTRACT

Indonesia has potency of widely diverse genetic resources of rice useful to assembly the new varieties. This study aimed to analyze (1) diversity of genetic resources and their utilization in the assembly of rice varieties; (2) importance of preserving the diversity of rice genetic resources; (3) a conceptual overview of economic valuation of genetic resources of rice; and (4) economic value of genetic resources of rice. This paper is a literature review related to genetic resources and economic valuation of rice. The results show that the economic valuation of genetic resources of rice necessary to do in order to become a reference for breeders of rice in assembling new varieties of rice in accordance with preferences of rice farmers and consumers, so that the new varieties of rice produced to be widely adopted and provide economic impact on communities. In addition, in the conditions of limited conservation budgets, economic valuation can be used to better focus efforts to manage genetic resources that are considered to provide greater economic benefits. The management of genetic resources could be done through exploration, conservation, characterization and evaluation, documentation, as well as the exchange of material and information between research institutions from home and abroad.

**Keywords:** *rice, genetic resource, economic valuation, improved variety*

#### ABSTRAK

Indonesia merupakan negara yang memiliki potensi sumber daya genetik padi yang sangat beragam yang dapat dimanfaatkan dalam perakitan varietas unggul baru padi. Tulisan ini bertujuan untuk melakukan kajian mengenai (1) keanekaragaman sumber daya genetik padi dan pemanfaatannya dalam perakitan varietas unggul; (2) pentingnya pelestarian keanekaragaman sumber daya genetik padi; (3) tinjauan konseptual valuasi ekonomi sumber daya genetik padi; dan (4) nilai ekonomi sumber daya genetik padi. Tulisan ini merupakan *review* dari berbagai literatur terkait dengan sumber daya genetik padi dan valuasi ekonomi, khususnya valuasi ekonomi sumber daya genetik padi. Hasil kajian menunjukkan bahwa valuasi ekonomi sumber daya genetik padi penting untuk dilakukan supaya dapat menjadi acuan bagi para pemulia padi dalam merakit varietas unggul baru padi yang sesuai dengan preferensi petani padi maupun konsumen beras, sehingga varietas unggul baru padi yang dihasilkan dapat diadopsi secara luas dan memberikan dampak ekonomi yang besar bagi masyarakat. Di samping itu, dalam kondisi anggaran konservasi yang terbatas, valuasi ekonomi dapat digunakan untuk lebih memfokuskan upaya pengelolaan sumber daya genetik yang dinilai memberikan manfaat ekonomi lebih besar. Pengelolaan sumber daya genetik tersebut dilakukan dengan eksplorasi, konservasi, karakterisasi dan evaluasi, dokumentasi, serta pertukaran material dan informasi antara lembaga penelitian dari dalam dan luar negeri.

**Kata kunci:** *padi, sumber daya genetik, valuasi ekonomi, varietas unggul*

#### PENDAHULUAN

Indonesia dikenal sebagai negara yang memiliki potensi sumber daya genetik padi yang sangat beragam. Lebih dari 17 ribu sumber daya genetik padi dimiliki Indonesia, di mana sekitar 10 ribu di antaranya telah dikoleksi dan disimpan dengan baik. Sekitar 3.500 aksesori telah dikarakterisasi dan

digunakan sebagai sumber gen atau tetua dalam perakitan varietas unggul padi, baik di dalam maupun luar negeri (Las *et al.*, 2004). Tingginya tingkat keanekaragaman sumber daya genetik tersebut telah memberikan peluang untuk mendapatkan manfaat yang tinggi pula. Dengan tingginya keanekaragaman sumber daya genetik, maka terbuka peluang yang besar pula bagi upaya mencari dan

memanfaatkan sumber-sumber gen penting yang ada untuk program pemuliaan. Oleh karena itu, tingginya keanekaragaman sumber daya genetik memiliki aspek yang sangat penting untuk dipertahankan (Kurniawan, 2015).

Pemanfaatan sumber daya genetik dalam program pemuliaan yang sangat intensif telah dilakukan pada tanaman padi. Hal ini terlihat dari jumlah varietas unggul yang telah dihasilkan. Hingga saat ini sebanyak 183 varietas padi unggul sudah dilepas (PPVT, 2014), 120 di antaranya dilepas oleh BB Biogen (BB Biogen, 2010). Beberapa varietas padi Indonesia telah dimanfaatkan dalam program pemuliaan padi internasional, di antaranya varietas Peta yang digunakan dalam pengembangan varietas padi IR8. Beberapa ras lokal (*landraces*) *japonica* dari Indonesia, yang memiliki karakter malai besar, daun besar, sistem perakaran kuat, batang tebal, dan sedikit anakan tidak produktif telah digunakan dalam program pemuliaan internasional. Kultivar-kultivar *indica* populer di antaranya Swarna, BR11, PSBRc18, dan Ciherang (LIPI, 2014).

Akan tetapi, diseminasi varietas unggul yang mempunyai potensi hasil yang tinggi (*high-yielding variety*) menimbulkan kekhawatiran akan potensi erosi keanekaragaman sumber daya genetik tanaman karena berpotensi menginduksi keseragaman genetik (Kontoleon *et al.*, 2009a), sehingga terjadi *trade-off* antara *hasil* dalam pembangunan pertanian dengan *kehilangan* dalam konservasi keanekaragaman hayati-pertanian, *vice versa*, akibat kebijakan pertanian yang ditetapkan pemerintah. Menurut de Ponti (2004), banyak varietas telah ditinggalkan akibat insentif kebijakan yang berkonsekuensi keputusan petani untuk meningkatkan kesejahteraannya dengan jalan mengganti varietas lokal dengan varietas unggul yang diintroduksi oleh pemerintah. Nafisah *et al.* (2006), Daradjat *et al.* (2009), dan Zulkha (2014) menunjukkan bahwa dengan berlangsungnya proses intensifikasi budi daya padi, sejumlah varietas lokal yang tidak unggul dalam aspek produktivitas, sering kalah bersaing dan tergeser oleh varietas-varietas modern yang potensi hasilnya tinggi, sehingga pada daerah-daerah tertentu keberadaan varietas lokal sudah hampir punah.

Berbeda dengan sumber daya lain seperti tanah dan air, kehilangan sumber daya genetik dan dampaknya terhadap ekonomi nasional tidak terlihat dan kurang segera, namun bersifat kumulatif. Hal tersebut berakibat

kurangnya pemahaman pembuat kebijakan akan peranan keanekaragaman sumber daya genetik bagi pembangunan pertanian berkelanjutan. Oleh karena itu, dengan anggaran yang terbatas, valuasi konservasi keanekaragaman hayati-pertanian, dalam kasus ini sumber daya genetik padi, merupakan agenda penting yang harus dilakukan. Demikian pula, valuasi ekonomi sumber daya genetik padi sangat penting untuk dilakukan supaya dapat menjadi acuan bagi para pemulia padi dalam merakit varietas unggul baru padi yang sesuai dengan preferensi petani padi maupun konsumen beras.

Berdasarkan latar belakang tersebut, tulisan ini secara umum bertujuan untuk melakukan kajian mengenai valuasi ekonomi sumber daya genetik padi. Secara rinci tulisan ini bertujuan untuk melakukan kajian mengenai (1) keanekaragaman sumber daya genetik padi dan pemanfaatannya dalam perakitan varietas unggul; (2) pentingnya pelestarian keanekaragaman sumber daya genetik padi; (3) tinjauan konseptual valuasi ekonomi sumber daya genetik padi; dan (4) nilai ekonomi sumber daya genetik padi. Tulisan ini merupakan *review* dari berbagai literatur terkait dengan sumber daya genetik padi dan valuasi ekonomi, khususnya valuasi ekonomi sumber daya genetik padi.

## KEANEKARAGAMAN SUMBER DAYA GENETIK PADI DAN PEMANFAATANNYA DALAM PERAKITAN VARIETAS UNGGUL

### Keanekaragaman Sumber Daya Genetik Padi

Padi merupakan makanan pokok bagi sekitar 3 miliar penduduk dunia, terutama di Asia. Indonesia merupakan negara produsen padi ketiga setelah Cina dan India, dengan produksi 71,28 juta ton pada tahun 2013 (atau sekitar 9,62% dari produksi dunia sebesar 740,90 juta ton), ditanam di areal seluas 13,83 juta ha dengan produktivitas rata-rata sekitar 5,15 ton/ha (FAOStat, 2015).

Pusat asal (*center of origin*) tanaman padi ada dua, yaitu (1) padi Asia (*Oryza sativa* L) berasal dari Asia tropis dan subtropis; dan (2) padi Afrika (*Oryza glaberrima* L) berasal dari Afrika Barat. Bukti-bukti molekuler menunjukkan bahwa padi Asia berasal dari Cina (Molina *et al.*, 2011 dalam LIPI, 2014). Spesies padi yang dibudidayakan di negara penghasil padi termasuk Indonesia adalah jenis *Oryza sativa* L (Las *et al.*, 2004).

Semula, species *Oryza sativa* dikenal dengan dua subpopulasi, yaitu *japonica* dan *indica*. Kultivar-kultivar dari *indica* ditanam di Cina bagian selatan, Asia Tenggara, dan Asia Selatan, yang menghasilkan 70% padi dari seluruh dunia; sedangkan kultivar-kultivar *japonica* ditanam terutama di Asia Timur (Zhao *et al.*, 2011 dan Huang *et al.*, 2012 dalam LIPI, 2014). Berdasarkan karakterisasi morfologi dan molekuler, saat ini *Oryza sativa* terbagi ke dalam lima subpopulasi, yaitu *indica*, *aus*, *tropical japonica*, *temperate japonica*, dan *aromatic/basmati*. Menurut LIPI (2014) ras lokal yang ada di Indonesia terdiri atas 68% *indica* dan 32% *tropical japonica*. Diperkirakan di Indonesia terdapat sembilan spesies liar dari genus *Oryza*. Menurut Las *et al.* (2004), dalam perkembangannya spesies *Oryza sativa* berevolusi menjadi tiga ras ekografik, yaitu *indica*, *japonica*, dan *javanica*.

Koleksi sumber daya genetik padi di dunia mencapai sekitar 420 ribu aksesori; sebanyak 11.520 varietas padi lokal belum terkarakterisasi dan terevaluasi, serta masih sekitar 11.575 varietas belum dimanfaatkan dengan optimal dalam kegiatan pemuliaan tanaman (FAO, 1997). Sementara, menurut *National Bio Resource Project: Rice (NBRP-Rice)* (2014), terdapat 1.725 galur liar padi, 11.089 galur mutan, dan 8.818 galur lainnya. Pada *International Rice Genebank* di International Rice Research Institute (IRRI), yang merupakan tempat penyimpanan keanekaragaman genetik padi terbesar di dunia, tersimpan sekitar 124 ribu jenis padi yang berbeda dari seluruh dunia, termasuk varietas tradisional dan modern, dan kerabat liar padi (IRRI, 2015). Koleksi sumber daya genetik padi (*Oryza sativa*) di Indonesia diperkirakan berjumlah 6.184 aksesori: 2.068 aksesori di BB Padi (KNSDG, 2014) dan 4.116 aksesori di BB Biogen (Kurniawan, 2015). Selain itu, di bank gen BB Biogen juga tersimpan 94 aksesori padi liar (*Oryza spp.*). Aksesori menurut Singh (2004) adalah plasma nutfah murni yang tumbuh secara liar ataupun hasil keturunan persilangan yang harus diketahui sifat-sifatnya.

#### **Pemanfaatan Keanekaragaman Sumber Daya Genetik Padi dalam Perakitan Varietas Unggul**

Tingginya tingkat keanekaragaman sumber daya genetik padi di Indonesia dapat dimanfaatkan dalam perakitan berbagai varietas padi unggul dalam menjawab tantangan

kebutuhan beras yang makin meningkat seiring dengan makin meningkatnya penduduk Indonesia. Pemanfaatan ilmu pengetahuan dan teknologi (iptek) pemuliaan termasuk bioteknologi memungkinkan untuk mengaktualisasikan potensi sumber daya genetik tersebut menjadi varietas dengan berbagai keunggulan, termasuk daya hasil tinggi, tahan terhadap hama dan penyakit, maupun cekaman lingkungan seperti rendaman, kekeringan, naungan, Fe, Al dan sebagainya. Paradigma ini sejalan dengan konsepsi Revolusi Hijau Lestari (*Evergreen Revolution*) yang digagas oleh Food and Agriculture Organization dalam Pertemuan Puncak Pangan se-Dunia di Roma tahun 1996 (Las *et al.*, 2004).

Dalam perakitan varietas unggul di Indonesia, sumber daya genetik yang digunakan adalah tipe *indica*. Menurut Las *et al.* (2004), salah satu kelemahan tipe ini adalah terbatasnya kemampuan genetik untuk berproduksi lebih tinggi. Beberapa *gene pool* dari *javanica* dan *japonica* memiliki sifat yang lebih baik, namun dalam perakitan varietas masih memerlukan identifikasi dan karakterisasi serta analisis genetik, terutama padi hibrida yang memerlukan galur mandul jantan steril. Tipe *japonica* jarang digunakan karena persilangan antara tipe *indica* dan *japonica* seringkali menghasilkan turunan (F1) yang sebagian steril, bahkan steril, sehingga memerlukan penanganan khusus (*embryo rescue*). Selain itu, padi tipe *japonica* hampir tidak ada yang memiliki gen ketahanan terhadap hama dan penyakit utama daerah tropis.

Pemanfaatan sumber daya genetik tanaman, termasuk padi, dilakukan melalui karakterisasi dan evaluasi keanekaragaman genetik, perbaikan genetik/pemuliaan dan perluasan dasar genetik, serta pemanfaatan kerabat liarnya. Kegiatan karakterisasi dan evaluasi memiliki arti dan peran penting yang akan menentukan nilai guna dari materi sumber daya genetik yang bersangkutan. Kegiatan karakterisasi dan evaluasi dilakukan secara bertahap dan sistematis dalam rangka mempermudah upaya pemanfaatan sumber daya genetik. Kegiatan tersebut menghasilkan sumber-sumber gen dari sifat-sifat potensial yang siap untuk digunakan dalam program pemuliaan. Karakter-karakter penting sumber daya genetik padi dalam bank gen tanaman pangan BB Biogen yang telah berhasil dievaluasi dan dikarakterisasi disajikan pada Tabel 1. Adapun karakter-karakter penting sumber daya genetik padi liar yang tersimpan

Tabel 1. Karakter penting sumber daya genetik padi pada Bank Gen Tanaman Pangan BB Biogen yang telah berhasil dievaluasi dan dikarakterisasi

Karakter penting	Varietas/galur
Malai panjang (>25 cm)	Mujar, Siak, Simpor, Arai Pinang, Krowal, Kedok, Kencana Baliman, Mutiara, Golek, Srikandi, Segon Mega, gandaria, Molog Bonar, Pandan Wangi, Jalentero A, Jalentero B, Gunawan, Langari, Gama a, Gama b, Gama c, Sintung, Padi Pejet, Kartu, Siung Amis, Cingir Putri, Pare Sereh, Pare Dakka, Beunteur, Langbour, P. Senluang, Ketan Putri, Ketan Bodas
Biji besar (>30 g/1.000 biji)	Langari, Sirung Amis, Pare, Dakka, ketan Bodas, Padi Pejet, Beunteur
Biji/malai banyak (>250 biji)	Molog Bonar, Pare Sereh
Tahan hawar daun bakteri	Kuning, Si Jambi, Si Rogi II, Gempa Kunci, Selak, Atun, Pae Tinaloa
Tahan blas daun	Sigadis, Matung, Siderep, Kuning, Batara, Sengkumang, Selak, Revolusi, Mandi b, Lemo, Raden Intan, Manglar, Bengawan, Deli (Reg.5755b), Deli (Reg. 6284). Mujair Putih, Ketan Kunir, Ketan Lumbu, Cempo Putih, Ganefo, Harum, Banjar Rodok, Banja Durian, Radin Putih, Makmur, Panci Putih, Samuntai, Bodi, Cere Putih, Merak Petani
Tahan blas leher	Sigadis, Matung, Sengkumang, Selak, Revolusi, Mandi b, Lemo (Reg. 5755b), Deli (Reg.5755b), Deli (Reg. 6284). Mujair Putih, Ketan Kunir, Ketan Lumbu, Cempo Putih, Ganefo, Harum, Banjar Rodok, Banja Durian, Radin Putih, Makmur, Panci Putih, Samuntai, Bodi, Cere Putih, Merak Petani, Bandang Sikere
Toleran lahan masam podsolik merah kuning (Tamanbogo)	IR3941-40-2-1, IR5906-2, K41-25-1, K46-15-8-2-1, LL84, Kencana, Hawara Bunar, Gama318, Kn1b-361-Blk-13-6, IR5866, IR5867, IR5868, C12, C22, C46-15/IR22, C46-15/IR24, C122-94, B995d-Si-89-1, B1137d-Si-77-2, IR442-2-58, IR2035-349-2, IR2042-178-1, IR2071-588-6, IR2071-625-6, IR2071-887, IR2734-F3B-20-1, IR2735-F3B-35-12, IR3273-P273-3, Kn144, B529c-Md-3-6, ARC7001
Toleran kekeringan	B955d-Si-75-2, B1137d-Si-77-2, Kencana, Kn144, ARC6065, Brown Gora, IET 1444, Hawara Bunar (Reg. 19285), Mujair, G11b-Si-141-2, B9c-Md-3-3, Si Jongkong, Si Angkot, Si Latihan, Si Pendek, Bendang Lamek, Sikaro-karo, Ampera, Condong, Guarani, Centro America
Toleran keracunan besi	Pranum, Merah, Kencana Putih, Cangkara, Indel, Rojolele (Reg. 7823), Balaplele, Umbangkara, Karundeng, Setibu Halus, Langkara, Palihara, Sitopas, Rantai Ubi, Kari, Sidawat, Padi Kuda, Kalinci, IR1552, Mentik.
Toleran keracunan aluminium	Randah Sanra, KuningSamaso, Bindang Jambi, Rangong, Arias Kasar, Kedok Melati, Baliman Putih, Melot, Rijal, Mendalet, Si Pulau, Pae Gudo, Hawara Jambe, Wilis, Tumpang Karyo/Gross, Tumpang Karyo/PB5, Nandi, Sri Kuning, BakkaKleno, Si Komaran, Sentul, Jambu Pidle, Gande, Halok, Creret, Parab, Pare Sintung
Kadar amilosa rendah	Relly, Merdeka, Ase Pute, Lapang, Pirukat, Ciringkik, Debrot, Fajar, Mancrit, PB5 Nganjuk, Cere Mangga, Bulu Sabit, Salam, Sampang, Soewiri, Cere Putih, Bulu Jadi, Kapal, Aceh, Menur, Tongseng, Si Menlutut, Gayot, Angkong, Tiga Dara, Mataram I, Ketan Mas

Sumber: BB Biogen (2010)

dalam bank gen tanaman pangan BB Biogen yang telah berhasil dievaluasi dan dikarakterisasi disajikan pada Tabel 2.

### Perkembangan Teknologi Perakitan Varietas Unggul Padi

Daradjat *et al.* (2009) menunjukkan bahwa perubahan tipe tanaman padi

berlangsung secara alami sejalan dengan meningkatnya perkembangan ilmu dan teknologi, serta permintaan petani terhadap varietas berdaya hasil tinggi. Hal tersebut menyebabkan di lapangan terjadi pergeseran jenis varietas padi yang ditanam petani, dari tipe padi lokal sebelum tahun 1970-an yang berbatang tinggi, anakan sedikit, malai panjang, sampai ke tipe padi modern yang beranak

Tabel 2. Karakter penting sumber daya genetik padi pada Bank Gen Tanaman Pangan BB Biogen yang telah berhasil dievaluasi dan dikarakterisasi

Karakter penting	Varietas/galur
Toleran kekeringan, tungro	<i>Oryza nivara</i>
Toleran keracunan aluminium	<i>Oryza rufipogon</i>
Toleran kekeringan, hawar daun bakteri	<i>Oryza glaberrima</i>
Toleran hawar daun bakteri	<i>Oryza longistaminata</i>
Toleran kekeringan	<i>Oryza meridionalis</i> , <i>O. eichingeri</i>
Toleran hawar daun bakteri, wereng coklat	<i>Oryza minuta</i> , <i>O. officinalis</i> , <i>O. punctata</i>
Toleran wereng coklat	<i>Oryza latifolia</i>
Toleran hama penggerek	<i>Oryza alta</i> , <i>O. ridleyi</i>
Toleran naungan	<i>Oryza longiglumis</i> , <i>O. meyeriana</i> , <i>O. granulata</i>

Sumber: BB Biogen (2010)

banyak, berbatang pendek, daun tegak, dan responsif terhadap pemupukan.

Sementara itu, Las *et al.* (2004) secara umum memilah perkembangan teknologi perakitan varietas unggul padi di Indonesia dalam tiga periode, yaitu era sebelum tahun 1970-an, era tahun 1970-an hingga sebelum swasembada beras (pra-IR64), dan era pascaswasembada beras (era IR64).

#### **Era Sebelum Tahun 1970-an**

Perakitan varietas unggul padi melalui persilangan di Indonesia dimulai tahun 1920-an dengan memanfaatkan lungkang gen (*gene pool*) yang dibentuk melalui introduksi tanaman (Harahap *et al.*, 1972 dalam Las *et al.*, 2004). Hingga tahun 1960-an, pemuliaan padi diarahkan pada pembentukan varietas untuk lahan tadah hujan yang kurang subur atau varietas yang kurang responsif terhadap pemupukan.

Varietas padi hasil persilangan di dalam negeri yang pertama kali dilepas pada tahun 1943 adalah varietas Bengawan. Varietas ini memiliki latar belakang genetik hasil perbaikan dari varietas Cina yang berasal dari Cina, Latisail dari India, dan Benong dari Indonesia (Hardgrove *et al.*, 1979 dalam Las *et al.*, 2004). Varietas Bengawan berumur 140–155 hari setelah sebar (HSS), tinggi tanaman 145–165 cm, memiliki rasa nasi enak (Daradjat *et al.*, 2001 dalam Las *et al.*, 2004), dengan daya hasil 3,5–4,0 ton/ha. Contoh padi tipe Bengawan adalah varietas Bengawan (dilepas tahun 1943), Sigadis (1953), Remaja (1954), Jelita (1955), Dara (1960), Sinta (1963), Dewi Tara (1964), Arimbi (1965), Bathara (1965), dan

Dewi Ratih (1969) (Harahap *et al.*, 1972 dalam Las *et al.*, 2004).

#### **Era Tahun 1970-an Hingga Sebelum Swasembada Beras (Pra-IR64)**

Selain untuk meningkatkan potensi hasil, program pemuliaan pada era ini juga diarahkan untuk memperbaiki rasa nasi. Dua varietas introduksi yang dilepas sebelumnya, yaitu PB8 atau IR8 (tahun 1967) dan PB5 atau IR5 (tahun 1968) dengan potensi hasil 4,5–5,5 ton/ha digunakan sebagai sumber gen untuk memperbaiki sifat-sifat varietas unggul yang sudah ada. Kedua varietas tersebut merupakan hasil pemuliaan IRRI yang dikembangkan melalui reorientasi program pemuliaan padi sebagai salah satu strategi dalam Revolusi Hijau I. Varietas tersebut memiliki daun tegak dengan kemampuan menangkap cahaya yang lebih besar sehingga mempunyai keunggulan dalam laju fotosintesis. Hal ini membuat tanaman mampu menyediakan energi untuk tumbuh dan beranak lebih banyak (Las *et al.*, 2004).

Persilangan antara PB5 dan Sintha menghasilkan varietas Pelita I-1 dan Pelita I-2 yang dilepas tahun 1971. Kedua varietas tersebut memiliki daya hasil yang cukup tinggi dan rasa nasi yang lebih enak dibanding PB5. Namun, karena rentan terhadap wereng cokelat maka kedua varietas tersebut tidak dapat bertahan lama.

Sejak itu program perakitan varietas padi diarahkan tidak hanya untuk meningkatkan produksi dan kualitas hasil, tetapi juga untuk memperbaiki ketahanan terhadap hama dan penyakit utama. Selanjutnya, dirakit dan dikembangkan sejumlah varietas unggul baru

seperti Serayu (1978), Asahan (1978), Brantas (1978), Citarum (1978), Semeru (1980), Cisadane (1980), Cipunagara (1981), Krueng Aceh (1981), Sadang (1983), dan Cikapundung (1984). Di antara varietas unggul tersebut, Cisadane yang tahan terhadap wereng coklat biotipe 1 dan 2 berkembang pesat di kalangan petani dan menjadi kontributor utama dalam swasembada beras tahun 1984. Namun, popularitas Cisadane kemudian menurun tajam sejalan dengan berkembangnya wereng coklat biotipe 3. Untuk mengatasi masalah ini dilakukan introduksi beberapa galur dari IRR1, satu di antaranya dilepas sebagai varietas IR64 yang tahan terhadap wereng coklat biotipe 3 dan rasa nasinya enak (Las *et al.*, 2004)

### **Era Pascaswasembada Beras (Era IR64)**

Dilepas tahun 1986, IR64 berkembang dengan cepat karena disukai oleh sebagian besar petani dan konsumen, terutama karena rasa nasi yang enak, umur genjah, dan hasil yang relatif tinggi. Karakteristik lain dari IR64 adalah umur genjah, postur tanaman pendek sampai sedang dan tegak, posisi daun tegak, jumlah anakan sedang (60–80% produktif), ukuran malai sedang, responsif terhadap pemupukan, dan tahan rebah.

Kelemahannya yang akhir-akhir ini menonjol adalah rentan terhadap penyakit hawar daun bakteri (HDB) dan tungro. Oleh karena itu, program perakitan varietas padi pasca-IR64 diarahkan untuk mempertahankan stabilitas potensi hasil yang tinggi melalui perbaikan ketahanan varietas terhadap penyakit HDB, tungro, wereng coklat, dan toleran cekaman abiotik. Selain itu, untuk meningkatkan penerimaan petani terhadap VUB dilakukan pula perbaikan terhadap mutu beras, termasuk menambah sifat aromatik.

Beberapa varietas yang dilepas setelah IR64 adalah Ciliwung (1989), Way Seputih (1989), Barumun (1991), Memberamo (1995), Way Apoburu (1998), Ciherang (2000), Tukad Unda (2000), Konawe (2001), Mekongga (2004), dan Inpari 1 hingga Inpari 35 (2008–2014). Beberapa varietas padi yang bersifat aromatik adalah varietas Sintanur (2001), Batang Gadis (2001), dan Situ Patenggang (2003)

Upaya meningkatkan potensi hasil juga dilakukan dengan memanfaatkan keunggulan heterosis melalui perakitan varietas padi hibrida. Hingga tahun 2012 lebih dari 50 varietas padi hibrida telah dilepas, sebanyak 17

varietas di antaranya merupakan hasil dari Balai Besar Penelitian Tanaman Padi (Wardana, 2012), seperti Maro (2002), Rokan (2002), Hipa-3 (2004), Hipa-4 (2004), Hipa-5 Ceva (2007), Hipa-6 Jete (2007), dan Hipa-13 (2011).

### **Keragaan Varietas Unggul**

Las *et al.* (2004) melaporkan berbagai hasil penelitian terkait dengan keragaan beberapa varietas unggul padi. Hasil penelitian di Sukamandi (MK 2002-MH 2002/03) menunjukkan bahwa beberapa varietas seperti VUTB Fatmawati, Gilirang, serta padi hibrida Maro dan Rokan memberi hasil 13–24% lebih tinggi daripada IR64 (6,6 ton/ha). Pada petak demonstrasi pada MT 2003 di lahan petani di Takalar, Sulawesi Selatan, varietas Fatmawati, Gilirang, Ciherang, Cigeulis, Cimelati, serta hibrida Maro dan Rokan yang ditanam dengan pendekatan pengelolaan tanaman terpadu (PTT) memberi hasil antara 8–31% lebih tinggi dibanding Ciliwung (6,8 ton/ha) yang populer di kalangan petani setempat.

Pada MT 2002–2003 VUB yang ditanam dengan pendekatan PTT memberi hasil 9,8–34,35 lebih tinggi dibanding VUB yang sama ditanam secara non-PTT. Dari pengkajian, varietas Ciherang, Way Apoburu, Memberamo, Bondoyudo, Tukad Belian, Gilirang, Fatmawati, Rokan, Maro, Sintanur, Code, Batang Gadis, dan Towuti mampu memberikan hasil antara 5–33% lebih tinggi daripada IR64 dengan produktivitas 6,8 ton/ha.

Penurunan popularitas IR64 erat kaitannya dengan produktivitas, ketahanan terhadap hama penyakit, dan rasa/mutu. Varietas IR64 kurang tahan terhadap penyakit hawar daun bakteri (HDB) dan tungro. Selama enam musim tanam (MH 1999/2000–MK 2002) di Subang, hasil varietas Ciherang berkisar 5,6–6,1 ton/ha dengan rata-rata 5,78 ton/ha atau 13% lebih tinggi dari IR64 yang produktivitasnya 4,1–5,6 ton/ha (rata-rata 5,11 ton/ha). Hasil VUB lain (Memberamo, Singkil, Sintanur, Way Apoburu, dan Ciliwung) berkisar 5,21–5,51 ton/ha dengan rata-rata 5,36 ton/ha. Selain itu, terdapat beberapa VUB yang luas areal tanamnya lebih sempit tetapi besar artinya secara teknis dan sosial ekonomis. Varietas Tukad Balian, Tukad Petanu, dan Tukad Unda, misalnya, meskipun tidak sepopuler IR64 penanamannya mempunyai dampak penting dalam menekan wabah penyakit tungro di Bali dan NTB, yang

sebelumnya merupakan daerah endemis penyakit tersebut.

Hasil kajian Satoto *et al.* (2009) menunjukkan bahwa padi hibrida mempunyai potensi hasil yang lebih tinggi dibandingkan varietas padi inbrida jika menerapkan teknik budi daya yang sesuai. Dalam demonstrasi penerapan teknologi PTT yang dilakukan di 28 kabupaten, varietas hibrida (Maro dan Rokan) menunjukkan rata-rata hasil 9,05 dan 8,87 ton/ha, sementara varietas Fatmawati sebesar 8,35 ton/ha. Padahal, varietas inbrida menunjukkan rata-rata hasil kurang dari 8 ton/ha. Hasil kajian lainnya yang dilakukan Samaullah *et al.* (2006) pada varietas Maro dan Rokan di beberapa lokasi pengembangan menunjukkan bahwa kedua varietas ini mampu memberikan hasil 10–30% lebih tinggi dibandingkan inbrida (IR64). Dengan meningkatnya produktivitas, keuntungan usaha tani padi hibrida juga lebih tinggi 14–16% dibanding inbrida.

Walaupun produktivitas padi hibrida lebih tinggi dibandingkan produktivitas padi inbrida, sampai saat ini varietas hibrida tidak berkembang di masyarakat. Beberapa faktor yang menyebabkan lambatnya pengembangan padi hibrida di Indonesia adalah sebagai berikut: (1) harga benih mahal sehingga memberatkan petani; (2) pengawasan kualitas benih kurang; (3) proses produksi benih padi hibrida rumit, belum bisa dilakukan oleh penangkar lokal; (4) teknis pertanaman padi hibrida rumit dan sangat berbeda dengan cara penanaman padi nonhibrida; (5) rentan terhadap hama dan penyakit; (6) tekstur nasi pera, rasa nasi kurang enak (tidak ada rasanya), tidak ada aroma; (7) pemasarannya lebih sulit; dan (8) Litbang atau lembaga penelitian lainnya belum menangani pengembangan padi hibrida secara serius (Ariningsih *et al.*, 2015).

Mahmud dan Purnomo (2014) membandingkan produksi lima VUB padi, yaitu Mekongga, Sidenuk, Ciherang, Inpari 18, dan Inpari 19 dengan model PTT di lahan sawah irigasi di Desa Kutaraharja, Kecamatan Banyusari, Kabupaten Karawang, Jawa Barat. Hasil penelitian menunjukkan bahwa varietas Mekongga menghasilkan gabah kering giling tertinggi, yaitu 6,82 kg/petak atau 7,58 ton/ha, jauh di atas produksi varietas-varietas yang diuji lainnya yang berkisar dari 6,11 ton/ha (Inpari 19) hingga 6,64 ton/ha, sementara produksi varietas Ciherang hanya 6,44 ton/ha.

## PENTINGNYA PELESTARIAN KEANEKARAGAMAN GENETIK PADI

Manfaat sumber daya genetik dapat diketahui dari penggunaannya secara langsung maupun tidak langsung. Sumber daya genetik padi dimanfaatkan secara langsung untuk memproduksi pangan dan untuk merakit varietas baru. Keuntungan dari penggunaan langsung itu diukur dari peningkatan hasil, peningkatan kualitas, peningkatan resistensi terhadap hama/penyakit atau cekaman lingkungan, dan peningkatan karakter-karakter baik lainnya (Rubenstein *et al.*, 2005). Sumber daya genetik juga bermanfaat secara tidak langsung, yaitu kontribusinya terhadap habitat dan ekosistem sekitarnya (Smale dan Koo, 2003). Walaupun sekarang sumber daya genetik tertentu tidak digunakan, tetapi dengan melestarikannya maka di masa yang akan datang mungkin menjadi penting untuk pangan dan pertanian. Dengan demikian, pemanfaatan sumber daya genetik tersebut bisa dilaksanakan jika sumber daya genetik tersebut dilestarikan.

Secara umum ada dua jenis konservasi sumber daya genetik, yaitu *in situ* dan *ex situ*. Konservasi sumber daya genetik secara *in situ* dilaksanakan pada habitat aslinya. Sementara, konservasi *ex situ* bersifat aktif, yaitu dengan cara memindahkan sesuatu jenis ke suatu lingkungan atau tempat pemeliharaan berupa kebun koleksi, penyimpanan benih, kultur jaringan, kultur serbuk sari, atau kultur bagian tanaman lainnya (BB Biogen, 2010). Keuntungan konservasi *in situ* antara lain sumber daya genetik digunakan untuk menghasilkan produk yang bermanfaat, tetapi biayanya ditanggung oleh petani khususnya untuk varietas/galur yang secara turun-temurun dibudidayakan petani. Sementara, konservasi *ex situ* membebankan biaya pada pemerintah pusat (EIB, 2005).

Konservasi *on-farm*, yaitu konservasi di lahan petani, merupakan bagian dari konservasi *in situ*. Sifat konservasi *on-farm* yang dinamis, kapasitasnya untuk memelihara keanekaragaman tanaman dan kearifan lokal yang terkait dengannya, juga peluang untuk menghubungkan konservasi dan pembangunan perdesaan merupakan sifat yang diharapkan dari konservasi *on-farm* (Swaminathan, 2000). Menurut Mendez *et al.* (2007), petani akan berpartisipasi dalam konservasi jika kegiatan ini mendukung mata

pencahariannya. Tantangan yang dihadapi adalah mengembangkan sistem budi daya yang dapat berkompromi antara apa yang baik bagi petani dan apa yang akan bermanfaat bagi keanekaragaman biologis (Perfecto *et al.*, 1996). Akan tetapi, menurut Wale (2011a), karena penggunaan varietas tradisional *on-farm* secara otomatis memelihara sumber daya genetik sekaligus kearifan lokal petani di lokasi tersebut, maka perbedaan antara penggunaan dan konservasi menjadi tidak relevan untuk diterapkan pada konservasi *on-farm*.

Mengapa keanekaragaman genetik padi penting untuk dilestarikan? Menurut Thompson *et al.* (2004), praktik pertanian dengan memanfaatkan hanya beberapa varietas tanaman unggul memang mampu meningkatkan produksi pangan dan produk pertanian secara nyata, namun praktik yang demikian itu dalam jangka panjang akan membuat lingkungan menjadi rapuh terhadap setiap perubahan yang tidak menguntungkan, baik perubahan cuaca maupun hama dan penyakit. Oleh karena itu, keanekaragaman hayati pertanian perlu dijaga dengan cara antara lain menjaga keanekaragaman sumber daya genetik secara *in situ*. Dengan terjaganya keanekaragaman sumber daya genetik secara *in situ* diharapkan akan berkontribusi terhadap terjaganya keseimbangan lingkungan. Keberhasilan dalam menjaga keanekaragaman sumber daya genetik secara *in situ* akan mendorong upaya menjaga keanekaragaman hayati pertanian yang esensial untuk pertanian berkelanjutan, sekarang, dan yang akan datang.

Sejalan dengan pendapat Thompson *et al.* (2004), Nafisah *et al.* (2006) menunjukkan bahwa rendahnya keanekaragaman genetik akan meningkatkan vulnerabilitas padi apabila terjadi wabah hama dan penyakit, yang akan menimbulkan ekonomi yang besar. Vulnerabilitas tersebut makin meningkat dengan adanya praktik budi daya padi dua kali tanam atau lebih dalam setahun. International Rice Research Institute (1995) *dalam* Nafisah *et al.* (2006) menunjukkan bahwa pada MT I tahun 1992–1993, 4 dari 5 varietas populer di Indonesia memiliki bahan genetik dari IRR1. Dari luas areal lima varietas tersebut, luas pertanaman IR36 dan IR64 mencapai 66%. Fenomena tersebut tampaknya berlanjut di masa sekarang, di mana varietas unggul yang ada yang diterima dan ditanam petani memiliki bahan genetik yang hampir sama. Sebagai contoh, varietas Ciherang, Mekongga, Inpari 1,

Inpari 10 Laeya, Inpari 17, dan Inpari 30 sama-sama berbahan genetik IR64.

### TINJAUAN KONSEPTUAL VALUASI EKONOMI SUMBER DAYA GENETIK PADI

Seperti sumber daya alam lainnya, sumber daya genetik juga bersifat langka dan mempunyai nilai bagi masyarakat. Dalam hal ini, nilai didefinisikan sebagai persepsi manusia tentang makna suatu objek bagi individu tertentu pada tempat dan waktu tertentu. Oleh karena itu, akan terjadi keragaman nilai sumber daya genetik berdasarkan pada persepsi dan lokasi masyarakat yang berbeda-beda. Nilai sumber daya genetik sendiri bersumber dari berbagai manfaat yang diperoleh masyarakat. Masyarakat yang menerima manfaat secara langsung akan memiliki persepsi yang positif terhadap nilai sumber daya genetik, dan hal tersebut dapat ditunjukkan dengan tingginya nilai sumber daya genetik tersebut. Hal tersebut mungkin berbeda dengan persepsi masyarakat yang tinggal jauh dari sumber daya genetik itu sendiri dan tidak menerima manfaat secara langsung. Menurut Goschl dan Swanson (1999), penilaian manfaat ekonomi sumber daya genetik juga tergantung pada siapa penerima manfaat ekonomi itu, apakah individual/perusahaan atau masyarakat.

Nilai sumber daya genetik ini dapat diklasifikasi berdasarkan beberapa kelompok. Davis dan Johnson (1987) *dalam* Nurfatriana (2004) mengklasifikasi nilai berdasarkan cara penilaian atau penentuan besar nilai dilakukan: (a) nilai pasar, yaitu nilai yang ditetapkan melalui transaksi pasar; (b) nilai kegunaan, yaitu nilai yang diperoleh dari penggunaan sumber daya tersebut oleh individu tertentu; dan (c) nilai sosial, yaitu nilai yang ditetapkan melalui peraturan, hukum, ataupun perwakilan masyarakat. Sementara, Pearce (1992) *dalam* Munasinghe (1993) membuat klasifikasi nilai manfaat yang menggambarkan nilai ekonomi total berdasarkan cara atau proses manfaat tersebut diperoleh.

Nilai ekonomi total suatu sumber daya genetik dapat dikategorikan menjadi nilai guna dan bukan guna (*use and non-use values*). Nilai guna dapat berupa nilai guna langsung (*direct*) atau tidak langsung (*indirect*). Nilai guna langsung diturunkan dari utilitas yang diperoleh dari produk-produk pangan, serat, dan obat-obatan yang diperoleh dari sumber daya

genetik, yang mencakup nilai-nilai sosiobudaya yang diasosiasikan dengan atribut-atributnya.

Mitchell dan Carson (1989) dalam Freeman III (2004) menyatakan bahwa valuasi ekonomi memiliki dua metode karakteristik. Metode karakteristik yang pertama adalah menggunakan data primer atau data observasi/pengamatan atas pilihan yang dilakukan responden, dan atau jawaban yang berasal dari pertanyaan-pertanyaan langsung seperti “*what would you do if ... ?*” atau “*would you be willing to pay... ?*”. Metode karakteristik yang kedua adalah berasal dari metode secara tidak langsung.

Nilai ekonomi langsung sumber daya genetik yang tersimpan dalam benih padi (varietas hasil pemuliaan atau ras lokal) dapat dihitung dari penggunaan benih dan hasilnya pada usaha tani. Secara sederhana, nilai ekonomi dari benih merupakan hasil kali dari volume benih yang digunakan dengan harga benih (nilai ekonomi kotor) atau laba bersih per unit benih (nilai ekonomi bersih). Nilai ekonomi dari hasil gabah/beras adalah hasil kali dari volume gabah/beras (nilai ekonomi kotor) dengan harga gabah/beras atau laba bersih per unit gabah/beras (nilai ekonomi bersih) yang dihasilkan usaha tani.

Menurut Wale (2008), valuasi sumber daya genetik tidak selalu berarti menetapkan harga (*pricing*) dalam pengertian kardinal, namun sebagai mekanisme pengenalan nilai keanekaragaman sumber daya tersebut dalam masyarakat dan menghitung nilai tersebut jika memungkinkan. Lebih lanjut, Wale (2011a) dan Drucker dan Caracciolo (2012) menunjukkan bahwa secara umum terdapat dua set metode untuk mengatasi isu-isu kebijakan keanekaragaman sumber daya genetik di mana analisis ekonomi bisa berkontribusi, yaitu metode preferensi tersurat (*stated preference methods*) dan metode preferensi tersirat (*revealed preference methods*).

Dalam metode preferensi tersurat, individu (agen ekonomi) diberikan opsi-opsi untuk menyatakan preferensi mereka dengan membuat pilihan dari kisaran alternatif yang didefinisikan, yang mewakili situasi/skenario pasar hipotetis. Valuasi kontingensi (*contingent valuation*); eksperimen pilihan (*choice experiment/modelling*); studi eksplanatori yang berkaitan dengan pandangan, persepsi, dan sikap; dan ranking preferensi atribut varietas merupakan metode-metode analisis yang termasuk dalam metode preferensi tersurat.

Di sisi lain, metode preferensi tersirat mengeksplorasi perilaku keputusan individu-individu dalam dunia nyata dengan mengamati transaksi mereka di pasar. Masuk dalam metode ini adalah perubahan produktivitas, pendekatan sumber daya manusia (*human capital approach*), pendekatan berdasarkan biaya (*cost-based approach*), pendekatan biaya terendah (*least cost approach*), metode biaya perjalanan (*travel cost method*), dan pendekatan harga hedonik (*hedonic price approaches*). Pilihan alat valuasi yang digunakan dalam analisis ditentukan oleh karakteristik kasus dan ketersediaan data.

Metode eksperimen pilihan digunakan Gemessa dan Zander (2011) dalam analisis ekonomi preferensi petani untuk atribut varietas tanaman pangan (sorgum dan *teff*) di Etiopia untuk mendapatkan pemahaman yang lebih baik mengenai tantangan-tantangan manajemen keanekaragaman genetik tanaman pangan yang berkelanjutan. Dalam studi ini, eksperimen pilihan dirancang untuk mendapatkan preferensi petani untuk kisaran atribut varietas diskret (hasil, harga, stabilitas hasil, dan kemampuan beradaptasi terhadap lingkungan) yang diidentifikasi dari informasi yang dikumpulkan melalui pemahaman cepat kondisi perdesaan (*rapid rural appraisal*) dan wawancara informan kunci.

Studi lain yang dilakukan Wale (2011b) menggunakan statistik deskriptif dan analisis logit sederhana untuk menggali persepsi dan pandangan petani di Etiopia terkait penggantian (*replacement*) dan kehilangan (*loss*) varietas tanaman pangan tradisional. Model yang diestimasi digunakan untuk mengidentifikasi karakteristik yang membedakan petani dengan persepsi yang berbeda atas isu-isu kehilangan dan apa artinya bagi rumah tangga masing-masing.

Sementara, studi Kuntanshula *et al.* (2011) menggunakan peringkat (*ranking*) atribut varietas dan analisis regresi untuk menggali preferensi atribut konsumen dan tantangan pedagang yang memengaruhi penggunaan varietas jagung lokal (*gankata*) dan kacang tanah di Lusaka. Tingkat atribut dianalisis menggunakan uji t-berpasangan, sementara analisis regresi dilakukan untuk memahami pengaruh karakteristik kontekstual rumah tangga yang berbeda terhadap kuantitas jagung lokal yang dibeli per minggu.

Pant *et al.* (2011) mengevaluasi sifat-sifat berguna yang berbeda dari berbagai padi

lokal di Nepal menggunakan analisis preferensi atribut. Model harga hedonik (*hedonic pricing*) digunakan dalam mendisagregasi harga yang dibayar oleh konsumen untuk sifat-sifat berguna padi yang berbeda. Model tersebut menangkap kesediaan petani untuk membayar (*willingness to pay/WTP*) dari konsumen untuk setiap sifat varietas padi. Untuk mengestimasi permintaan turunan petani akan benih dengan sifat-sifat berguna yang berbeda, digunakan metode valuasi kontingensi. Sebelumnya, dalam upayanya untuk memperoleh nilai ekonomi dari sifat-sifat (*traits*) padi gogo Dalton (2004) menggunakan model hedonik untuk mengkaji WTP petani untuk padi gogo baru di Afrika Barat dengan mengombinasikan karakteristik produksi dan konsumsi (*non-separable household model specification*). Model hedonik juga digunakan oleh beberapa peneliti lain, seperti Gurung (2013) yang menganalisis persepsi konsumen terhadap beras impor dan domestik dengan menggunakan harga pasar dan sebelas karakteristik beras yang berbeda (warna, benda asing, persen pecah, bentuk, kemudahan memasak, kohesi, rasa, aroma, daya simpan setelah dimasak, dan kapasitas mengembang); Mhlanga (2010) yang menganalisis hubungan antara harga dan atribut beras di Benin; serta Mendis dan Edirisinghe (2013) yang menginkorporasikan hubungan spasial ke dalam model hedonik (*spatial hedonic pricing model*) dalam mengkaji kesediaan membayar petani untuk sifat-sifat padi terkait hasil dan aspek-aspek produksi serta preferensi konsumen.

Konsep pendapatan usaha tani (*farm business income*) sebagai alat untuk analisis ekonomi digunakan Gautam dan Pant (2011) untuk mengukur kesediaan petani Nepal untuk terus menanam varietas padi lokal dalam jangka panjang, dan karenanya berkompetisi dengan varietas unggul dalam hal hasil dan pendapatan. Pendapatan usaha tani dihitung sebagai pendapatan keluarga petani dari tanaman setelah mengurangi biaya pembelian input dari pendapatan kotor total.

## NILAI EKONOMI SUMBER DAYA GENETIK PADI

### Ekonomi dalam Kebijakan Sumber Daya Genetik

Ekonomi keanekaragaman hayati merujuk pada analisis ekonomi prinsip,

penyebab, dan implikasi perubahan dalam keanekaragaman biologis (Kontoleon, 2009b). Hal itu dilakukan dengan mengidentifikasi manfaat sosial dari konservasi keanekaragaman hayati-pertanian (*agro-biodiversity*) dan biaya imbalan sosial (*social opportunity costs*) yang dihasilkan akibat kehilangan keanekaragaman hayati-pertanian (*agro-biodiversity loss*).

Secara umum, tujuan analisis ekonomi (terkait dengan keanekaragaman hayati-pertanian) adalah untuk memahami keterkaitan antara intervensi kebijakan, perubahan secara otonomi (*autonomous changes*), dan bagaimana semua perubahan tersebut memengaruhi preferensi/pendapatan/keputusan petani dan *outcome* keanekaragaman hayati-pertanian. Elemen kritis dari analisis tersebut adalah mengatasi dampak intervensi pembangunan ekonomi dalam konservasi, pengelolaan, dan penggunaan keanekaragaman hayati-pertanian. Untuk mengurangi dampak tersebut, mekanisme bagaimana intervensi pembangunan memengaruhi keputusan petani dalam menggunakan varietas tanaman pangan harus dipahami dan didokumentasikan (Wale *et al.*, 2009).

Ketika seorang petani memutuskan untuk mengadopsi suatu varietas baru dan mengganti varietas lama, hal tersebut merefleksikan pertimbangan petani bahwa varietas baru tersebut memberikan manfaat atau keuntungan bersih (Evenson dan Gollin, 2003). Bagi petani yang lebih komersial atau berorientasi pasar, meninggalkan produksi varietas lokal secara ekonomis rasional apabila penerimaan dari varietas unggul lebih besar. Faktor lain, seperti input dan pelayanan (*services*) bersubsidi (misalnya varietas unggul, pupuk, dan penyuluhan), juga dapat menciptakan insentif untuk menanam varietas eksotik. Subsidi yang diberikan pada varietas unggul, yang tidak mencerminkan biaya imbalan sosial (*social opportunity cost*) usaha tani di mana subsidi tersebut diterapkan, mendistorsi keunggulan komparatif, dan secara artifisial membuat varietas tradisional kurang menguntungkan bagi petani (Pretty, 1995) seraya merusak ekspresi petani terkait preferensi dan prioritasnya (Chambers *et al.*, 1989). Terlebih, profitabilitas pertanian modern merupakan *free-riding outcome* atas petani yang berinvestasi dalam keanekaragaman genetik tersebut (Kontoleon, 2009b). Distorsi kebijakan seperti itu pada akhirnya dapat mengurangi kontribusi petani dalam

memelihara varietas tradisional (Brown *et al.*, 1993).

Analisis ekonomi dapat membantu memahami insentif yang diperlukan petani dalam membuat pilihan antara menanam varietas lokal atau unggul, dan identifikasi intervensi yang kompatibel dengan konservasi dan penggunaan keanekaragaman hayati-pertanian yang berkelanjutan (Drucker dan Anderson, 2004). Analisis tersebut memberikan informasi kepada pembuat kebijakan mengenai *trade-off* yang mungkin terjadi antara pembangunan dan *outcome* keanekaragaman hayati pertanian, sehingga membantu memberikan opsi-opsi kebijakan yang berdampak pada pelestarian keanekaragaman hayati pertanian maupun pengurangan kemiskinan (Wale, 2011a).

### Nilai Ekonomi Sumber Daya Genetik Padi

Rubenstein *et al.* (2005) menunjukkan bahwa nilai guna langsung sumber daya genetik diukur dalam bentuk meningkatnya output, kualitas yang lebih tinggi, daya tahan yang lebih baik terhadap hama, penyakit, dan cekaman lain, dan karakteristik-karakteristik lain yang ditemukan dalam varietas unggul. Manfaat-manfaat tersebut bukan saja diturunkan dari kerabat liar prekursor, namun juga dari upaya-upaya petani yang mendomestikasi tanaman pangan dan mengembangkan ras lokal melalui seleksi yang panjang, kerja kolektor dan bank gen yang merakit dan mengawetkan materi genetik dalam bentuk varietas lokal dan kerabat liar, dan kerja pemulia (*breeders*) yang terus mengembangkan dan menyempurnakan varietas tanaman pangan.

Berbagai studi terkait valuasi ekonomi sumber daya padi telah dilakukan dengan menggunakan berbagai metode. Dalton (2003, 2004) menunjukkan bahwa terdapat empat sifat yang menjelaskan WTP untuk varietas unggul padi gogo baru di Afrika Barat, yaitu umur padi, tinggi tanaman, kemampuan mengembang, dan kelunakan. Di samping itu, hasil studinya tersebut menunjukkan bahwa hasil (*yield*) bukan merupakan peubah penjelas yang signifikan untuk WTP benih padi. Hasil studi tersebut berimplikasi dua hal. *Pertama*, pengembangan dan promosi varietas harus mengikutsertakan karakteristik pascapanen di samping sifat-sifat produksi pada saat menentukan varietas mana untuk dipromosikan pada pelepasan resmi. *Kedua*, karakteristik

produksi nonhasil seperti tinggi dan umur tanaman merupakan faktor yang signifikan dalam nilai varietas baru. Hasil penelitian tersebut memberikan penjelasan alternatif terbatasnya adopsi varietas padi gogo modern di Afrika Barat yang terlalu berfokus pada hasil dan belum mempromosikan varietas-varietas dengan karakteristik nonhasil yang superior terhadap varietas lokal.

Sementara itu, studi Pant *et al.* (2011) menunjukkan bahwa nilai sifat-sifat unik padi lokal di Nepal melebihi biaya konservasinya sehingga estimasi tersebut merupakan justifikasi pentingnya konservasi padi lokal tersebut. Kesimpulan tersebut didasarkan pada penilaian konsumen yang memberikan nilai ekstra masing-masing sebesar NPR (rupee Nepal) 11 triliun/tahun dan NPR2 triliun/tahun untuk sifat aromatik dan rasa padi lokal, di samping kesediaan petani untuk membayar ekstra sekitar NPR1 triliun/tahun untuk benih padi lokal berdaya hasil tinggi yang mempunyai sifat aromatik dan lebih dari ekstra NPR1 triliun/tahun untuk padi lokal tahan penyakit yang sangat cocok untuk dimasak.

Studi Gurung (2013) di Butan menunjukkan bahwa terdapat hubungan antara harga yang dibayar konsumen dan karakteristik beras, dan konsumen menurunkan kepuasan dari karakteristik beras yang mempunyai harga implisit positif maupun negatif. Studi tersebut menemukan bahwa penduduk Butan bersedia membayar dengan harga tinggi untuk beras yang berwarna putih, lebih sedikit campuran benda asing, lebih sedikit beras patah, dan lengket untuk beras impor, sementara untuk beras lokal lebih disukai yang berwarna kemerahan dan mempunyai sifat kohesi yang baik.

Studi Mhlanga (2010) di Benin menunjukkan bahwa konsumen bersedia membayar dengan harga premium untuk ukuran butiran, aroma, warna, keutuhan, dan kebersihan beras, sedangkan faktor sosioekonomi tidak penting dalam pengambilan keputusan konsumen. Studi tersebut juga menunjukkan bahwa varietas-varietas beras domestik maupun impor mempunyai harga implisit positif maupun negatif, yang menekankan pentingnya atribut-atribut terkait kualitas dalam program-program pemuliaan di masa mendatang. Sementara, studi Mendis dan Edirisinghe (2013) di Sri Lanka menemukan bahwa petani mempertimbangkan karakteristik-karakteristik lain selain hasil

seperti persentase benih padi yang hampa, ketahanan terhadap penyakit, dan jenis-jenis padi yang disukai konsumen.

Hasil studi Gautam dan Pant (2011) menunjukkan bahwa dengan menggunakan sumber daya genetik yang dimilikinya, yang mempunyai penggunaan alternatif yang terbatas, petani padi memperoleh beberapa manfaat dan meningkatkan produktivitas padi lokal. Di samping itu, mempertahankan varietas tradisional yang dilakukan oleh petani tradisional juga dapat menjelaskan alasan-alasan ekonomi (*economic rationale*) yang memberikan resonansi dan kelentingan (*resilience*) yang lebih baik bagi keluarga, imunitas terhadap fluktuasi pasar yang lebih besar, dan proteksi terhadap bencana alam.

Studi kasus ini juga menyajikan prospek komersialisasi dan potensi untuk mempromosikan potensi pemasaran padi lokal yang kurang dimanfaatkan dan produknya. Gautam dan Pant (2011) menunjukkan bahwa penduduk lokal merupakan konsumen utama produk padi lokal, meskipun banyak penduduk luar juga mengonsumsinya. Studi tersebut menyarankan untuk meningkatkan nilai tambah varietas-varietas padi lokal tertentu. Dengan meningkatnya profitabilitas perusahaan padi lokal, petani akan mau berpartisipasi dalam memelihara keanekaragaman varietas padi lokal yang memerlukan intervensi kebijakan publik.

Di Indonesia, studi Badan Litbang Pertanian (2004) dalam Adnyana *et al.* (2004) menunjukkan keunggulan produktivitas Ciherang yang telah menggeser popularitas IR64 di Jawa Barat, yang mampu meningkatkan nilai tambah ekonomi usaha tani padi sebesar Rp142 miliar/tahun berdasarkan perhitungan selisih produktivitas dan harga gabah Rp1.200/kg. Di tingkat nasional yang diwakili oleh 12 provinsi penghasil utama padi, varietas Way Apoburu dan VUB lainnya (Ciliwung, Memberamo, Ciherang, dan Widas) pada MT 2002 telah mengurangi proporsi areal tanam IR64 secara signifikan. Keunggulan produktivitas VUB pengganti IR64 di tingkat nasional memberikan nilai tambah ekonomi sebesar Rp1,018 triliun.

Dengan demikian, tingkat adopsi suatu varietas padi sangat bergantung pada preferensi masyarakat daerah tersebut atau pasar padi/beras yang dihasilkan petani di daerah tersebut. Adnyana *et al.* (2004) menyatakan bahwa pilihan dan selera konsumen terhadap beras dapat

dikelompokkan berdasarkan panjang beras, aroma, maupun varietas. Hasil penelitian terkait selera konsumen yang telah dilakukan menunjukkan bahwa masyarakat Jawa umumnya memilih beras dengan rasa nasi pulen serta kandungan amilosa moderat dan tekstur sedang, sedangkan konsumen di Sumatera Utara menyukai beras dengan kandungan amilosa tinggi, tekstur agak keras sampai keras (pera) dan terpisah (Damardjati *et al.*, 1987 dalam Adnyana *et al.*, 2004). Hasil survei Bulog menunjukkan bahwa tenaga kasar, buruh tani, dan buruh bangunan umumnya tidak peduli dengan rasa dan tekstur nasi (pulen atau pera). Mereka menyukai beras yang menghasilkan nasi dengan volume yang mengembang karena dapat menghasilkan energi yang besar untuk mendukung kegiatan yang memerlukan tenaga banyak (Bulog, 1978 dalam Adnyana *et al.*, 2004). Konsumen beras di Jawa mau memberi harga yang lebih tinggi pada beras dengan penampilan yang menarik seperti bening dan mengkilap. Namun, ukuran dan bentuk beras tidak memberikan nilai tambah ekonomi bagi pedagang beras (Unnevehr *et al.*, 1985 dalam Adnyana *et al.*, 2004).

Lebih lanjut disebutkan bahwa beras dari varietas lokal seperti Pandanwangi di Cianjur di Jawa Barat dan Rojolele di Jawa Tengah dan Jawa Timur mampu memperoleh nilai tambah ekonomi yang lebih tinggi bila kualitasnya ditingkatkan dibandingkan dengan beras dari varietas unggul baru (VUB) (Damardjati, 1986 dan Unnevehr, 1986 dalam Adnyana *et al.*, 2004). Hal ini karena beras dari VUB belum mempunyai aroma nasi yang wangi seperti yang dimiliki varietas lokal. Dewasa ini, harga beras aromatik mencapai 1,5 kali lipat dari harga beras VUB, bahkan harga beras impor dari Thailand dengan merk Ayam Jago bisa dua kali lipatnya. Beberapa VUB seperti IR64, Cisadane, dan Pelita yang dilepas tahun 1980-an dan Ciherang yang dilepas tahun 1998 sebenarnya telah mampu mengimbangi karakteristik beras aromatik, namun nilai tambah ekonominya belum mampu menyamai beras lokal atau beras impor dari Thailand.

## PENUTUP

Potensi sumber daya genetik padi yang sangat beragam yang dimiliki Indonesia sangat penting untuk dilestarikan karena mempunyai manfaat yang tinggi dalam perakitan varietas

unggul padi. Oleh karena itu, sumber daya genetik tersebut selayaknya dikelola dengan baik. Pengelolaan sumber daya genetik tersebut dilakukan dengan eksplorasi, konservasi, karakterisasi dan evaluasi, dokumentasi, serta pertukaran material dan informasi antara lembaga penelitian dari dalam dan luar negeri.

Dalam proses perakitan varietas unggul baru padi, valuasi ekonomi sumber daya genetik padi sangat penting untuk dilakukan supaya dapat menjadi acuan bagi para pemulia padi dalam merakit varietas unggul baru padi yang sesuai dengan preferensi petani padi maupun konsumen beras. Dengan demikian, varietas unggul baru padi yang dihasilkan dapat diadopsi secara luas dan memberikan dampak ekonomi yang besar bagi masyarakat. Dalam hal ini, upaya pemuliaan padi seyogianya tidak hanya difokuskan pada varietas unggul padi yang mempunyai potensi hasil yang tinggi, namun juga memperhatikan karakteristik-karakteristik padi lainnya yang disukai petani padi maupun konsumen.

Di samping itu, dalam kondisi anggaran konservasi yang terbatas, valuasi ekonomi dapat digunakan untuk lebih memfokuskan upaya konservasi pada sumber daya genetik yang dinilai memberikan manfaat ekonomi lebih besar. Upaya konservasi keanekaragaman sumber daya genetik perlu dilakukan karena praktik pertanian dengan memanfaatkan hanya beberapa varietas tanaman unggul dalam jangka panjang akan meningkatkan vulnerabilitas padi apabila terjadi wabah hama dan penyakit, yang akan menimbulkan dampak ekonomi yang besar. Walaupun sekarang sumber daya genetik tertentu tidak digunakan, tetapi dengan melestarikannya maka di masa yang akan datang mungkin menjadi penting untuk pangan dan pertanian. Dengan demikian, pemanfaatan sumber daya genetik tersebut bisa dilaksanakan jika sumber daya genetik tersebut dilestarikan.

Untuk mendukung konservasi sumber daya genetik padi, seyogianya Pemerintah Daerah menginventarisasi, melestarikan, dan mengembangkan padi lokal yang ada di wilayahnya masing-masing. Upaya beberapa Pemerintah Daerah untuk melestarikan dan mengembangkan padi lokal yang mempunyai nilai ekonomi yang tinggi, seperti Pandan Wangi, Rojolele, Siam Unus, Kuriak Kusuik, dan sebagainya, patut dihargai dan didorong keberlanjutannya.

## DAFTAR PUSTAKA

- Adnyana, M.O., J.S. Munarso, dan D.S. Damardjati. 2004. Ekonomi kualitas beras dan selera konsumen. hlm. 483–499. Dalam: F. Kasryno, E. Pasandaran, dan A.M. Fagi (eds.). *Ekonomi Padi dan Beras di Indonesia*. Jakarta: Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian.
- Ariningsih, E., P. Simatupang, P. Wardana, M. Suryadi, dan Y.H. Saputra. 2015. *Valuasi Ekonomi Sumber Daya Genetik Pertanian Indonesia: Studi Kasus Padi*. Laporan Kemajuan. Bogor: Pusat Sosial Ekonomi dan Kebijakan Pertanian.
- [BB Biogen] Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Bioteknologi dan Sumberdaya Genetik Pertanian. 2010. *Katalog Data Paspor Plasma Nutfah Tanaman Pangan*. Edisi ke-2. Bogor: Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Bioteknologi dan Sumberdaya Genetik Pertanian.
- Brown, K., D. Pearce, C. Perrings, and T. Swanson. 1993. *Economic and the Conservation of Global Diversity*. Working Paper Number 2. Washington, DC: Global Environmental Facility.
- Chambers, R., A. Pacey, and L. Thrupp (Eds.). 1989. *Farmer First: Farmer Innovation and Agricultural Research*. London: ITDG.
- Dalton, T.J. 2003. A hedonic model of rice traits: Economic values from farmers in West Africa. Contributed paper selected for presentation at the 25th International Conference of Agricultural Economists on Reshaping Agriculture's Contribution to Society, August 16–22, 2003, Durban, South Africa.
- Dalton, T.J. 2004. A household hedonic model of rice traits: economic values from farmers in West Africa. *Agricultural Economics* 31:149–159.
- Daradjat, A.A., S. Silitonga, dan Nafisah. 2009. Ketersediaan plasma nutfah untuk perbaikan varietas padi. hlm. 1–27. Dalam: A.A. Daradjat, A. Setiyono, A.K. Makarim, dan A. Hasanuddin (eds.). *Inovasi Teknologi Produksi Padi*. Subang: Balai Besar Penelitian Tanaman Padi.
- de Ponti, T. 2004. *Combining On-farm PGR Conservation and Rural Development: Clash or Synergy?* MSc Thesis. Wageningen: Wageningen University.
- Drucker, A.G. and F. Caracciolo. 2012. The economic value of plant genetic resources for food and agriculture. p. 11–39. In: N.I. Moeller and C. Stannard (eds). *Identifying*

- Benefit Flows Studies on the Potential Monetary and Nonmonetary Benefits Arising from the International Treaty on Plant Genetic Resources for Food and Agriculture. Rome: Food and Agriculture Organization.
- Drucker, A.G. and S. Anderson. 2004. Economic analysis of animal genetic resources and the use of rural appraisal methods: lessons from Southeast Mexico. *International Journal of Agricultural Sustainability* 2(2):77–97.
- [EIB] Economic Information Bulletin. 2005. Crop genetic resource: an economic appraisal. *Economic Information Bulletin* No. 2, May 2005. 41.p.
- Evenson, R.E. and D. Gollin. 2003. Assessing the impact of the green revolution, 1960–2000. *Science* 300(5620):758–762.
- FaoStat. 2015. Production/crops. <http://faostat3.fao.org/browse/Q/QC/E> (4 April 2015).
- Freeman III, A.M. 2004. *The Measurement of Environmental and Resource Values. Theory and Methods*. Washington, DC: Resources for the Future.
- Gautam, J.C. and K.P. Prasad Pant. 2011. Commercialization and market linkages for promoting the use of local rice varieties: a Nepalese case study. p. 111–124. In: E. Wale, A.G. Drucker, and K.K. Zander (eds.). *The Economics of Managing Crop Diversity On-farm: Case Studies from the Genetic Resources Policy Initiative*. London: Earthscan Ltd.
- Gemessa, S.A. and K.K. Zander. 2011. Economic analysis of Ethiopian farmers' preferences for crop variety attributes: A choice experiment approach. p. 25–44. In: E. Wale, A.G. Drucker, and K.K. Zander (eds.). *The Economics of Managing Crop Diversity On-farm: Case Studies from the Genetic Resources Policy Initiative*. London: Earthscan Ltd.
- Goschl, T. and T. Swanson. 1999. Endogenous Growth and Biodiversity: The Social Value of Genetic Resources for R & D. CSERGE Working Paper GEC 99–11. 28 p.
- Gurung, B. 2013. A hedonic pricing model of rice for Bhutan. *International Journal of Humanities and Management Sciences (IJHMS)* 1(2) (Online). [http://www.isaet.org/images/extra\\_images/P413151.pdf](http://www.isaet.org/images/extra_images/P413151.pdf) (13 Maret 2015).
- [IRRI] International Rice Research Institute. 2015. International rice genebank. <http://irri.org/our-work/research/geneticdiversity/international-rice-genebank> (9 Mei 2015).
- [KNSDGM] Komisi Nasional Sumber Daya Genetik. 2014. Visi dan misi KNSDGM: tujuan pembentukan Komisi Nasional Sumber Daya Genetik. Jakarta: KNSDGM. <http://www.indoplasma.or.id> (3 Maret 2015).
- Kontoleon, A., U. Pascual, and M. Smale (eds.). 2009a. *Agro-Biodiversity Conservation and Economic Development*. London: Routledge.
- Kontoleon, A., U. Pascual, and M. Smale. 2009b. Agro-biodiversity for economic development: what do we know? p. 1–24. In: A. Kontoleon, U. Pascual, and M. Smale (eds.). *Agro-Biodiversity Conservation and Economic Development*. London: Routledge.
- Kuntashula, E., E. Wale, J.C.N. Lungu, and M.T. Daura. 2011. Commercialization and market linkages for promoting the use of local rice varieties. p. 93–110. In: E. Wale, A.G. Drucker, and K.K. Zander (eds.). *The Economics of Managing Crop Diversity On-farm: Case Studies from the Genetic Resources Policy Initiative*. London: Earthscan Ltd.
- Kurniawan, H. 2 Maret 2015. Status koleksi SDG tanaman pangan pada Bank Gen Balitbangtan di BB Biogen. <http://biogen.litbang.pertanian.go.id/index.php/2015/03/status-koleksi-sdg-tanaman-pangan-di-bank-gen-BB-Biogen/> (12 April 2015).
- Las, I., B. Suprihatno, A.A. Daradjat, Suwarno, B. Abdullah, dan Satoto. 2004. Inovasi teknologi varietas unggul padi: perkembangan, arah, dan strategi ke depan. hlm. 375–395. Dalam: F. Kasryno, E. Pasandaran, dan A.M. Fagi (eds.). *Ekonomi Padi dan Beras di Indonesia*. Jakarta: Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian.
- [LIPI] Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia. 2014. *Kekinian Keanekaragaman Hayati Indonesia*. Jakarta: Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia.
- Mahmud, Y. dan S.S. Purnomo. 2014. Keanekaragaman agronomis beberapa varietas unggul baru tanaman padi (*Oryza sativa* L.) pada model Pengelolaan Tanaman Terpadu. *Jurnal Ilmiah Solusi* 1(1):1–10.
- Mendez, V.E., S.R. Giessman, and G.S. Gilbert. 2007. Tree biodiversity in farmer cooperatives of a shade coffee in Western El Salvador. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 119:145–159.
- Mendis, S. and J.C. Edirisinghe. 2013. Willingness to pay for rice traits in Kurunegala and Hambantota Districts: an application of a spatial hedonic pricing model. *The Journal of Agricultural Sciences* 8(1):1–7.
- Mhlanga, S. 2010. *Economic Analysis of Consumer Based Attributes for Rice in Benin*. Canada:

- Department of Agricultural Economics, McGill University.
- Munasinghe, M., 1993. Environmental Economics and Sustainable Development. World Bank Environment Paper No. 3. Washington, DC: World Bank.
- Nafisah, A.A. Daradjat, dan H. Sembiring. 2006. Keragaman genetik padi dan upaya pemanfaatannya dalam mendukung ketahanan pangan nasional. hlm. 63–73. Dalam: Prosiding Lokakarya Nasional Pengelolaan dan Perlindungan Sumber Daya Genetik di Indonesia: Manfaat Ekonomi untuk Mewujudkan Ketahanan Nasional, Bogor, 20 Desember 2006. Bogor: Pusat Penelitian dan Pengembangan Peternakan.
- Nurfatriana, F. 2004. Konsep Nilai Ekonomi Total dan Metode Penilaian Sumber Daya Hutan. Bogor: Pusat Sosial Ekonomi Kehutanan.
- [NBRP–Rice] National Bio–Resource Project–Rice. 2014. *Oryza* species. <http://www.shigen.nig.ac.jp/rice/oryzabase/education/riceInTheWorld;jsessionid=95647C0F6DF429CC3F54AE934C3AD3C1> (4 April 2015).
- Pant, K.P., J.C. Gautam, and E. Wale. 2011. Valuation of rice diversity in Nepal: A trait-based approach. p. 45–64. In: E. Wale, A.G. Drucker, and K.K. Zander (eds.). *The Economics of Managing Crop Diversity On-farm: Case Studies from the Genetic Resources Policy Initiative*. London: Earthscan Ltd.
- Perfecto, I., R.A. Rice, R. Greenberg, and M.E. van der Voort. 1996. Shade coffee: A disappearing refuge for biodiversity. *Bioscience* 46(8):598–608.
- Pretty, J. 1995. *Regenerating Agriculture: Policies and Practice for Sustainability and Self-Reliance*. London: Earthscan Ltd.
- [PPVT] Pusat Perlindungan Varietas Tanaman. 2014. Daftar hasil pemuliaan terdaftar. <http://ppvt.setjen.pertanian.go.id/ppvtp/statis-53.html> (15 Agustus 2014).
- Rubenstein, K.D. P. Heisey, R. Shoemaker, J. Sullivan, and G. Frisvold. 2005. Crop genetic resources: an economic appraisal. *Economic Information Bulletin* Number 2, May 2005. 41 p.
- Samaullah, M.Y., Satoto, Suwarno, dan I. Las. 2006. Status perkembangan padi hibrida di Indonesia. hlm. 329–337. Dalam: *Inovasi Teknologi Menuju Swasembada Berkelanjutan. Buku 2*. Subang: Balai Besar Penelitian Tanaman Padi.
- Satoto, B. Sutaryo, dan B. Suprihatno. 2009. Prospek pengembangan varietas padi hibrida. Subang: Balai Besar Penelitian Tanaman Padi. [http://www.litbang.deptan.go.id/special/padi/bbpadi\\_2009\\_itp\\_02.pdf](http://www.litbang.deptan.go.id/special/padi/bbpadi_2009_itp_02.pdf) (27 Oktober 2013).
- Singh, B.P. and U. Srivastava. 2004. *Plant Genetic Resources in Indian Perspective: Theory and Practices*. New Delhi: Indian Council of Agricultural Research.
- Smale, M., and B. Koo. 2003. Introduction: a taxonomy of genomic value. *Biotechnology and Genetic Resources Policies: What is a Genebank Worth? Research at a Glance. Brief 7*. Washington, DC: International Food Policy Research Institute.
- Swaminathan, M.S. 2000. Government–industry–civil society: partnerships in integrated gene management. *Ambio* 29(2):115–121.
- Wale, E. 2008. Challenges in genetic resources policy making: some lessons from participatory policy research with a special reference to Ethiopia. *Biodiversity and Conservation* 17(1):21–33.
- Wale, E. 2011a. Setting the scene for GRPI economics. p. 3–21. In: E. Wale, A.G. Drucker, and K.K. Zander (eds.). *The Economics of Managing Crop Diversity On-farm: Case Studies from the Genetic Resources Policy Initiative*. London: Earthscan Ltd.
- Wale, E. 2011b. Farmers’ perceptions on replacement and loss of traditional crop varieties: examples from Ethiopia and implications. p. 65–92. In: E. Wale, A.G. Drucker, and K.K. Zander (eds.). *The Economics of Managing Crop Diversity On-farm: Case Studies from the Genetic Resources Policy Initiative*. London: Earthscan Ltd.
- Wale, E., N. Chishakwe, and R. Lewis–Lettington. 2009. Cultivating participatory policy processes for genetic resources policy: lessons from the genetic resources policy initiative (GRPI) project. *Biodiversity and Conservation* 18(1):1–18.
- Wardana, P. 2012. Padi hibrida mulai mendapat kepercayaan petani. Bogor: Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanaman Pangan. <http://pangan.deptan.go.id/berita/padi-hibrida-mulai-mendapat-kepercayaan-petani> (12 Desember 2013).
- Zulkha, S.A. 2014. Dampak adanya varietas padi impor IR-64 terhadap keberadaan padi lokal di Indonesia. [https://www.academia.edu/9665287/dampak\\_adanya\\_varietas\\_padi\\_IR64\\_terhadap\\_varietas\\_padi\\_lokal](https://www.academia.edu/9665287/dampak_adanya_varietas_padi_IR64_terhadap_varietas_padi_lokal) (27 Agustus 2015).