ANALISIS KELAYAKAN EKONOMI, KEBERLANJUTAN USAHATANI DAN FAKTOR-FAKTOR PENENTU ADOPSI BENIH JAGUNG TRANSGENIK DI INDONESIA

Analysis of Economic Feasibility, Farm Sustainability and Determining Factors of Transgenic Corn Seed Adoption in Indonesia

Edwin S. Saragih[1], Santun R. P. Sitorus[2], Harianto[3], dan Sugiono Moeljopawiro[4]

[1] Program Studi Pengelolaan Sumberdaya Alam dan Lingkungan IPB, [2]Fakultas Pertanian IPB, [3]Fakultas Ekonomi dan Manajemen IPB, [4]Balai Besar Penelitian Bioteknologi dan Sumberdaya Genetik Pertanian

ABSTRACT

An *ex ante* valuation was carried out to determine economic feasibility and sustainability of transgenic Bt and RR corn seeds adoption at farm level. Farm surveys were conducted in East Java and Lampung provinces to collect data from the existing corn farms. Data were analyzed using methods of input-output analysis, contingent valuation method (CVM) and multi-attribute value theory (MAVT). Simulated input-output analysis (with vs without) was conducted using previously available trial data and reference from a neighbor country. For analyzing factors enabling effective adoption of transgenic corn, some experts were requested to weigh potential alternatives based on various criteria, sub-criteria and indicators employing analytical hierarchy process (AHP) technique. Feasibility valuation showed that transgenic corn provides higher farm revenue than that of conventional hybrid corn, i.e., Rp. 10.7 – 14.4 million and Rp. 10.2 – 12.4 million per hectare, respectively. Majority of farmers were willing to pay higher price for transgenic corn seeds but not exceeding 10% of hybrid corn seeds price. Sustainability index calculated at farm level showed slightly higher aggregate index of transgenic corn seeds adoption compared to that of existing hybrid corn. Institutional framework and capacity, regulation and public perception were seen as the most critical factors in ensuring successful adoption of transgenic seeds in Indonesia.

Key words : *transgenic corn, ex-ante valuation, sustainability index, with vs without analysis*

ABSTRAK

Valuasi *ex ante* dilakukan untuk menentukan kelayakan ekonomi dan keberlanjutan adopsi jagung transgenik BT dan RR pada tingkat usahatani. Survai usahatani dilaksanakan di dua provinsi, Jawa Timur dan Lampung, untuk mengumpulkan data usahatani jagung. Data diolah dengan beberapa metode, yakni analisis input-output, *contingent valuation method* (CVM) dan *multi-attribute value theory* (MAVT). Analisis input-output yang disimulasikan (dengan *vs tanpa*) dilakukan dengan menggunakan data percobaan sebelumnya dan merujuk pada data dari negara tetangga. Untuk analisis

faktor-faktor penentu adopsi tanaman transgenik yang efektif dilakukan wawancara dengan beberapa pakar untuk menimbang alternatif-alternatif potensial berdasarkan berbagai kriteria, subkriteria dan indikator dengan menggunakan teknik *analytical hierarchy process* (AHP). Hasil valuasi kelayakan menunjukkan bahwa jagung transgenik memberikan penerimaan usahatani lebih tinggi dibandingkan dengan jagung hibrida konvensional, yakni masing-masing Rp 10,7 – 14,4 juta dan Rp 10,2 – 12,4 juta per hektar. Sebagian besar petani bersedia membayar lebih mahal untuk benih jagung transgenik, namun tidak melebihi 10% dari harga benih jagung hibrida saat penelitian ini. Indeks keberlanjutan yang dihitung pada tingkat usahatani menunjukkan indeks agregat yang sedikit lebih tinggi dengan adopsi benih jagung transgenik dibandingkan dengan jagung hibrida. Kerangka dan kapasitas kelembagaan, regulasi, dan persepsi publik dinilai sebagai faktor-faktor paling kritikal bagi keberhasilan adopsi benih tanaman transgenik di Indonesia.

Kata kunci : *jagung transgenik, valuasi ex ante, indeks keberlanjutan, analisis "dengan vs tanpa"*

PENDAHULUAN

Di Indonesia, jagung merupakan salah satu komoditas pangan strategis setelah padi. Namun, dengan luas areal sekitar 3,5 juta hektar dan produksi nasional sekitar 13 juta ton pada tahun 2007 belum cukup untuk memenuhi kebutuhan jagung di dalam negeri. Hal ini disebabkan oleh masih ada berbagai hambatan dalam upaya peningkatan produksi jagung, antara lain masalah kesuburan tanah, rendahnya kemampuan modal petani, rendahnya adopsi teknologi termasuk benih unggul, prasarana transportasi, rantai perdagangan yang tidak kondusif bagi petani, buruknya penanganan pascapanen, dan ketidakpastian harga hasil. Hasil penelitian Irawan *et al.* (2003) mensinyalir terjadinya pelambatan laju peningkatan produksi komoditas pangan utama yang disebabkan oleh: (1) pelambatan adopsi varietas unggul sehingga produktifitas cenderung stagnan; (2) pelambatan peningkatan mutu hasil; (3) munculnya gejala kelelahan lahan; dan (4) Pelambatan peningkatan luas panen karena perubahan pola tanam, konversi lahan ke nonpertanian, anomali iklim, dan pembangunan irigasi yang semakin lambat.

Produktifitas jagung di Indonesia pada tahun 2005 adalah 3,42 ton per hektar, yang lebih rendah bila dibandingkan dengan di negara-negara lain seperti Argentina, Cina dan Amerika Serikat (AS) yang mencapai masing-masing 7,12 ton, 5,06 ton dan 9,31 ton per hektar. Di AS dan Argentina, tingginya produktifitas jagung antara lain bersumber dari adopsi benih transgenik Bt tahan hama dan tahan herbisida sejak tahun 1997. Di dunia saat ini, dari luas tanam jagung 148 juta hektar, sebanyak 35,5 juta hektar (24%) di antaranya ditanami dengan benih jagung transgenik (James, 2007). Huesing dan English (2004) menyimpulkan manfaat jagung Bt bagi petani antara lain

adalah peningkatan hasil tanaman, pengurangan residu pestisida, penurunan kontaminasi mikotoksin, dan penghematan tenaga kerja.

Dalam perdagangan internasional, Indonesia merupakan importir neto jagung dalam jumlah besar termasuk impor dari AS, Argentina, dan Cina yang merupakan negara penghasil utama jagung dunia. Menurut laporan USDA (2006), nilai impor produk transgenik dari AS saja mencapai US$ 600 juta pada tahun 2005.

Berdasarkan pengalaman di negara-negara lain, penggunaan benih jagung transgenik diharapkan dapat membantu peningkatan produksi jagung di Indonesia. Namun demikian, selain mempunyai keunggulan, produk transgenik dipersepsikan mempunyai risiko keamanan pangan dan lingkungan. Disamping itu, timbul kekhawatiran akan dominasi dan ketergantungan benih pada korporasi multinasional.

Berkaitan dengan permasalahan tersebut di atas, penelitian ini bertujuan untuk (1) menganalisis kelayakan finansial jagung transgenik dibandingkan dengan jagung hibrida, (2) menganalisis kebersediaan petani untuk membeli benih jagung transgenik, (3) menganalisis kemampuan adopsi benih jagung transgenik untuk menjamin keberlanjutan usahatani jagung, dan (4) menganalisis faktor-faktor penentu keberhasilan petani mengadopsi benih jagung transgenik.

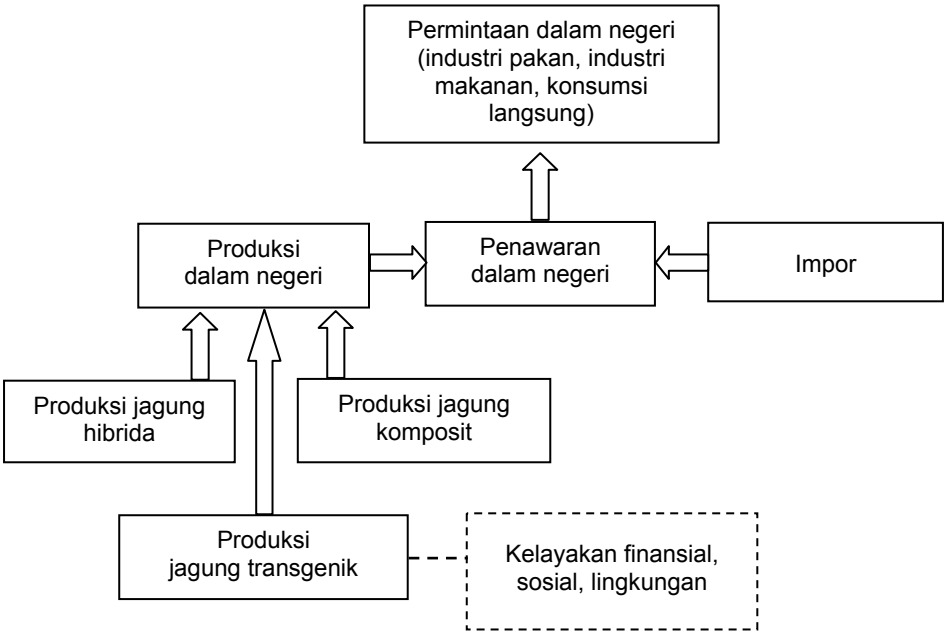
METODE PENELITIAN

Kerangka Pemikiran

Kerangka pemikiran dan penelitian diperlihatkan pada gambar 1. Permintaan di dalam negeri akan jagung cenderung meningkat yang disebabkan oleh tumbuhnya industri pengolahan pakan ternak dan industri pengolahan makanan. Konsumsi langsung jagung oleh penduduk masih tetap ada tetapi jumlahnya cenderung menurun. Kebutuhan jagung tersebut dipenuhi dari dua sumber, yaitu produksi dalam negeri dan impor. Produksi jagung dalam negeri bersumber dari produkdi jagung varietas hibrida, varietas komposit, dan varietas lokal, dimana produksi jagung varietas hibrida makin dominan. Walaupun produksi jagung terus meningkat, Indonesia masih tetap dalam posisi sebagai net importer, yang berarti produksi jagung dalam negeri masih belum mampu mencukupi permintaan. Oleh karena itu, ada pemikiran untuk menggunakan benih jagung transgenik guna memacu laju pertumbuhan produksi dalam negeri.

Namun, penggunaan benih transgenik perlu mendapatkan justifikasi ilmiah, yaitu apakah usahatani jagung transgenik secara finansial dapat meningkatkan kesejahteraan petani?, apakah secara sosial dapat diterima masyarakat?, dan apakah dari aspek lingkungan dapat dibenarkan? Kelayakan finansial itu sendiri dipengaruhi oleh kuantitas dan harga output yang dihasilkan dan input yang digunakan. Jika usahatani jagung layak secara finansial maka

pertanyaan selanjutnya adalah apakah petani bersedia membeli benih jagung transgenik?, apakah adopsi benih transgenik menjamin tingkat keberlanjutan usahatani?, dan faktor-faktor apa saja yang menentukan keberhasilan petani dalam mengadopsi teknologi benih jagung transgenik?



Gambar 1. Skema Kerangka Pemikiran Penelitian

Diasumsikan bahwa rumah tangga petani selalu berusaha untuk meningkatkan pendapatan dan kesejahteraan keluarganya. Keinginan petani untuk mengadopsi suatu inovasi teknologi ditentukan oleh potensi manfaat yang dipersepsikan akan dapat meningkatkan pendapatan dan cocok dengan praktek yang dilakukan saat ini. Selain itu, kebersediaan (*willingness*) petani untuk menerima dan membayar harga dari suatu produk teknologi baru juga merupakan faktor penting.

Lokasi Penelitian dan Penentuan Responden Petani dan Pakar

Penelitian ini dilaksanakan selama periode April 2007 sampai dengan Juni 2008 di dua provinsi sentra jagung yakni Jawa Timur dan Lampung dengan mewawancarai petani jagung hibrida. Diasumsikan bahwa dengan mengambil contoh petani jagung hibrida di dua provinsi ini, variasi profil dan kondisi petani jagung hibrida di Indonesia sudah dapat terwakili.

Petani contoh yang diambil dalam penelitian ini berjumlah 125 petani jagung hibrida yang terbagi menjadi 65 petani Jawa Timur dan 60 petani di Lampung yang dipilih secara acak dari beberapa kabupaten penghasil jagung di masing-masing provinsi tersebut. Teknik yang digunakan adalah *cluster sampling* (Nazir, 1988) dengan kabupaten sebagai *cluster*. Responden yang dipilih adalah petani yang telah menanam jagung hibrida minimal selama dua musim. Sebaran jumlah petani contoh di Jawa Timur adalah Blitar 14, Jombang 11, Kediri 7, Malang 12, Mojokerto 15, dan Nganjuk 6, sedangkan untuk di Lampung adalah Lampung Selatan 17, Lampung Tengah 31, dan Lampung Timur 12.

Wawancara dengan pakar dari lembaga riset Pemerintah dan swasta dilakukan di Jakarta dan Bogor. Pendapat atau *judgement* pakar terhadap pilihan benih transgenik yang ada diperoleh melalui wawancara langsung dengan para pakar di lembaga penelitian serta industri/perusahaan yang berkaitan dengan teknologi transgenik. Pemilihan pakar dilakukan berdasarkan kepakaran/pengetahuan tentang benih transgenik. Jumlah pakar adalah 6 orang, yakni 1 pakar dari PPSHB IPB, 2 pakar dari BB Biogen, 1 pakar dari PSE-KP, 1 pakar dari asosiasi industri agrokimia/benih, dan 1 pakar dari perusahaan benih jagung hibrida (lampiran 1).

Jenis dan Sumber Data

Untuk menjawab tujuan penelitian (1) sampai dengan (4) dibutuhkan berbagai jenis data. Analisis keberlanjutan usahatani membutuhkan jenis data yang sama dari survai usahatani petani jagung. Kriteria ekologi mencakup indikator jumlah pupuk dan kompos, jumlah herbisida dan insektisida, tipe lahan irigasi/tadah hujan, kemiringan lahan dan tingkat kesuburan tanah. Kriteria ekonomi meliputi produktivitas, penerimaan, biaya, keuntungan, dan rasio penerimaan terhadap biaya. Aspek sosial mencakup penguasaan aset usahatani (luas pertanaman/panen), kontribusi jagung bagi penerimaan keluarga, tingkat pendidikan dan afiliasi kelompok.

Selain itu, untuk Tujuan (2) dibutuhkan juga data tingkat harga yang dibayar petani saat ini untuk membeli benih jagung hibrida per kg dan variabel kebersediaan petani untuk membayar (*willingness to pay*) benih jagung transgenik. Untuk tujuan (4) jenis data yang dibutuhkan adalah parameter atau variabel yang diperoleh berdasarkan pendapat (*judgement*) pakar terhadap benih transgenik yang ada berdasarkan kriteria ekonomi, sosial, lingkungan, dan kelembagaan. Alternatif dibatasi pada pilihan teknologi yang saat ini sedang dikembangkan atau direncanakan introduksinya, yakni berbagai jenis tanaman transgenik di lembaga penelitian milik Pemerintah seperti padi BT, kentang LBR (*leaf blight resistance*), kedelai tahan hama (TH) penggerek polong, dan tomat tahan penyakit virus (TV), dan juga pilihan teknologi yang berasal dari pihak perusahaan swasta seperti jagung Bt, jagung RR (*roundup ready*), dan jagung RR+Bt.

Metode Analisis

Karena benih jagung transgenik saat penelitian ini belum dipasarkan di Indonesia, maka analisis menggunakan pendekatan valuasi *ex-ante* yakni penilaian sebelum adopsi. Analisis dampak suatu teknologi dapat dibedakan menjadi *ex-post* (teknologi sudah diadopsi) dan *ex-ante* (teknologi belum diadopsi). Analisis *ex-post* dengan survai aktual umumnya lebih andal daripada kajian *ex-ante* yang tergantung pada penilaian atau ekstrapolasi. Namun demikian, penilaian dampak tergantung pada *judgement* peneliti dalam menganalisis data (Masters *et al.*, 1996; Alston *et al.*, 2002).

Penilaian Kelayakan Finansial Usahatani Jagung Transgenik

Penilaian manfaat adopsi benih jagung transgenik dilakukan pada tingkat usahatani yakni menilai kelayakan finansialnya dibandingkan dengan usahatani jagung hibrida saat penelitian ini dilakukan. Analisis "dengan versus tanpa" (*with* vs *without*) adopsi benih jagung transgenik mempertimbangkan kinerja dan manfaat yang diberikan oleh produk benih melalui analisis simulasi variabel (Hareau, 2002) antara lain perubahan penggunaan variabel input pestisida dan tingkat produktivitas. Analisis input-output usahatani jagung yang dilakukan mengacu pada Simatupang (2002) dengan menggunakan rumus (1):

$$RMF = TR - TC \quad \text{..... (1)}$$

$$TR = P.Q$$

$$TC = CT + CN$$

$$CT = \Sigma Ri.\ Xi$$

$$CN = \Sigma Wj.\ Zj$$

$$R/C = TR/TC$$

dimana:

RMF = Keuntungan usahatani (Rp/ha)
TR = Total penerimaan usahatani (Rp/ha)
TC = Total biaya usahatani (Rp/ha)
P = Harga jagung yang diterima petani (Rp/kg)
Q = Produksi jagung (kg/ha)
CT = Biaya input *tradeable* (Rp/ha)
CN = Biaya input *non-tradeable* (Rp/ha)
Ri = Harga input *tradeable* (Rp/unit)
Xi = Kuantitas input *tradeable* (unit/ha)
Wj = Biaya input *non-tradeable* (Rp/ha)
Zj = Kuantitas input *non-tradeable* (unit/ha)
R/C = Rasio total penerimaan terhadap total biaya

Analisis Kebersediaan Petani Membayar Benih Transgenik

Analisis kebersediaan petani untuk membayar (*willingness to pay/*WTP) benih jagung transgenik menggunakan metode CVM (*continget valuation method*) dengan teknik *payment card* (Moon dan Balasubramanian, 2003), yang merupakan metode langsung. Dalam hal ini, petani diminta untuk menyatakan seberapa besar mereka bersedia membayar benih jagung transgenik. Keragaan benih transgenik dan manfaatnya dijelaskan secara verbal dan visual dengan menggunakan tabel 1.

Tabel 1. Teknik *Payment Card* untuk Mengetahui WTP Petani untuk Benih Transgenik

Payment card WTP	Misalkan harga benih jagung hibrida yang biasa Bapak/Ibu tanam adalah Rp 30.000, dan harga benih jagung transgenik lebih mahal dari harga tersebut, namun belum ditentukan karena belum ada di pasar. [*Ditunjukkan fitur dan gambar bantu menjelaskan manfaat benih transgenik dimaksud*]. Berapa yang paling tinggi Bapak/Ibu mau membayar lebih mahal dari harga benih hibrida untuk mendapatkan benih jagung transgenik? (*payment card* berkisar Rp 0 – 32.000 dengan kisaran Rp 4.000). Responden diminta melihat semua kisaran nilai premium harga benih transgenik dan memilih suatu nilai.

Setelah jawaban responden yang mengindikasikan WTP benih transgenik ditabulasikan, tahap selanjutnya adalah memplotkan nilai tengah kisaran WTP terhadap jumlah atau proporsi petani yang memilih harga tersebut. Selanjutnya dicari hubungan regresi WTP sebagai variabel bebas dan frekuensi/jumlah responden sebagai variabel dependen. Dalam hal ini jumlah peminat akan benih transgenik merupakan fungsi dari tingkat harga premium dengan rumus: $D=f(WTP)$ dimana *D* adalah minat atau indikasi permintaan terhadap benih transgenik dan WTP adalah tingkat harga premium di atas harga rata-rata benih jagung hibrida yang dibayar oleh petani jagung pada saat penelitian ini dilakukan.

Analisis Keberlanjutan Usahatani

Untuk menganalisis dampak adopsi benih transgenik terhadap keberlanjutan usahatani, terlebih dahulu perlu diketahui status keberlanjutan usahatani jagung saat ini. Indikator operasional pada tiap kriteria/dimensi digunakan untuk menilai apakah introduksi transgenik mampu memperbaiki atau minimal mempertahankan indeks keberlanjutan. Diperkirakan adopsi benih transgenik berpotensi mengurangi penggunaan input pestisida, meningkatkan pendapatan usahatani dan menghemat tenaga kerja untuk kegiatan usahatani. Namun di sisi lain faktor risiko teknologi dan harga premium yang harus dibayar juga mempengaruhi kebersediaan/penerimaan petani akan teknologi baru ini.

Skor relatif alternatif terhadap masing-masing kriteria dan indikator dihitung berdasarkan sifat trennya, yaitu positif atau negatif (Marimin, 2004). Indikator tren positif yang makin tinggi dan tren negatif yang makin rendah berarti makin baik. Untuk kriteria tren positif, nilai minimum pada setiap kriteria ditransformasi menjadi 100, sedangkan nilai yang lebih tinggi ditransformasi proporsional >100. Untuk kriteria tren negatif, nilai minimum pada setiap kriteria ditransformasi menjadi 100, sedangkan nilai yang lebih besar ditransformasi proporsional <100. Dalam penelitian ini, indikator tren positif antara lain adalah jumlah kompos, kesuburan relatif tanah, produktifitas, rasio penerimaan/biaya (R/C), keuntungan usahatani, luas lahan, kontribusi usahatani jagung terhadap pendapatan keluarga, tingkat pendidikan dan afiliasi kelompok. Indikator tren negatif meliputi jumlah herbisida, jumlah insektisida, dosis pupuk, kemiringan lahan, total biaya dan harga premium benih. Jumlah pupuk merupakan indikator dengan tren negatif median dimana median dosis 661 kg/ha merupakan nilai 100. Apabila lebih besar dari median maka secara proporsional ditransformasi menjadi <100, dan apabila lebih kecil dari median maka secara proporsional ditransformasi menjadi > 100.

Khusus untuk herbisida dan insektisida dilakukan penghitungan dengan tren negatif minimum yakni petani yang sama sekali tidak menggunakan insektisida atau herbisida diberikan indeks 100. Rumus penghitungan indeks indikator yang digunakan untuk pestisida adalah: $\bar{x}/(x + \bar{x}).100$ dimana $\bar{x}$ adalah rerata dosis, sedangkan x adalah dosis pestisida yang digunakan petani.

Langkah-langkah analisis yang dilakukan dalam teknik MAVT ini merujuk pada teknik agregasi yang dilakukan oleh Azapagic dan Perdan (2005). Hasil pemberian nilai skor ditabulasi untuk masing-masing alternatif atau $v_k(a_n)$ yang mencerminkan kinerja terhadap indikator ke-k yaitu I_k sebagai berikut:

		Kriteria/indikator ke-k (I_k)			
Alternatif (a)		I_1	I_2	...	I_k
Benih hibrida	a_1	$v_1(a_1)$	$v_2(a_1)$	...	$v_k(a_1)$
Benih RR	a_2	$v_1(a_2)$	$v_2(a_2)$	...	$v_k(a_2)$
Benih BT	a_3	$v_1(a_3)$	$v_2(a_3)$	...	$v_k(a_3)$

Agregasi nilai skor menggunakan bobot yang sama antarkriteria dan antarindikator yakni dengan rumus (2):

$$V(a_n) = \sum_{k=1}^{k} w_k v_k (a_n) \quad \text{..... (2)}$$

dimana $V(a_n)$ = nilai skor agregar alternatif a_n

$v_k(a_n)$ = nilai skor kinerja a_n pada kriteria I_k

w_k = bobot / tingkat kepentingan kriteria I_k

Analisis Faktor-faktor Penentu Adopsi Benih Transgenik

Analisis terhadap faktor-faktor penentu suksesnya pengembangan benih transgenik dilakukan melalui wawancara pakar dengan teknik AHP (*analytical hierarchy process*) terhadap tujuh alternatif benih tanaman transgenik yang potensial. Pembandingan secara berpasangan dilakukan secara numerik (Marimin, 2004) sesuai dengan tingkat kepentingan atau preferensi antara kriteria, subkriteria, indikator dan alternatif.

Fokus/sasaran pengembangan/adopsi benih transgenik ditinjau dari empat kriteria: ekonomi, sosial, lingkungan, dan kelembagaan. Dalam kriteria ekonomi, terdapat 3 subkriteria yakni produktifitas dan keuntungan bersih, produksi total, dan harga dan pengurangan biaya (*cost reduction*). Dalam aspek sosial, terdapat tiga subkriteria yakni penerimaan publik, persepsi risiko kesehatan, dan sebaran (distribusi) manfaat. Dalam aspek lingkungan, terdapat tiga subkriteria yakni aspek fisik (lahan, air), keragaman varietas, dan keamanan hayati (*biosafety*). Dalam aspek kelembagaan, terdapat tiga subkriteria yakni industri benih, kapasitas kelembagaan/sumberdaya manusia, dan regulasi. Pada level terakhir terdapat tujuh alternatif tanaman transgenik yang dibandingkan secara berpasangan terhadap keseluruhan 12 subkriteria di atas.

Pembandingan secara berpasangan dilakukan secara verbal atau numerik (Marimin, 2004) sesuai tingkat kepentingan (*importance*) atau preferensi antara kriteria, subkriteria, indikator dan alternatif yang ada. Pembandingan secara berpasangan dilakukan secara numerik sesuai dengan tabel 2.

Tabel 2. Deskripsi Pembandingan Keterangan dengan *Scoring*

Nilai Skor	Keterangan
1	Kriteria sama pentingnya (*EQUAL*)
3	Kriteria yang satu agak penting dibanding yang lainnya (*MODERATE*)
5	Kriteria yang satu lebih penting (lebih kuat) dibanding lainnya (*STRONG*)
7	Kriteria yang satu sangat penting dibanding yang lainnya (*VERY STRONG*)
9	Kriteria yang satu ekstrim pentingnya dibanding yang lainnya (*EXTREME*)
2, 4, 6, 8	Nilai tengah di antara dua penilaian diatas

Perangkat lunak yang digunakan adalah *SuperDecision* versi 1.6.0 yang diperoleh dari situs: http://www.SuperDecision.com (Saaty dan Saaty, 2003) dikombinasikan dengan *Expert Choice* 2000. Beberapa peneliti telah menggunakan AHP untuk menilai prioritas alternatif program bioteknologi seperti Braunschweig *et al* (1999) dan Falconi (1999). Dari jawaban enam pakar (daftar

lembaga pakar pada lampiran 1) dihitung rata-rata geometrik yang selanjutnya diolah dengan perangkat lunak AHP untuk mendapatkan nilai skor dan indeks inkonsistensi pada setiap matriks.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Karakteristik Petani dan Keragaan Usahatani Jagung Hibrida

Karakteristik petani jagung hibrida di wilayah penelitian disajikan pada tabel 3. Indeks pertanaman (IP) jagung pada umumnya adalah 1 – 2 kali dalam setahun. Di Jawa Timur dan Lampung, masing-masing 51 persen dan 63 persen petani mempunyai IP sebanyak 2 kali/tahun. Dari sisi umur, petani di kedua lokasi tersebut berada pada usia produktif. Tingkat pendidikan sebagian besar petani di Jawa Timur adalah SLTP/SLTA bahkan sekitar 11 persen petani adalah lulusan perguruan tinggi, sedangkan di Lampung sebagian besar petani berpendidikan SD. Namun luas tanam di Lampung relatif lebih luas dibandingkan dengan Jawa Timur. Sebagian besar petani di Lampung (89%) luas tanam jagungnya lebih dari 0,5 hektar, sedangkan di Jawa Timur jumlah petani gurem lebih tinggi dimana 63 persen petani mempunyai luas tanam rata-rata kurang dari 0,5 hektar dan sisanya (37%) lebih dari 0,5 ha. Perbedaan skala usaha ini menyebabkan kontribusi usahatani jagung terhadap pendapatan keluarga di Lampung lebih besar dibandingkan dengan di Jawa Timur, yaitu masing-masing 59 persen dan 44 persen.

Tabel 3. Karakteristik Petani Jagung Hibrida di Lokasi Penelitian

Uraian		Jawa Timur (n = 65)	Lampung (n = 60)
Usia petani (%)	a. 17 - 25 tahun	0	2
	b. 25 - 45 tahun	64	65
	c. > 45 tahun	36	33
Pendidikan (%)	a. SD	21	70
	b. SLTP dan SLTA	68	30
	c. Perguruan Tinggi	11	0
IP jagung	a. IP 1 kali/tahun	49	37
	b. IP 2 kali/tahun	51	63
Skala usaha (%)	a. Penggarap	15	8
	b. 0 – 0,5 Ha	48	3
	c. 0,51 – 1 Ha	12	30
	d. 1,01 – 2 Ha	25	42
	e. > 2 Ha	0	17

Produktifitas jagung rata-rata di Jawa Timur (6.749 kg/ha) secara statistik nyata lebih tinggi dibandingkan dengan produktifitas di Lampung (5.826 kg/ha). Penerimaan rata-rata usahatani jagung di Jawa Timur (Rp 12,4 juta) nyata lebih tinggi daripada di Lampung (Rp 10,2 juta). Keuntungan petani di Jawa Timur secara statistik nyata lebih tinggi dibandingkan dengan Lampung. Rasio penerimaan terhadap biaya (R/C) di Jatim (2,06) lebih baik daripada di Lampung (1,81) (tabel 4).

Tabel 4. Rata-rata Penerimaan, Biaya, dan Keuntungan Usahatani Jagung Hibrida, 2008

Keterangan	Jawa Timur	Lampung	Nilai statistik p
Produktifitas rata-rata (kg/ha)	6.749	5.826	0,004 *
Penerimaan total (Rp)	12.416.334	10.229.137	0,007 *
Biaya total (Rp)	6.031.198	5.637.759	0,434
Biaya tenaga kerja (Rp)	1.963.967	2.378.173	0,135
Biaya agroinput (Rp)	4.067.231	3.259.586	0,010 *
Keuntungan (Rp)	6.385.136	4.591.378	0,002 *
Rasio R/C	2,06	1,81	-

* p < 0,05 berarti perbedaan nyata antara Jawa Timur dan Lampung (tingkat kepercayaan 95%)

Kelayakan Ekonomi Adopsi Benih Jagung Transgenik

Dalam simulasi adopsi benih transgenik, penggunaan input produksi dalam analisis input-output didasarkan pada data percobaan skala kecil yang pernah dilakukan dan data dari Filipina yang telah mengadopsi benih jagung transgenik (tabel 5). Analisis usahatani jagung transgenik umumnya sama dengan jagung hibrida biasa mulai dari penyiapan lahan hingga panen. Perbedaan terletak pada penggunaan tenaga kerja dan input produksi khususnya penggunaan herbisida dan insektisida.

Keragaan tersebut memberikan manfaat yang dapat dikuantifikasi dalam bentuk rupiah. Selain itu, ada manfaat lain yang tidak dapat dirupiahkan (*non-tangible*) seperti fleksibilitas dalam penyiangan, mudah dilakukan, dan tidak merusak tanaman. Peningkatan produktiftas akibat teknologi benih Bt akan nyata/signifikan bilamana serangan hama penggerek batang/tongkol cukup besar. Perbedaan hasil antara Bt dan non-Bt bisa tidak signifikan kalau serangannya sangat kecil yang tergantung pada dinamika hama dan juga musim. Angka 5 persen dianggap realistis digunakan untuk simulasi dalam penelitian ini. Diasumsikan bahwa penghematan biaya penyiangan dengan benih transgenik RR adalah sekitar Rp 500.000/ha, yakni sekitar 50 persen dari efisiensi biaya yang potensial diberikan oleh teknologi.

Tabel 5. Keragaan Benih Jagung Transgenik*) Berdasarkan Percobaan yang Pernah Dilakukan di Indonesia dan Data yang Diperoleh dari Filipina

Keragaan jenis benih transgenik vs. benih hibrida	Sumber data
Hasil (produktifitas) pada tingkat komersialisasi - Jagung Bt di Filipina lebih tinggi 21% dibanding non-Bt Efisiensi biaya pada tahap komersialisasi - Jagung Bt di Filipina lebih tinggi 14-23% dibanding non-Bt, berupa pengurangan penggunaan insektisida	Gonzales (2005)
Hasil (produktifitas) pada tahap ujicoba di Indonesia - Jagung RR lebih tinggi 10-16% dibanding non-RR Estimasi efisiensi biaya berdasarkan ujicoba - Jagung RR lebih hemat Rp 938.000 – 1.160.000/ha dibanding non-RR akibat pengurangan tenaga kerja penyiapan lahan dan penyiangan	Subandi *et al* . (2002)

Keterangan :

*) Jagung Bt adalah jagung transgenik yang disisipi gen Bt bakteri tanah (*Bacillus thuringensis*) bersifat toksik selektif terhadap hama penggerek Lepidoptera. Jagung RR adalah jenis lain jagung transgenik yang disisipi gen pembawa sifat toleran herbisida berbahan aktif glifosat dimana sumber gen tersebut ada yang berasal dari tanaman jagung sendiri atau dari bakteri *Agrobacterium* sp. Keduanya telah dinyatakan "aman terhadap lingkungan dan keanekaragaman hayati" pada tahun 1999 (BKKH, 2008: http://bchindonesia.org)

Berdasarkan referensi data dari tabel 5 kemudian dibuat simulasi analisis input-output finansial usahatani apabila petani melakukan adopsi benih jagung transgenik yang hasilnya disajikan pada tabel 6. Analisis simulasi ini menggunakan harga benih dan agroinput serta harga output panen yang sama, yang membedakan adalah dari segi potensi peningkatan produktifitas dan adanya penghematan biaya dengan adopsi benih transgenik.

Dari analisis ini terlihat bahwa keuntungan yang diterima petani dengan adopsi benih jagung Bt dan RR di Jawa Timur berturut-turut adalah Rp 7,8 dan Rp 8,5 juta lebih tinggi dibandingkan dengan keuntungan usahatani jagung hibrida saat ini sebesar Rp 6,3 juta. Untuk Lampung, keuntungan benih jagung Bt dan RR berturut-turut adalah Rp 5,9 dan Rp 6,4 juta lebih tinggi dibandingkan dengan keuntungan usahatani jagung hibrida saat ini sebesar Rp 4,6 juta. Rasio penerimaan terhadap biaya (R/C) juga semakin baik dengan simulasi adopsi benih transgenik. Marjin keuntungan dengan jagung transgenik di Jawa Timur meningkat menjadi sekitar 60 persen dari 51 persen; sedangkan di Lampung meningkat menjadi 55-56 persen dari 45 persen pada usahatani jagung hibrida saat ini.

Tabel 6. Peningkatan Produktifitas (kg/ha), Penerimaan (Rp '000) dan Keuntungan (Rp '000) dengan Masukan Benih Jagung Transgenik

Skenario Usahatani	Jawa Timur	Lampung
A. Benih jagung hibrida aktual saat ini		
1. Produktifitas	6.749	5.826
2. Penerimaan	12.383	10.234
3. Biaya total	6.031	5.638
4. Keuntungan	6.352	4.596
5. Rasio R/C	2,05	1,82
B. Dengan benih jagung Bt		
1. Produktifitas (asumsi kenaikan produktifitas 5%)	7.086	6.117
2. Penerimaan	13.002	10.746
3. Biaya (asumsi penghematan biaya 14%)	5.187	4.848
4. Keuntungan	7.815	5.897
5. Rasio R/C	2,51	2,22
C. Dengan benih jagung RR		
1. Produktifitas (asumsi kenaikan produktifitas 13%)	7.626	6.583
2. Penerimaan	13.993	11.564
3. Biaya (penghematan biaya penyiangan Rp 500 ribu/ha)	5.531	5.138
4. Keuntungan	8.462	6.426
5. Rasio R/C.	2,53	2,25

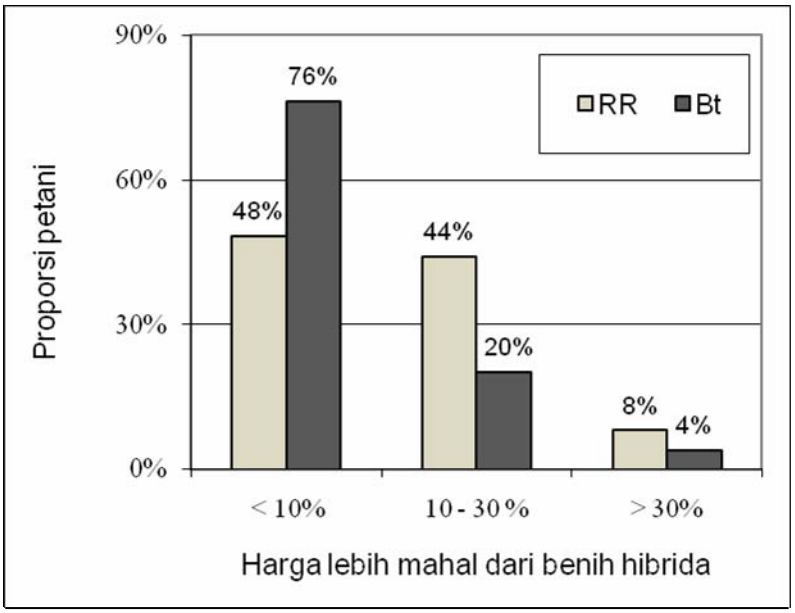
Willingness to Pay (WTP) Petani terhadap Benih Jagung Transgenik

Harga berbagai merek benih hibrida di Lampung dan Jawa Timur berada di kisaran Rp 30 – 40 ribu per kg. Harga rata-rata benih hibrida sekitar Rp 37 ribu di Jawa Timur dan Rp 36 ribu di Lampung. Di Lampung harga benih bervariasi 79-124 persen dari harga rata-rata, sementara di Jawa Timur variasinya 76-121 persen. Dalam wawancara dijelaskan kepada petani tentang teknologi baru benih jagung transgenik RR dan Bt. Alat bantu visual digunakan untuk menggambarkan cara kerja teknologi dan potensi manfaatnya. Setelah mendapat penjelasan, sebagian besar responden (>87%) berminat menanam jagung transgenik RR dan Bt. Respon petani terhadap WTP lebih mahal dari harga hibrida saat ini disajikan pada tabel 7 dan secara grafis proporsi peminat disajikan gambar 2.

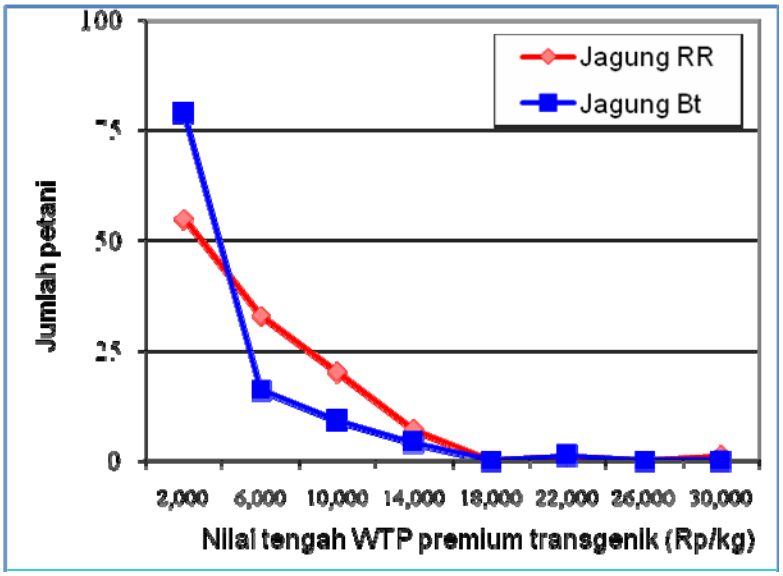
Sebagian besar petani menginginkan tingkat harga yang tetap hingga 10 persen lebih mahal dari harga benih hibrida di pasar saat ini. Namun demikian terdapat porsi petani yang signifikan dengan WTP yang lebih tinggi khususnya untuk jagung RR dimana 8 persen responden rela membayar 30 persen lebih mahal. Hal ini berarti bahwa ada *early adopter* yang rela membayar lebih mahal untuk teknologi yang bermanfaat/memenuhi kebutuhannya. Kurva antara nilai tengah kisaran WTP terhadap jumlah petani yang memilih tingkat premium WTP (lebih mahal daripada harga hibrida) ditampilkan pada gambar 3.

Tabel 7. Jumlah Petani Peminat Benih Jagung Transgenik pada Kisaran WTP Premium yang Ditanyakan

Kisaran WTP Premium (Rp)	Peminat Benih RR	Peminat Benih Bt
0 – 4.000	55	79
4.000 – 8.000	33	16
8.000 – 12.000	20	9
12.000 – 16.000	7	4
16.000 – 20.000	0	0
20.000 – 24.000	1	1
24.000 – 28.000	0	0
28.000 – 32.000	1	0
Jumlah peminat	117	109
Tidak berminat	8	16
Total responden	125	125
Peminat (%)	94	87



Gambar 2. Proporsi Petani yang Mau Membayar Harga Benih Transgenik Lebih Mahal daripada Harga Benih Hibrida



Gambar 3. Kurva Jumlah Peminat vs Nilai Tengah WTP Premium Benih Transgenik

Untuk harga WTP yang lebih tinggi dari premium 10 persen, kurva RR berada di atas kurva Bt, artinya relatif lebih banyak petani yang mau membayar lebih mahal untuk benih RR dibandingkan dengan benih Bt. Dalam wawancara dengan petani diketahui bahwa bagi petani yang pernah mendengar jagung transgenik, pengetahuan mereka umumnya baru sebatas jagung RR sedangkan jagung Bt umumnya belum diketahui. Ketidaktahuan petani umumnya menandakan bahwa sosialisasi atau edukasi tentang informasi mengenai teknologi baru belum berjalan dengan baik. Gambar 3 dapat digunakan menjelaskan indikasi permintaan benih transgenik pada tingkat harga yang lebih mahal daripada benih hibrida. Hasil analisis regresi jumlah responden dan nilai tengah kisaran WTP dengan koefisien determinasi > 80 persen diperoleh sebagai berikut:

$$Bt = 270 - 27.2 \ln(WTP) \quad R^2 = 83\%$$

$$RR = 221 - 21.9 \ln(WTP) \quad R^2 = 96\%$$

dimana RR dan Bt berturut-turut sebagai jumlah peminat benih transgenik untuk harga WTP premium dibanding harga benih hibrida konvensional; ln(WTP) merupakan logaritma berbasis natural (e) untuk harga WTP premium.

Analisis Keberlanjutan Usahatani

Hasil simulasi agregat keberlanjutan dengan adanya masukan teknologi benih transgenik disajikan pada tabel 8. Indikator yang mengalami perubahan adalah penggunaan herbisida dan insektisida serta persentase kontribusi jagung terhadap penerimaan keluarga, sedangkan indikator lain relatif tetap nilai indeksnya pada kondisi skenario adopsi benih jagung transgenik. Indeks herbisida akan menurun pada adopsi benih tahan herbisida disebabkan oleh meningkatnya penggunaan herbisida dalam jumlah signifikan oleh petani untuk melakukan penyiangan. Untuk benih tahan hama (Bt) ada perbaikan indeks karena penurunan insektisida yang digunakan petani.

Tabel 8. Nilai Indeks Rata-rata Menurut Indikator, Dimensi dan Agregat pada Usahatani Jagung Hibrida dan Simulasi Adopsi Bt dan RR

Kriteria	Indikator	Benih Hibrida Saat Ini	Benih Bt	Benih RR
EKOLOGI		89,85	95,31	84,36
	Pupuk	111,15	111,15	111,15
	Kesuburan relatif	79,00	79,00	79,00
	Kemiringan lahan	106,87	106,87	106,87
	Kompos	100,00	100,00	100,00
	Herbisida	66,49	66,49	33,86
	Insektisida	76,81	109,73	76,81
EKONOMI		96,79	106,68	109,85
	Produktifitas	100,00	105,00	113,00
	Biaya total	46,75	47,51	47,51
	B/C ratio	140,42	166,22	178,88
	Keuntungan	83,29	99,12	98,35
SOSIAL		81,11	77,41	77,41
	Luas panen/ tahun	83,63	83,63	83,63
	%-Kontribusi jagung	61,67	44,88 *)	44,88 *)
	Pendidikan	100,00	100,00	100,00
	Afiliasi kelompok	75,60	75,60	75,60
AGREGAT		88,30	91,04	89,02

*) Faktor koreksi dengan anggapan petani menambah investasi awal untuk membeli benih transgenik yang lebih mahal sehingga untuk indeks %-kontribusi menurun, secara tidak langsung juga menentukan penerimaan oleh petani.

Untuk kriteria ekonomi terjadi peningkatan indeks produktifitas, rasio R/C, dan keuntungan, sedangkan biaya total relatif tidak berubah dengan adopsi benih transgenik. Indeks biaya total relatif tetap karena kenaikan biaya untuk pembelian benih dan juga penghematan biaya akibat penghematan tenaga kerja dan pengurangan penggunaan insektisida adalah proporsional. Untuk kriteria sosial, satu-satunya indikator yang diperkirakan memberikan pengaruh adalah

persentase kontribusi usahatani jagung terhadap penerimaan keluarga petani. Hal ini terkait dengan keinginan atau minat petani untuk mengeluarkan biaya tambahan (*cash*) untuk membeli benih jagung transgenik.

Terdapat perubahan indeks keberlanjutan usahatani bilamana petani menanam benih jagung transgenik yakni dengan nilai agregat indeks keberlanjutan sebesar 91 untuk Bt dan sebesar 89 untuk RR dibandingkan dengan 88 untuk hibrida. Uji-t berpasangan (*paired T-test*) rerata indeks untuk jagung transgenik dilakukan terhadap nilai indeks pada usahatani jagung hibrida. Hipotesis nol (H_0) yang diuji adalah indeks keberlanjutan (IK) dengan adopsi benih jagung transgenik sama dengan IK benih hibrida, sedangkan hipotesis alternatif (H_1) adalah IK benih transgenik lebih besar atau lebih baik dari IK hibrida. Hasil uji-t berpasangan ini disajikan pada tabel 9. Pada IK RR vs. IK hibrida hipotesis H_0 (beda rerata = 0) diterima dan H_1 ditolak, berarti IK RR = IK hibrida. Untuk IK Bt vs. IK hibrida hipotesis H_0 ditolak dan H_1 diterima, berarti antara IK Bt > IK hibrida. Hasil ini menunjukkan bahwa secara agregat keberlanjutan usahatani jagung relatif tetap atau malah lebih baik dengan masukan benih transgenik.

Tabel 9. Hasil Uji-t Berpasangan Nilai Indeks Keberlanjutan (IK) Jagung Transgenik vs. Nilai IK Jagung Hibrida

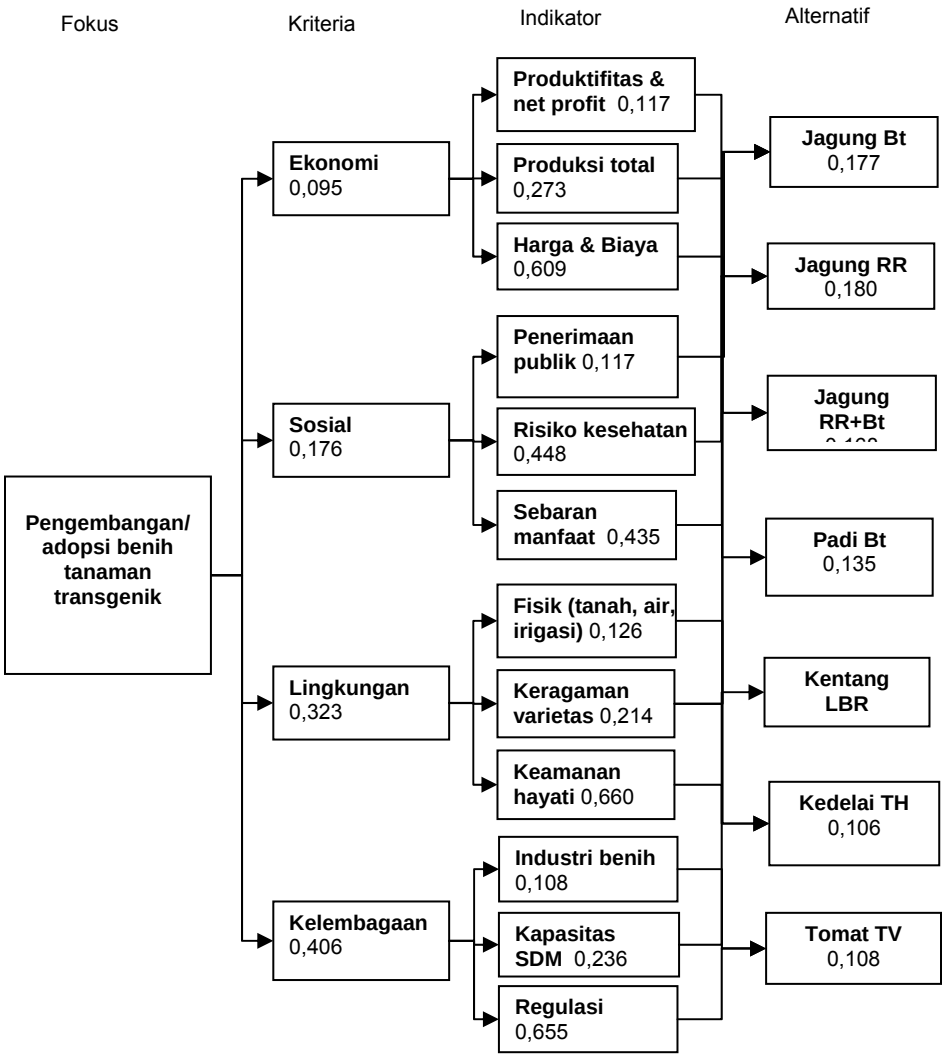
Uji Berpasangan	Beda Rerata	Batas Bawah *Confidence* (α = 0,05)	Nilai-t untuk Beda Rerata = 0 vs. > 0	Nilai-p *)
IK RR vs. IK hibrida	0,714	-0,844	0,76	0,224
IK Bt vs. IK hibrida	2,733	1,186	2,94	0,002

*) Jika nilai p < 0,05 maka hipotesis H_0 (beda rerata = 0) ditolak dan H_1 diterima, sebaliknya jika p > 0,05 maka H_0 diterima dan H_1 ditolak.

Analisis Faktor-faktor Penentu Adopsi Benih Tanaman Transgenik

Dengan menggunakan teknik AHP, hasil analisis adalah seperti pada gambar 4, dimana angka di dalam kotak kriteria dan subkriteria adalah nilai bobot, sedangkan angka di dalam kotak alternatif merupakan hasil sintesa bobot prioritas terhadap fokus. Hirarki teratas adalah fokus adopsi benih transgenik. Level kedua adalah kriteria ekonomi, sosial, lingkungan, dan kelembagaan. Level berikutnya adalah subkriteria dan alternatif-alternatif tanaman transgenik. Dari 17 matriks pembandingan, rasio inkonsitensi berkisar 0,006-0,085, kecuali 1 matriks nilainya >0,1 pada kriteria sosial yakni dengan nilai inkonsistensi 0,1552. Dengan demikian dilakukan revisi matriks kriteria sosial, secara khusus revisi hubungan antara subkriteria sebaran manfaat vs. persepsi risiko kesehatan dari nilai 1.886 menjadi 1.2651 (tetap lebih *favorable* untuk sebaran manfaat). Perubahan angka masih berada di antara dua nilai pembandingan

berpasangan 1 (*equal*) – 3 (*moderate*). Dengan revisi ini indeks inkonsistensi berubah menjadi 0,0685.



Gambar 4. Hasil Analisis Faktor-faktor Penentu Pengembangan Benih Transgenik

Analisis menunjukkan faktor kelembagaan berbobot paling besar yakni 41 persen diikuti dengan faktor lingkungan 32 persen, faktor sosial 18 persen, dan faktor ekonomi menempati urutan terakhir yakni 9 persen. Faktor penentu adopsi tanaman transgenik terkait dengan aspek kelembagaan dan lingkungan.

Untuk faktor kelembagaan apabila dirinci lebih jauh, variabel regulasi menempati bobot tertinggi (66%), kemudian kapasitas kelembagaan (24%), dan variabel industri benih (11%). Kondisi riil saat ini menunjukkan implementasi regulasi keamanan hayati merupakan kunci yang harus siap agar adopsi terjadi. Selanjutnya, pada faktor lingkungan yang dominan adalah keamanan hayati (66%), kemudian keragaman varietas (21%), dan aspek fisik (13%). Keamanan hayati menonjol karena teknologi transgenik dikhawatirkan memberi efek negatif kepada lingkungan hayati. Peraturan Pemerintah (PP) No. 21/2005 tentang keamanan hayati produk rekayasa genetika belum operasional karena Komisi Keamanan Hayati belum terbentuk. Sebenarnya PP 21 menyatakan aturan peralihan dimana SKB (Surat Keputusan Bersama) 4 Menteri (1998) tentang subyek yang sama dinyatakan masih berlaku sepanjang tidak bertentangan.

Faktor sosial dengan subkriteria persepsi risiko kesehatan dianggap sebagai aspek terpenting dengan bobot 45 persen, diikuti oleh aspek sebaran manfaat 44 persen dan aspek penerimaan publik 11 persen. Faktor ekonomi yakni harga dan penghematan biaya menduduki prioritas tertinggi yakni 61 persen, diikuti aspek produksi total 27 persen, dan aspek produktifitas serta keuntungan bersih yang mungkin didapatkan 12 persen. Faktor harga benih transgenik yang diperkirakan lebih mahal menjadi perhatian dari segi ekonomi.

Dari 7 alternatif tanaman transgenik yang ada, jenis benih jagung transgenik secara agregat (hasil sintesis prioritas pada gambar 4 menempati urutan lebih tinggi (17-18%) sementara lainnya berkisar 11-13 persen. Namun demikian, dari hasil ini dapat dikatakan bahwa tidak ada satu alternatif yang menonjol. Artinya pada kondisi kelembagaan dan/atau regulasi yang belum kondusif maka setiap alternatif teknologi transgenik memiliki tingkat kelayakan pengembangan relatif sama.

Dengan demikian dapat dikemukakan bahwa pada kondisi kelembagaan dan/atau regulasi yang belum kondusif atau belum sempurna pada tempatnya maka setiap teknologi transgenik yang prospektif memiliki tingkat kelayakan pengembangan yang relatif sama. Hal ini dapat menjadi justifikasi yang kuat bagi kegiatan (program/proyek penelitian dan pengembangan) berbagai teknologi transgenik dengan komoditas yang bervariasi yang saat ini dilakukan di banyak lembaga dan universitas di Indonesia. Hal yang sama berlaku bagi minat pihak swasta untuk mengintroduksikan teknologi transgenik ke Indonesia dari luar negeri walaupun dengan jenis komoditas yang berbeda dan lebih terbatas jumlahnya yakni dengan nilai komersialisasi yang dianggap tinggi.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Analisis *ex ante* kelayakan finansial adopsi benih jagung transgenik memberikan penerimaan rata-rata bagi petani sebesar Rp 10,7 – 14,4 juta lebih

tinggi daripada Rp 10,2–12,4 juta untuk benih hibrida. Keuntungan yang dihitung meningkat dengan adopsi menjadi Rp 5,6–9,4 juta/ha dari Rp 4,6–6,4 juta/ha. Dengan demikian usahatani jagung transgenik layak secara finansial.

Minat petani untuk mengadopsi benih jagung transgenik tergolong tinggi setelah mendapatkan penjelasan tentang potensi manfaatnya. Petani mau membayar harga lebih tinggi untuk jagung transgenik. Namun sebagian besar petani menginginkan tingkat harga tidak melebihi 10 persen dari harga rata-rata benih hibrida saat ini.

Keberlanjutan usahatani dengan adanya masukan benih transgenik relatif tetap hingga memperlihatkan kecenderungan lebih baik. Perubahan indeks keberlanjutan pada level usahatani bilamana petani menanam benih transgenik sebesar 91 untuk Bt, sebesar 89 untuk RR dibandingkan dengan 88 untuk hibrida biasa.

Faktor yang paling menentukan adopsi benih transgenik adalah aspek kelembagaan. Faktor kelembagaan ini memiliki bobot sebesar 41 persen, diikuti oleh faktor lingkungan sebesar 32 persen, faktor sosial sebesar 18 persen dan faktor ekonomi sebesar 9 persen.

Saran

Mengingat pontensi manfaat benih jagung transgenik yang positif bagi petani disarankan aspek regulasi dan kelembagaan memayungi adopsi benih jagung transgenik pada khususnya dan benih tanaman transgenik pada umumnya. Kelembagaan untuk implementasi PP No. 21/2005 perlu segera direalisasikan. Regulasi yang sama juga diharapkan memberikan arahan tentang risiko yang mungkin terjadi dan manajemennya.

Disarankan agar penyebarluasan informasi/edukasi tentang potensi manfaat dan risiko dari teknologi baru ini perlu diprogramkan oleh para pemangku kepentingan khususnya lembaga riset bioteknologi dan pihak industri.

Ke depan perlu dilakukan studi manfaat dan risiko untuk berbagai tanaman transgenik lain (setelah dinyatakan aman hayati) seperti padi, tebu, kentang, dan kedelai. Selain itu, perlu dilakukan studi menyangkut dampak sosial dan pelibatan publik/sosial (*public/social inclusion*) mengenai teknologi rekayasa genetika.

DAFTAR PUSTAKA

Alston, J. M., J. Hyde, M. C. Marra, P. D. Mithcell. 2002. An *Ex Ante* Analysis of the Benefits from the Adoption of Corn Rootworm Resistant Transgenic Corn Technology. AgBioForum 5(3):71-84.

Azapagic, A. and S. Perdan. 2005. An Integrated Sustainability Decision-Support Framework Part II: Problem Analysis. Int. J. of Sust. & World Ecol. 12:112 – 131.

Balai Kliring Keamanan Hayati (BKKH). 2008. Keputusan Domestik: Rangkuman Analisis Risiko. http://www.indonesiabch.org/beritadetail.php?id=21. 16 Sept. 2008.

Braunschweig, T., W. Janssen, C. Muñoz, and P. Rieder. 1999. Setting Research Priorities for the Chilean Biotechnology Program. *In* Cohen, J. Managing Agricultural Biotechnology: Addressing Research Program Needs and Policy Implications. ISNAR & CABI Publishing.

Falconi, C. A. 1999. Methods for Priority Setting in Agricultural Biotechnology Research. *In* Cohen, J. Managing Agricultural Biotechnology: Addressing Research Program Needs and Policy Implications. ISNAR & CABI Publishing.

Hareau, G. G. 2002. The Adoption of Genetically Modified Organisms in Uruguay's Agriculture: an *Ex Ante* Assessment of Potential Benefits. Thesis, Master of Science. Virginia Polytechnic Institute and State University. Blacksburg, VA.

Huesing, J. and L. English. 2004. The impacts of Bt Crops on the Developing World. AgBioForum 7 (1&2):84-95.

Irawan, B., G. S. Hardono, B. Winarso dan I. Sodikin. 2003. Analisis Faktor Penyebab Pelambatan Produksi Komoditas Pangan Utama. Laporan Akhir. Pusat Penelitian dan Pengembangan Sosial Ekonomi Pertanian. Departemen Pertanian. Bogor.

James, C. 2007. Global Status of Commercialized Biotech/GM Crops: 2007. *ISAAA Brief* No.37. ISAAA: Ithaca, NY.

Marimin. 2006. Teknik dan Aplikasi Pengambilan Keputusan Kriteria Majemuk. Penerbit Grasindo. Jakarta.

Masters, W. A., B. Coulibaly, D. Sanogo, M. Sidibe', A. Williams, J. H. Sanders, and J. L. DeBoer. 1996. The Economic Impact of Agricultural Research: A Practical Guide. Dept. of Agricultural Economics, Purdue University, West Lafayette.

Moon, W. and S. K. Balasubramanian. 2003. Is There a Market for Genetically Modified Foods in Europe? Continget Valuation of GM and Non-GM Breakfast Cereals in the United Kingdom. AgBioForum 6(3):128-133.

Nazir, M. 1988. Metode Penelitian. Penerbit Universitas Syah Kuala. Banda Aceh.

Saaty, R. W. and T. L. Saaty. 2003. Decision Making in Complex Environments: the Analyitical Hierarchy Process (AHP) for Decision Making and the Analyitical Network Process (ANP) for Decision Making with Dependence and Feedback. Creative Decisions Foundation, Pittsburgh, PA. http://www.SuperDecision.com

Simatupang, P. 2002. Daya Saing dan Efisiensi Usahatani Jagung Hibrida di Indonesia. Makalah disampaikan dalam Diskusi Nasional Agribisnis Jagung, Bogor, 24 Juni 2002, Badan Litbang Pertanian, Departemen Pertanian.

Lampiran 1. Daftar Lembaga Tempat Responden Pakar

Penelitian ini menekankan pentingnya pendapat pakar yang bekerja dalam penelitian benih transgenik/bioteknologi di lembaga riset Pemerintah dan perusahaan penyedia benih yang juga memiliki *pipeline* produk/teknologi transgenik yang berpotensi untuk dikembangkan di Indonesia.

No.	Nama Lembaga/Perusahaan	Jumlah Pakar
1.	Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Bioteknologi dan Sumberdaya Genetik Pertanian (BB BIOGEN), Bogor	2
2.	Pusat Studi Sosial Ekonomi dan Kebijakan Pertanian (PSE-KP), Bogor	1
3.	Pusat Penelitian Sumber Daya Hayati dan Bioteknologi, IPB	1
4.	Asosiasi Industri Agrokimia dan Benih CropLife Indonesia, Jakarta	1
5.	Perusahaan benih jagung hibrida PT. Branita Sandhini (Monsanto), Jakarta	1
	Jumlah	6