

KEBERLANJUTAN SISTEM INTENSIFIKASI PADI DI INDONESIA DITINJAU DARI INDIKATOR HAYATI: STUDI KASUS DI JAWA BARAT DAN BALI

I Nyoman Widiarta¹, Made Subiksa², dan M. Oka A. Manikmas¹

¹ Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanaman Pangan,
Jalan Merdeka 147, Bogor

² Balai Penelitian Tanah, Jalan Ir. H. Juanda No. 98, Bogor.

ABSTRACT

Sustainability of System of Rice Intensification in Indonesia as Considered through Biological Indicator: A Case Study in West Java and Bali. Green Revolution has been practiced in Indonesia as Indonesian's System of Rice Intensification. The rice intensification itself has been initiated since the launch of mass guidance (BIMAS) program. Recently, the BIMAS was improved and renamed as National Rice Improvement Program (P2BN). Through such program the country was successfully attained the rice self sufficiency state in 1984 and 2008. In order to evaluate sustainability of rice intensification in Indonesia, survey was conducted in Tabanan and Badung Districts of Bali Province and in Karawang and Cianjur Districts of West Java Province. During the surveys in these two provinces, four indicators were observed, i.e.: (1) chemical input, (2) soil, (3) biological diversity, and (4) agricultural waste water. Sustainability of rice intensification was evaluated on the combination of sustainability-value of these four indicators. Results of these surveys indicated that rice intensification in Tabanan was classified as sustainable enough, in Cianjur was less sustainable, while in both Badung and Karawang were not sustainable. These results indicated that rice intensification practices in Tabanan should be maintained and while those in the other three districts, i.e. Badung, Cianjur, and Karawang, to prevent further environmental deterioration, the rice intensification should be improved.

Key words: *System of rice intensification, biological indicator, sustainability.*

ABSTRAK

Sistem intensifikasi padi (SIP) yang dimulai dari BIMAS sampai dengan P2BN yang merupakan adaptasi dari Revolusi Hijau telah berhasil mengantarkan Indonesia mencapai swasembada beras pada tahun 1984 dan tahun 2008. Meningkatnya kesadaran masyarakat terhadap kelestarian lingkungan, membawa perhatian pada keberlanjutan sistem intensifikasi padi. Untuk mengetahui keberlanjutan sistem intensifikasi padi diteliti indikator faktor produksi-input dan biologi serta indikator faktor yang terkait dengan faktor hayati. Penelitian dilaksanakan di Kabupaten Tabanan dan Badung, Provinsi Bali serta di Kabupaten Karawang dan Cianjur, Provinsi Jawa Barat. Indikator yang diamati meliputi: (1) input kimiawi, (2) tanah, (3) keragaman hayati, dan (4) air limbah pertanian. Keberlanjutan sistem intensifikasi ditentukan dari gabungan nilai keberlanjutan dari keempat indikator tersebut. Dilihat dari nilai keberlanjutan hanya di Tabanan yang masuk kategori cukup terlanjutkan, sedangkan di Cianjur termasuk kurang terlanjutkan, dan di Karawang dan Badung sudah termasuk kategori tidak terlanjutkan. Implikasinya adalah pengelolaan di Tabanan perlu dipertahankan dan di tiga kabupaten lainnya perlu ditingkatkan supaya keragaman hayati tidak terganggu dan intensifikasi padi terlanjutkan.

Kata kunci: *Sistem intensifikasi padi, indikator hayati, keberlanjutan.*

PENDAHULUAN

Sistem intensifikasi padi di Indonesia dimulai dari gerakan Bimbingan Massal (BIMAS) pada pertengahan tahun 1960-an. Gerakan BIMAS merupakan bentuk implementasi spesifik Indonesia dari gerakan Revolusi Hijau yang bertumpu pada varietas unggul baru dan agro-input kimia utamanya pupuk urea dan pestisida (Kesavan and Swaminathan 2006). BIMAS berkembang sesuai dengan perubahan jaman menjadi Intensifikasi Massal (INMAS), SUPRA INSUS, Gema Palagung, dan Peningkatan Produksi Beras Nasional (P2BN). Sistem intensifikasi padi dengan teknologi Revolusi Hijau berhasil meningkatkan produksi beras Indonesia dengan pencapaian swasembada beras I pada tahun 1984 dan swasembada beras II pada tahun 2008 (BPS 2009).

Meskipun produksi meningkat, namun peningkatannya yang melandai menyebabkan kekhawatiran akan keberlanjutan sistem intensifikasi padi di Indonesia. Perspektif keberlanjutan suatu sistem produksi pada lahan sawah irigasi dan keinginan untuk memberikan pengertian dan pemahaman kepada petani dan pengemban kepentingan, serta teknik pengukuran indikator keberlanjutan tersebut. Pada dasarnya petani melakukan kegiatan usahatani

dengan tujuan untuk memperoleh laba atau keuntungan bersih yang maksimal. Namun, dalam kegiatan mereka, kelestarian lingkungan dan sumberdaya serta sosial-budaya tidak menjadi korban dalam upaya mengejar keuntungan ekonomi. Dengan demikian, sasaran keberlanjutan baik dilihat dari aspek lingkungan dan sumberdaya, sosial maupun ekonomi perlu didefinisikan agar mudah dimengerti. Untuk maksud di atas, berbagai indikator keberlanjutan yang dapat digunakan untuk mengukur kinerja sistem produksi pada lahan sawah irigasi perlu dikembangkan (MAF 1997).

Sistem produksi padi di Indonesia, khususnya di lahan sawah irigasi sudah cukup intensif. Petani mengusahakan padi minimal dua kali dalam pola tanam setahun diikuti dengan palawija pada musim ketiga. Namun demikian, tidak jarang petani di berbagai daerah sentra produksi mengusahakan padi sampai tiga kali setahun karena didukung oleh ketersediaan air yang memadai (Badan Litbang Pertanian 1999).

Keberlanjutan (*sustainability*) adalah suatu konsep yang holistik yang harus mempertimbangkan aspek ekonomi, sosial, dan lingkungan. Sangat tidak mudah untuk mengatakan suatu sistem produksi adalah terlanjutkan. Indikator keberlanjutan hanya dapat diukur dan bermanfaat jika dikaitkan dengan suatu manajemen produksi pertanian yang berlanjut.

Keberlanjutan di atas didefinisikan berdasarkan berbagai pertimbangan (Manikmas and Agus 2003): (1) mempertahankan potensi sumberdaya alam untuk memenuhi kecukupan kebutuhan generasi yang akan datang, (2) menjaga kapasitas pendukung kehidupan seperti udara, air, tanah, dan ekosistem, dan (3) mencegah atau mengatasi terjadinya dampak buruk suatu kegiatan pembangunan terhadap lingkungan. Untuk keperluan praktis di lapangan, keberlanjutan harus didefinisikan atas dasar tujuan dan sasaran yang mencerminkan keberlanjutan tersebut. Pada tulisan ini diuraikan tentang indikator biologi dan indikator lain yang terkait untuk menganalisis keberlanjutan sistem intensifikasi produksi padi.

BAHAN DAN METODE

Pengumpulan Data Indikator

Data input produksi seperti benih, urea, SP36, KCl, ZA, NPK, PC, dan pupuk kandang diperoleh dari wawancara dengan kuesioner terstruktur. Pengamatan indikator biologi di Bali dilakukan di 3 lokasi, yaitu: (1) Desa Mangesta, Kecamatan Penebel, Kabupaten Tabanan, (2) Desa Selanbawak, Kecamatan Marga, Kabupaten Tabanan, dan (3) Desa Pnarungan, Kecamatan Mengwi, Kabupaten Badung. Pengamatan di Jawa Barat dilakukan di 2 lokasi, yaitu: (1) Desa Kalibuaya, Kecamatan Telagasari, Kabupaten Karawang, (2) Desa Karangwangi, Kecamatan Ciranjang, Kabupaten Cianjur. Indikator biologi

air yang diamati adalah populasi kunang-kunang dan capung, sedangkan indikator biologi tanah yang diamati adalah populasi cacing tanah (RMA 1991). Pengamatan kunang-kunang dilakukan pada malam hari dengan melihat kunang-kunang pada saluran air sepanjang 200 m. Pengamatan populasi capung dilakukan pada petakan sawah, sebagai unit pengamatan adalah petakan sawah ukuran 20 m x 30 m. Pengamatan cacing tanah dilakukan dengan menggali tanah sawah. Satu unit sampel berukuran 30 cm x 30 cm dengan kedalaman 10 cm. Dari tanah yang dibongkar, dihitung jumlah cacing tanah yang ditemukan. Jumlah unit sampel di setiap lokasi adalah 10 unit. Sampel tanah diambil untuk analisis kandungan C-organik tanah. Terdapat tiga parameter utama yang dipakai untuk menilai air limbah pertanian yaitu pencemaran air saluran, kebersihan saluran, dan komplain masyarakat.

Indikator Keberlanjutan

Sebanyak 4 indikator yang terkait dengan biologi digunakan dalam menganalisis keberlanjutan intensifikasi sistem produksi padi pada lahan sawah irigasi (Leopold *et al.* 1971), yaitu: (1) input kimiawi, (2) tanah, (3) keragaman hayati, (4) air limbah pertanian. Penentuan tingkat keberlanjutan suatu sistem produksi pertanian dilakukan terintegrasi dari 4 indikator tersebut di atas.

Penentuan Bobot, Skor, dan Nilai Keberlanjutan

Penentuan bobot (%) di antara 4 indikator keberlanjutan dilakukan atas azas manfaat dan kontribusi terhadap nilai tambah produksi, ekonomi, dan lingkungan. Penentuan besarnya bobot masing-masing indikator dilakukan melalui *expert judgement* yang oleh tim peneliti multi disiplin. Berdasarkan pertimbangan ini, tampaknya indikator biologi sangat dominan dengan bobot 40% dari total bobot 100%, sedangkan input kimiawi, tanah, dan air limbah pertanian masing-masing 20%. Dengan demikian, 40% dari bobot keberlanjutan suatu sistem produksi ditentukan oleh indikator biologi. Sedangkan 60% sisanya adalah untuk indikator lainnya dengan bobot masing-masing 20% yaitu indikator kimiawi, tanah, dan air limbah pertanian.

Sedangkan penentuan skor masing-masing indikator dilakukan atas dasar koefisien keragaman (CV - *coefficient of variation*) pengamatan baik melalui wawancara kepada petani maupun pengamatan langsung ke lapangan dengan mengambil sampel tanah dan air untuk masing-masing indikator. Indikator keberlanjutan dapat dilihat dari koefisien keragaman dari data *time series* dalam suatu periode tertentu. Makin tinggi CV makin kurang terlanjutkan suatu sistem produksi padi yang intensif. CV merupakan rasio antara standar deviasi (Stdev) dan rata-rata data *time series* suatu parameter. Keragaman pengamatan dievaluasi berdasarkan rentangan CV, yaitu $0 < CV \leq 5,0\% = 5 =$ terlanjutkan; $5,0 < CV \leq 10,0\% = 4 =$ cukup terlanjutkan; $10,0 < CV \leq 15,0\% = 3 =$ kurang terlanjutkan; $15,0 < CV \leq 20,0\% = 2 =$ tidak terlanjutkan; $CV > 20,0\% = 1 =$ sangat tidak terlanjutkan. Selanjutnya, nilai keberlanjutan masing-masing indikator merupakan perkalian antara bobot dan skor dengan rentangan 0–500.

Tingkat Keberlanjutan

Tingkat keberlanjutan (TK) intensifikasi sistem produksi padi pada lahan sawah irigasi, kemudian ditentukan berdasarkan perhitungan nilai integratif 4 indikator keberlanjutan di atas dengan kualifikasi sebagai berikut: (1) $450 < TK \leq 500 = 5$ = terlanjutkan; (2) $400 < TK \leq 450 = 4$ = cukup terlanjutkan; (3) $350 < TK \leq 400 = 3$ = kurang terlanjutkan; (4) $300 < TK \leq 350 = 2$ = tidak terlanjutkan; dan (5) $TK < 300 = 1$ = sangat tidak terlanjutkan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Indikator Input Kimiawi

Penggunaan input kimiawi dalam sistem produksi padi yang intensif dengan pendekatan PTT pada lahan sawah irigasi terutama pupuk, tampaknya di dominasi oleh pupuk urea dan NPK. Sedangkan jenis pupuk lain seperti SP36, KCl, ZA, pengatur zat tumbuh (PC) dan pupuk kandang relatif sedikit bahkan tidak ada dengan keragaman yang cukup tinggi. Hasil analisis indikator keberlanjutan sistem produksi padi dilihat dari aspek penggunaan input kimiawi disajikan pada Tabel 1-4.

Secara umum, keragaman penggunaan pupuk anorganik maupun pupuk organik di tingkat petani keragamannya sangat tinggi. Hal ini mencerminkan ketersediaan pupuk di tingkat petani belum terjamin dan terlanjutkan dalam artian jumlah, jenis, tempat, waktu, sasaran, dan harga yang tepat. Ketersediaan pupuk di tingkat petani sangat dipengaruhi oleh faktor distribusi, keberlanjutan pasokan, dan harga yang dipengaruhi oleh komponen impor pupuk dan biaya transportasi. Keberlanjutan sistem produksi padi yang intensif baik dengan pendekatan PTT maupun SRI salah satunya ditentukan oleh keberlanjutan ketersediaan pupuk di tingkat petani.

Kasus di Kabupaten Cianjur misalnya, penggunaan pupuk anorganik dalam sistem produksi padi dengan pendekatan PTT terdiri atas urea, KCl, ZA, dan NPK dengan dosis masing-masing sekitar 172 kg/ha, 87 kg/ha, 73 kg/ha, dan 245 kg/ha dengan total sebanyak 577 kg/ha. Keragaman penggunaan keempat jenis pupuk tersebut (urea, KCl, ZA, dan NPK) di tingkat petani cukup tinggi dengan CV masing-masing 18,22%, 14,43%, 13,36%, dan 19,26% yang termasuk kurang terlanjutkan sampai tidak terlanjutkan (Tabel 1).

Tabel 1. Penggunaan pupuk (kg/ha) dalam intensifikasi sistem produksi padi (PTT) pada MH di Kabupaten Cianjur dan Karawang, Jawa Barat. 2008

PTT-MH	Cianjur		Karawang		Jawa Barat	
	Mean	CV	Mean	CV	Mean	CV
Produktivitas	5936	22,27	4881	22,10	5293	24,23
Bibit	35	16,22	31	11,34	32	14,99
Urea	172	18,82	279	11,96	238	25,82
SP36	.	.	181	14,25	181	14,25
KCl	87	14,43	56	10,93	66	25,40
ZA	73	13,36	.	.	78	18,03
NPK	245	19,26	146	13,97	178	22,39
PC	.	.	2	17,94	2	17,94
Pupuk kandang	.	.	348	13,04	348	13,04

Catatan: $0 < CV \leq 5,0\%$ = 5 = terlanjutkan; $5,0 < CV \leq 10,0\%$ = 4 = cukup terlanjutkan; $10,0 < CV \leq 15,0\%$ = 3 = kurang terlanjutkan; $15,0 < CV \leq 20,0\%$ = 2 = tidak terlanjutkan; $CV > 20,0\%$ atau $CV < 0\%$ = 1 = sangat tidak terlanjutkan.

Keragaman penggunaan pupuk yang cukup tinggi terepleksi pada tingkat produktivitas yang juga sangat beragam yang ditunjukkan oleh CV (22,27%) yang termasuk tidak terlanjutkan. Dilihat dari jenis dan jumlah pupuk anorganik yang digunakan oleh petani secara rata-rata sebenarnya sudah cukup tinggi, namun keragamannya sangat tinggi. Kondisi ini mencerminkan kemampuan modal usahatani padi di Kabupaten Cianjur cukup tinggi sekalipun dalam satu kelompok tani sehamparan.

Sedangkan petani di Kabupaten Karawang tidak menggunakan ZA dan empat jenis pupuk anorganik yang mereka gunakan yaitu urea, SP36, KCl, dan NPK dengan dosis masing-masing sekitar 279 kg/ha, 181 kg/ha, 56 kg/ha, dan 146 kg/ha. Petani di sini juga menggunakan pupuk perangsang tumbuh (PC) dan pupuk organik dengan dosis masing-masing 2 l/ha dan 348 kg/ha. Keragaman dosis pupuk di tingkat petani di Kabupaten Karawang juga cukup beragam dengan CV masing-masing 11,96% untuk urea, 14,25% untuk SP36, untuk KCl dan NPK masing-masing 10,93% dan 13,97% yang termasuk kurang terlanjutkan. Sedangkan penggunaan zat perangsang pertumbuhan dan pupuk kandang (organik) juga termasuk kurang terlanjutkan dengan CV masing-masing 17,94% dan 13,04% (Tabel 1).

Dengan demikian, secara agregat untuk kedua kabupaten di Jawa Barat ini, penggunaan pupuk anorganik (urea, SP36, KCl, ZA, NPK, dan PC) termasuk kurang terlanjutkan sampai tidak terlanjutkan dengan CV masing-masing 25,82% (urea), 14,25% (SP36), 25,40% (KCl), 18,03% (ZA), 22,39% (NPK), dan 17,94% (PC). Sedangkan penggunaan pupuk organik (pupuk kandang)

masih termasuk kurang terlanjutkan dengan CV (13,04%). Masalahnya masih terfokus pada daya beli dan kemampuan modal petani yang terbatas. Kondisi ini tidak ditunjang oleh aksesibilitas petani terhadap modal yang memadai dalam sistem pendanaan mikro di pedesaan.

Selanjutnya, untuk kasus di Kabupaten Tabanan dan Badung di Provinsi Bali, tampaknya penggunaan pupuk baik anorganik (urea, SP36, KCl, ZA, dan NPK) dan pupuk organik (pupuk kandang) lebih intensif di Tabanan dibandingkan dengan Badung. Penggunaan pupuk anorganik di tingkat petani masing-masing mencapai 278 kg/ha (urea), 122 kg/ha (SP36), 85 kg/ha (KCl), 53 kg/ha (ZA), dan 149 kg/ha (NPK). Di antara kelima jenis pupuk tersebut, hanya penggunaan ZA yang cukup terlanjutkan dengan CV (6,3%) dan urea yang kurang terlanjutkan dengan CV (10,99%), sedangkan penggunaan jenis lainnya (SP36, KCl, dan NPK) tidak terlanjutkan dengan CV masing-masing 19,54%, 19,93%, dan 16,12%. Petani di Tabanan juga menggunakan pupuk kandang rata-rata 1988 kg/ha dengan CV 17,56% yang termasuk tidak terlanjutkan (Tabel 2).

Penggunaan pupuk oleh petani di Kabupaten Badung tidak seintensif petani di Kabupaten Tabanan. Jenis pupuk anorganik yang digunakan oleh petani di Badung adalah urea (288 kg/ha), SP36 (105 kg/ha), dan NPK (120 kg/ha) dengan CV masing-masing 8,40%, 9,52%, dan 12,15% yang termasuk ke dalam kondisi cukup terlanjutkan (urea dan SP36) dan kurang terlanjutkan (NPK). Walaupun penggunaan pupuk tidak seintensif di Tabanan, produktivitas rata-rata di Kabupaten Badung mencapai 5,78 t/ha dan Tabanan 5,85 t/ha dengan CV masing-masing 25,30% dan 19,26% (Tabel 2).

Secara agregat, penggunaan pupuk anorganik (urea, SP36, KCl, ZA, NPK) rata-rata mencapai 287 kg/ha, 120 kg/ha, 82 kg/ha, 47 kg/ha, dan 146 kg/ha dengan CV masing-masing 10,72% (kurang terlanjutkan), 19,34%, 23,54%, 19,58%, dan 16,98% yang termasuk tidak terlanjutkan. Sedangkan penggunaan pupuk kandang rata-rata 1.989 kg/ha dengan CV 17,23% yang juga termasuk tidak terlanjutkan (Tabel 2). Penggunaan pupuk kandang (organik) belum meluas di tingkat petani sehingga sistem produksi padi intensif dengan pendekatan PTT di Kabupaten Tabanan dan Badung masih mengandalkan pupuk anorganik. Permodalan di tingkat pedesaan sebenarnya tidak merupakan masalah namun usahatani tidak merupakan sumber pendapatan utama petani terutama di Kabupaten Badung karena terimbas oleh industri pariwisata dan kerajinan.

Tabel 2. Penggunaan pupuk (kg/ha) dalam intensifikasi sistem produksi padi (PTT) pada MH di Kabupaten Tabanan dan Badung, Bali. 2008

PTT-MH	Tabanan		Badung		Bali	
	Mean	CV	Mean	CV	Mean	CV
Produktivitas	5850	19,26	5777	25,30	5782	19,48
Bibit	35	16,40	23	13,11	33	19,14
Urea	287	10,99	288	8,40	287	10,72
SP36	122	19,54	105	9,52	120	19,34
KCl	85	19,93	.	.	82	23,54
ZA	53	6,73	.	.	47	19,58
NPK	149	16,12	120	12,15	146	16,98
PC
Pupuk kandang	1988	17,56	.	.	1989	17,23

Catatan: $0 < CV \leq 5,0\% = 5$ = terlanjutkan; $5,0 < CV \leq 10,0\% = 4$ = cukup terlanjutkan; $10,0 < CV \leq 15,0\% = 3$ = kurang terlanjutkan; $15,0 < CV \leq 20,0\% = 2$ = tidak terlanjutkan; $CV > 20,0\%$ atau $CV < 0\% = 1$ = sangat tidak terlanjutkan.

Tabel 3. Kandungan C-organik di empat kabupaten contoh, 2008

No.	Lokasi	C-organik (%)	Skor
1	Karangwangi, Cianjur	1,94	4
2	Cibalagung, Cianjur	2,25	4
3	Kalibuaya, Karawang	1,34	3
4	Cariu Mulya, Karawang	1,03	3
5	Wangaya Betan, Tabanan	2,58	5
6	Guama, Tabanan	2,67	5
7	Penarungan, Badung	2,21	4

Skor: $> 2,5\% = 5$; $1,5 - 2,5\% = 4$; $1 - 1,5\% = 3$; $0,5 - 1\% = 2$; $< 0,5\% = 1$.

Indikator Tanah

Bahan organik tanah adalah indikator sangat penting dalam kaitan dengan keberlanjutan usahatani padi. Bahan organik yang tinggi menjamin adanya kehidupan mikroorganisme yang lebih baik. Batas kritis kandungan C-organik tanah adalah 2%. Tanah sawah yang kandungan C-organik $< 2\%$ pada umumnya terjadi karena jerami jarang dikembalikan ke lahan, sehingga lama kelamaan produktivitasnya merosot dan tergantung pada pupuk kimia. Tanah sawah di Karangwangi tergolong sudah melewati batas kritis, tetapi bisa segera ditingkatkan bila jerami dikembalikan. Sedangkan tanah sawah di Cariu Mulya dan Kalibuaya memerlukan penambahan jerami yang lebih banyak karena kadar C-organik sudah sangat rendah. Sementara itu tanah sawah di Cibalagung, Cianjur dan 3 lokasi survei di Bali memiliki kadar C-organik yang cukup tinggi (Tabel 3).

Indikator Air Limbah Pertanian

Air limbah pertanian adalah limbah cair buangan aktivitas pertanian/peternakan yang mungkin bisa mencemari lingkungan sawah melalui saluran irigasi. Terdapat tiga parameter utama yang dipakai untuk menilai air limbah pertanian yaitu pencemaran air saluran, kebersihan saluran, dan komplain masyarakat. Hasil pantauan di lapangan dan diskusi dengan masyarakat dirangkum dalam Tabel 4.

Tabel 4. Hasil penilaian indikator air limbah pertanian di lima kabupaten contoh, 2008

No.	Lokasi survei	Parameter air limbah pertanian			Skor
		Pencemaran air	Kebersihan saluran	Komplain masyarakat	
1.	Karangwangi	Tidak ada	Bersih	Tidak ada	5,00
2.	Cibalagung	Tidak ada	Agak bersih	Tidak ada	4,67
3.	Kalibuaya	Tidak ada	Kurang bersih	Tidak ada	4,20
4.	Cariu Mulya	Tidak ada	Agak bersih	Tidak ada	4,67
5.	Mangesta	Tidak ada	Bersih	Tidak ada	5,00
6.	Guama	Tidak ada	Agak bersih	Tidak ada	4,67
7.	Penarungan	Tidak ada	Bersih	Tidak ada	5,00

Pencemaran air oleh buangan air limbah pertanian di semua lokasi pada umumnya tidak ada karena aktivitas pertanian yang menghasilkan air limbah sangat sedikit dan hanya skala kecil seperti kandang ternak di sekitar saluran irigasi. Parameter kebersihan saluran yang kasat mata adalah adanya sampah plastik di sepanjang saluran.

Hal ini bisa terjadi bila saluran irigasi melintasi pemukiman. Sampah plastik dan bungkus mi instan cukup banyak ditemukan di saluran air Desa Cibalagung, Kalibuaya, Cariu Mulya, dan Guama. Hasil diskusi kelompok menunjukkan, walaupun ada pencemaran dari sampah plastik, tidak ada komplain dari masyarakat di 7 lokasi survei di empat kabupaten contoh.

Indikator Hayati

Kunang-kunang tidak ditemukan pada pengamatan di Desa Kalibuaya, Kabupaten Karawang maupun di Desa Karangwangi, Kabupaten Cianjur. Kondisi ini memberi indikasi keragaman hayati yang diwakili oleh keberadaan kunang-kunang sudah diragukan keberadaannya. Namun penyebab menghilangnya kunang-kunang di kedua desa yang mewakili Kabupaten Cianjur dan Karawang perlu dikaji dan diteliti lebih lanjut. Sedangkan pada

Tabel 5. Kepadatan kunang-kunang di masing-masing desa penelitian di Kabupaten Cianjur dan Karawang, Jawa Barat. 2008

Jenis dan kepadatan populasi hayati	Cianjur	Karawang	Agregat
	Desa Karangwangi	Desa Kalibuaya	
Kunang-kunang (ekor/200 m saluran)	0	0	0
Capung (ekor/30 m x 30 m)	1,0	6,0	7,0
Cacing tanah (30 cm x 30 cm x 10 cm)	11,0	1,0	7,6
Total	12,0	7,0	14,6

Keterangan: P = populasi; $0 < P \leq 5$ = tidak terlanjutkan = 1; $5 < P \leq 10$ = kurang terlanjutkan = 2; $10 < P \leq 15$ = cukup terlanjutkan = 3; $15 < P \leq 20$ = terlanjutkan = 4; $P > 20$ = sangat terlanjutkan = 5.

populasi capung paling tinggi ditemukan di Desa Kalibuaya, lebih tinggi dibandingkan dengan Desa Karangwangi, yaitu masing-masing 6 ekor dan 1 ekor/600 m² petakan lahan sawah (Tabel 5).

Nimfa kunang-kunang dan capung hidup dengan baik pada air yang tidak tercemar bahan kimia seperti pestisida dan air limbah rumah tangga. Air pada saluran irigasi di Desa Karangwangi, Kabupaten Cianjur tidak lebih baik dibandingkan dengan kondisi air di Desa Kalibuaya, Kabupaten Karawang. Kualitas air pada lahan sawah di kedua desa dilihat dari indikator biologi air perlu dibandingkan dengan hasil analisis air.

Cacing tanah sebagai salah satu indikator biologi tanah, populasinya di Desa Karangwangi, Kabupaten Cianjur lebih tinggi dibandingkan dengan kepadatan populasi cacing tanah di Desa Kalibuaya, Kabupaten Karawang yaitu masing-masing 11,0 ekor dan 1,0 ekor/30 cm x 30 cm x 10 cm. Cacing tanah biasanya berkembang dengan baik pada tanah dengan kandungan bahan organik yang cukup baik yaitu minimal 2,5% dari volume lapisan olah tanah pada kedalaman antara 30–40 cm. Dari hasil pengamatan di lapangan tampaknya kandungan bahan organik tanah pada lahan sawah irigasi di Desa Karangwangi lebih baik dibandingkan dengan Desa Kalibuaya.

Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa kondisi air di Desa Karangwangi, Kabupaten Cianjur dan Desa Kalibuaya, Kabupaten Karawang telah tercemar pada level yang telah mengganggu keberadaan dan populasi kunang-kunang dan capung. Sedangkan kondisi tanah di Desa Karangwangi relatif lebih baik dibandingkan dengan Desa Kalibuaya dilihat dari populasi cacing tanah.

Pengamatan indikator keragaman hayati yaitu populasi kunang-kunang, capung, dan cacing tanah untuk Provinsi Bali dilakukan di tiga desa, yaitu

Tabel 6. Kepadatan kunang-kunang di masing-masing desa penelitian di Kabupaten Tabanan dan Badung, Bali. 2008

Jenis dan kepadatan populasi hayati	Tabanan		Badung	Agregat
	Desa Mangesta	Desa Selanbawak	Desa Penarungan	
Kunang-kunang (ekor/200 m saluran)	27,0	1,0	0,0	28,0
Capung (ekor/30 m x30 m)	11,0	6,2	0,7	20,9
Cacing tanah (30 m x30 mx10 m)	0,5	5,2	1,9	7,6
Total	38,5	12,2	2,6	53,7

Keterangan: P = populasi; $0 < P \leq 5$ = tidak terlanjutkan = 1; $5 < P \leq 10$ = kurang terlanjutkan = 2; $10 < P \leq 15$ = cukup terlanjutkan = 3; $15 < P \leq 20$ = terlanjutkan = 4; $P > 20$ = sangat terlanjutkan = 5.

masing-masing Desa Mangesta dan Desa Selanbawak di Kabupaten Tabanan dan Desa Penarungan di Kabupaten Badung. Hasil pengamatan untuk masing-masing indikator disajikan pada Tabel 6.

Populasi kunang-kunang sebagai salah satu indikator kualitas air irigasi pada lahan sawah tertinggi ditemukan di Desa Mangesta, yaitu sekitar 27,0 ekor/200 m panjang saluran dan hanya 1,0 ekor di Desa Selanbawak keduanya di Kabupaten Tabanan. Sedangkan di Desa Penarungan, Kabupaten Badung tidak ditemukan satu ekor pun kunang-kunang. Sedangkan kepadatan populasi capung tertinggi juga ditemukan di Desa Mangesta yaitu 11,0 ekor/30 m x 30 m, 6,2 ekor ditemukan di Desa Selanbawak, dan hanya 0,7 ekor/30 m x 30 m di Desa Penarungan, Kabupaten Badung.

Air irigasi di Desa Mangesta paling dekat dengan sumber mata air dibandingkan dengan Desa Selanbawak dan Desa Penarungan. Dari hasil pengamatan ini menunjukkan bahwa tingkat pencemaran pada air irigasi paling rendah pada lahan sawah di Desa Mangesta dibandingkan dengan tingkat pencemaran di Desa Selanbawak dan Desa Penarungan. Tingkat pencemaran air yang bersumber dari limbah pertanian seperti input kimiawi (pupuk dan pestisida) maupun yang bersumber dari limbah rumah tangga masih perlu dibandingkan dengan hasil analisis air.

Di sisi lain, populasi cacing tanah sebagai salah satu indikator tanah di tiga desa yang diamati menunjukkan bahwa populasi tertinggi ditemukan di Desa Selanbawak yaitu sekitar 5,2 ekor/30 cm x 30 cm x 10 cm. Sedangkan populasi cacing masing-masing di Desa Mangesta, Kabupaten Tabanan dan Desa Penarungan, Kabupaten Badung hanya 0,5 dan 1,9/30 cm x 30 cm x 10 cm.

Sekali lagi indikator populasi cacing tanah menunjukkan bahwa kandungan bahan organik pada lahan sawah irigasi yang secara intensif diusahakan untuk pertanaman padi dengan penggunaan input kimiawi diduga telah menurunkan populasi cacing tanah. Cacing tanah berfungsi sebagai organisme pembenah tanah yang paling efektif yang mampu memperbaiki struktur tanah. Struktur tanah yang lebih baik akan mampu meningkatkan ketersediaan unsur hara dalam tanah yang mampu diserap oleh tanaman. Tentu hasil ini perlu dibandingkan dengan hasil analisis tanah terutama tingkat residu input kimiawi dalam tanah.

Tingkat Keberlanjutan

Hasil analisis dan evaluasi tingkat keberlanjutan intensifikasi sistem produksi padi pada lahan sawah irigasi berdasarkan kualifikasi keberlanjutan di atas disajikan pada Tabel 7 sampai Tabel 10. Secara umum sistem produksi padi di lahan sawah irigasi sudah mengawatirkan berdasarkan nilai tingkat keberlanjutannya.

Di Kabupaten Cianjur misalnya, nilai TK usahatani padi di wilayah penelitian mencapai 354,25. Sebenarnya nilai ini menempatkan sistem produksi padi di Kabupaten Cianjur berada pada tingkat kurang terlanjutkan (Tabel 7). Dengan demikian, ini suatu peringatan bagi Kabupaten Cianjur, bila tidak ada upaya memperbaiki penggunaan input kimiawi, lingkungan tanah dan air, dan upaya gerakan sosial untuk memperbaiki lingkungan, mungkin tingkat keberlanjutan sistem produksi padi di sini akan terus merosot.

Sedangkan tingkat keberlanjutan sistem produksi padi sawah irigasi di Kabupaten Karawang di bawah Kabupaten Cianjur yaitu dengan nilai TK 328,80 pada tingkat tidak terlanjutkan. Oleh karena itu, Kabupaten Karawang perlu memperbaiki kondisi 4 indikator keberlanjutan agar terlanjutkan (Tabel 8).

Tabel 7. Tingkat keberlanjutan intensifikasi sistem produksi padi di Kabupaten Cianjur. 2008

Indikator	Bobot (%)	Skor	Nilai
Input kimiawi	20	2,71	54,25
Tanah	20	4,50	90,00
Air limbah pertanian	20	4,50	90,00
Keragaman hayati	40	3,00	120,00
Total	100		354,25

Keterangan: $450 < TK \leq 500 = 5 =$ terlanjutkan, $400 < TK \leq 450 = 4 =$ cukup terlanjutkan, $350 < TK \leq 400 = 3 =$ kurang terlanjutkan, $300 < K \leq 350 = 2 =$ tidak terlanjutkan, dan $TK < 300 = 1 =$ sangat tidak terlanjutkan.

Selanjutnya, di antara empat kabupaten yang disurvei, Kabupaten Tabanan tampaknya mencapai nilai tingkat keberlanjutan (TK) tertinggi yaitu 441,4 namun masih pada kelompok cukup keberlanjutan, karena nilainya masih kurang dari 450 sebagai batas minimal nilai keberlanjutan. Kabupaten Tabanan merupakan lumbung beras di Provinsi Bali dengan penerapan aturan (Awig-awig) Subak yang masih relatif ketat dibandingkan dengan kabupaten lainnya di Bali. Bahkan satu desa di kabupaten ini, yaitu Desa Jati Luwih masih mempertahankan penggunaan input produksi internal dan menghindari sedapat mungkin penggunaan input eksternal (Tabel 9).

Namun tidak demikian halnya dengan kabupaten tetangganya, yaitu Badung dengan nilai tingkat keberlanjutan (TK) lebih rendah yaitu 300,50 atau termasuk tidak terlanjutkan (Tabel 10). Kemerosotan tingkat keberlanjutan sistem produksi di Kabupaten Badung akan terus terjadi ke depan bila tidak ada upaya konkrit dari masyarakat, pemerintah, dan swasta.

Tabel 8. Tingkat keberlanjutan sistem produksi padi intensif di Kabupaten Karawang, 2008

Indikator	Bobot (%)	Skor	Nilai
Input kimiawi	20	3,44	68,80
Tanah	20	4,50	90,00
Air limbah pertanian	20	4,50	90,00
Keragaman hayati	40	2,00	80,00
Total	100		328,80

Keterangan: $450 < TK \leq 500 = 5$ = terlanjutkan, $400 < TK \leq 450 = 4$ = cukup terlanjutkan, $350 < TK \leq 400 = 3$ = kurang terlanjutkan, $300 < TK \leq 350 = 2$ = tidak terlanjutkan, dan $TK < 300 = 1$ = sangat tidak terlanjutkan.

Tabel 9. Tingkat keberlanjutan sistem produksi padi intensif di Kabupaten Tabanan, 2008

Indikator	Bobot (%)	Skor	Nilai
Input kimiawi	20	3,07	61,40
Tanah	20	4,50	90,00
Air limbah pertanian	20	4,50	90,00
Keragaman hayati	40	5,00	200,00
Total	100		441,40

Keterangan: $450 < TK \leq 500 = 5$ = terlanjutkan; $400 < TK \leq 450 = 4$ = cukup terlanjutkan; $350 < TK \leq 400 = 3$ = kurang terlanjutkan; $300 < TK \leq 350 = 2$ = tidak terlanjutkan; dan $TK < 300 = 1$ = sangat tidak terlanjutkan.

Tabel 10. Tingkat keberlanjutan sistem produksi padi intensif di Kabupaten Badung, 2008

Indikator	Bobot (%)	Skor	Nilai
Input kimiawi	20	4,00	80,00
Tanah	20	4,50	90,00
Air limbah pertanian	20	4,50	90,50
Keragaman hayati	40	1,00	40,00
Total	100		300,50

Keterangan: $450 < TK \leq 500 = 5$ = terlanjutkan; $400 < TK \leq 450 = 4$ = cukup terlanjutkan; $350 < TK \leq 400 = 3$ = kurang terlanjutkan; $300 < TK \leq 350 = 2$ = tidak terlanjutkan; dan $TK < 300 = 1$ = sangat tidak terlanjutkan.

KESIMPULAN

Intensifikasi sistem produksi padi mulai dilakukan di Indonesia dengan mengadopsi inovasi teknologi produksi padi yang disebarluaskan melalui gerakan revolusi hijau yang dicanangkan sejak akhir 1960-an. Revolusi hijau telah mampu mengubah citra Indonesia dari negara pengimpor beras terbesar di dunia menjadi swasembada beras pada 1984 dan pencapaian ini diakui oleh FAO pada 1985. Namun di balik keberhasilan yang sangat bersejarah tersebut, revolusi hijau juga meninggalkan berbagai eksternalitas negatif seperti ketergantungan petani terhadap penggunaan input kimia anorganik seperti pupuk dan pestisida dalam usahatani padi. Penggunaan input kimiawi yang sangat intensif telah menurunkan keanekaragaman hayati yang sangat mempengaruhi kondisi keberlanjutan sebagai berikut:

1. Dari empat kabupaten yang dianalisis, tampaknya Kabupaten Tabanan di Provinsi Bali menunjukkan kinerja yang terbaik sekalipun masih pada tingkat cukup terlanjutkan diikuti oleh Kabupaten Cianjur, Kabupaten Karawang, dan Kabupaten Badung masuk kategori kurang terlanjutkan sampai tidak terlanjutkan.
2. Secara agregat, sistem produksi padi sawah di Provinsi Bali yang diwakili oleh Kabupaten Tabanan dan Badung termasuk kurang terlanjutkan dengan nilai TK rata-rata 370,95 dari nilai TK tertinggi 500, namun masih lebih baik dari sistem produksi padi sawah yang intensif di Provinsi Jawa Barat dengan nilai TK rata-rata 341,53 yang sudah masuk tidak terlanjutkan.
3. Tingkat keberlanjutan sistem produksi padi sawah sangat dipengaruhi oleh keragaman hayati. Untuk mempertahankan keberlanjutan sistem produksi padi sawah diperlukan perubahan cara budidaya terutama input kimiawi yang lebih ramah dengan lingkungan.

DAFTAR PUSTAKA

- Badan Litbang Pertanian. 1999. Pola IP Padi 300: Konsepsi dan Prospek Implementasi SUP Berbasis Sumberdaya. Balitbang Pertanian. Jakarta.
- Badan Pusat Statistik. 2009. <http://www.bps.go.id>.
- Kesavan, P.C. and M.S. Swaminathan. 2006. From Green Revolution to Evergreen Revolution: Pathways and terminologies. *Current Sci.* 91(2): 145-146. <http://www.lisc.ernet.in>.
- Leopold L.B. *et al.* 1971. A Procedure for Evaluating Environmental Impact. US Geological Survey Circular 645. Highway Research Board, Washington, DC.
- Ministry for Agriculture and Forestry (MAF). 1997. Indicator of Sustainable Irrigated Agriculture. Technical Paper No. 00/03. Government of New Zealand, June 1997. <http://www.maf.govt.nz/mafnet/rural-nz/sustainable-resource-use/irrigation/indicators/htto>.
- Manikmas, M.O.A. and F. Agus. 2003. Environmental roles of agriculture in Indonesia. Paper presented in Roles of Agriculture in Development Symposium at the 25th Conference of the International Association of Agricultural Economics. Durban, South Africa, August 17–22, 2003.
- RMA (Resource Management Act). 1991. Indicator of sustainable irrigated agriculture. <http://www.Maf.Govt.nz/mafnet/rural-nz>.

