

# KONSEP PERTANIAN MODERN, EKOLOGIS DAN BERKELANJUTAN

Sumarno

## PENDAHULUAN

Penerapan teknologi pada usaha pertanian ber-evolusi sejalan dengan perkembangan budaya dan kehidupan manusia, karena pada dasarnya usaha menyediakan pangan merupakan bagian yang tidak terpisahkan dari kehidupan itu sendiri. Dengan demikian, pertanian modern tingkat penerapannya sejalan dengan tingkat perkembangan teknologi masyarakat pelakunya. Bangsa Indonesia yang jumlah penduduknya 250 juta jiwa mempunyai pendidikan yang sangat beragam, di mana pada masyarakat pelaku pertanian rata-rata pendidikan mereka rendah, sehingga tingkat penguasaan teknologinya juga rendah. Bagusnya, teknologi bidang pertanian dapat diadopsi berdasarkan pengalaman empiris, tanpa harus mengetahui proses ilmiahnya. Namun akibat dari hal tersebut, adopsi komponen teknologi pertanian modern sering mendatangkan dampak negatif terhadap lingkungan dan keberlanjutan produksi, tanpa disadari oleh para pelakunya.

Pertanian merupakan industri biologis yang memanfaatkan proses biokimia, menggunakan media tanaman. Pertanian modern mengubah proses alamiah tanaman yang semula semata-mata hanya menggunakan unsur-unsur hara asli dari dalam tanah, diganti dengan proses pemacuan pertumbuhan dan hasil penennya melalui pemupukan, pestisida, dan varietas-varietas sintetis yang rakus hara untuk berproduksi tinggi. Penerapan teknologi pertanian modern sejak tahun 1970 atau yang dikenal sebagai teknologi revolusi hijau, disamping telah meningkatkan produksi 300% dibandingkan produksi tahun 1960-an, juga meninggalkan dampak negatif pada mutu lingkungan dan keanekaragaman hayati (IRRI, 2004).

Kekhawatiran akan terjadinya penurunan mutu lingkungan, kerusakan lahan dan ketidak-berlanjutan sistem usaha pertanian, telah disuarakan oleh banyak ilmuwan sejak tahun 1990 dan praktik usaha pertanian yang dapat menjaga keberlanjutan telah banyak dianjurkan (Harwood, 1987; Carter, 1988; Greenland, 1997; Harrington, 1992; Swaminathan, 1997; Sumarno dan Suyamto, 1998).

Di Indonesia program konservasi sumber daya lahan, baru dimaknai secara terbatas pada lahan pertanian perbukitan atau lahan yang berlereng, sedangkan pada lahan datar dan lahan sawah dapat dikatakan belum ada program pelestarian mutu dan kesuburan tanah. Padahal semua lahan pertanian dengan pengelolaan yang sangat intensif tetapi kurang tepat dapat mengalami kerusakan. Tisdale *et al.*, (1993) menyebutkan dua belas faktor yang dapat mengakibatkan degradasi tanah dan dapat menurunkan produktivitas tanah serta mengurangi keberlanjutan sistem produksi

pertanian, yaitu: (1) erosi permukaan, (2) pencucian hara, (3) pelindihan hara, (4) pemiskinan bahan organik tanah, (5) drainasi buruk, (6) keracunan senyawa dalam tanah, (7) asidifikasi/pemasaman tanah, (8) salinisasi, (9) pemampatan tanah, (10) pengerasan tanah, cekaman kekeringan, dan (12) invasi gulma jahat. Cemaran senyawa beracun dari limbah industri, cemaran sampah yang tidak dapat terdegradasi seperti plastik, dan penambangan lapisan atas tanah (*top soil*) untuk bahan bata, juga menjadi penyebab kerusakan mutu lahan yang berdampak pada ketidak-berlanjutan produksi. Proses perusakan yang disebabkan oleh faktor-faktor tersebut, terjadi pada lahan sawah di Indonesia.

Penelitian Sumarno dan Kartasasmita (2011), secara empiris menunjukkan bahwa tanah sawah di Banten dan Lampung mengalami gejala penurunan mutu tanah, seperti terlihat pada kebutuhan pupuk yang lebih tinggi untuk memperoleh hasil padi yang sama, dibandingkan dengan musim-musim sebelumnya, lapisan lumpur atau *top soil* yang menjadi lebih dangkal, kebutuhan pengairan yang lebih sering, tanah sawah mudah kering dan kandungan bahan organik tanah yang rendah.

Berkaitan dengan penurunan mutu lahan yang disebabkan oleh berbagai faktor tersebut, Brown and Kane (1994) memberikan peringatan keras sebagai berikut: Para ilmuwan telah mengetahui bahwa terjadi kerusakan lahan yang mengakibatkan menurunnya produktivitas lahan dan laju pertumbuhan produksi pangan nasional negatif di banyak negara. Degradasi dan kerusakan lahan akan terus terjadi oleh berbagai sebab dan akibatnya kekurangan pangan di banyak negara akan menjadi masalah serius pada abad XXI, hanya persoalan waktu saja. Secara umum Oosthoek and Gills (2005) menyitir dari Scientific American menyebutkan bahwa penggunaan sumber daya alam oleh tekanan jumlah penduduk yang besar dan oleh kemiskinan, akan berdampak terhadap penurunan keanekaragaman hayati dan kualitas lingkungan, dan apabila tidak dicegah maka manusia akan berhadapan dengan krisis lingkungan. Mereka menganjurkan dilakukannya investasi teknologi pengelolaan lingkungan pada setiap proses produksi, sehingga setiap teknologi bersifat ramah lingkungan. Teknologi pertanian tanaman pangan pada lahan sawah, tentu tidak terlepas dari dua pernyataan keras tersebut.

Indonesia pada saat ini dan terlebih lagi pada masa mendatang, menghadapi masalah dan dilema dalam mencukupi produksi pangan, terkait dengan jumlah penduduk yang sangat besar dan menurunnya kualitas lingkungan. Penambahan jumlah penduduk memaksa pemerintah untuk meningkatkan produksi pangan pada lahan pertanian yang relatif sempit dan bahkan terus berkurang, yang berarti diperlukan penggunaan input agrokimia dalam jumlah tinggi, yang berdampak terhadap pencemaran lingkungan dan penurunan keberlanjutan sistem produksi pertanian. Pada sisi lain, dengan meningkatnya kesadaran masyarakat akan makanan yang aman konsumsi, pada kondisi petani belum siap untuk memproduksinya, akan berakibat Indonesia menjadi pasar terbuka bagi produk bersertifikat jaminan mutu dan aman konsumsi dari negara-negara lain. Masalah yang kita hadapi adalah, bisakah kebutuhan bahan pangan yang terus meningkat yang membutuhkan dukungan input agrokimia dosis tinggi, diharmonisasikan dengan produk aman konsumsi dan

konservasi lingkungan untuk mencapai keberlanjutan produksi. Jawabannya tentu harus bisa, asalkan terdapat partisipasi antara produsen (petani), pedagang, dan konsumen secara aktif dan masing-masing pihak ikut bertanggung jawab untuk mencapai tujuan tersebut.

Strategi yang perlu ditempuh adalah, yang pertama meningkatkan kesadaran dan pemahaman permasalahannya dan mengadvokasikan tindakan-tindakan yang perlu dilakukan. Kelemahan dari strategi ini adalah seluruh tanggung jawab dan beban pekerjaan dibebankan pada petani produsen. Konsumen bertindak pasif tinggal menerima produk yang aman konsumsi. Strategi kedua adalah konsumen dibebani kewajiban untuk membayar produk ramah lingkungan dan aman konsumsi dengan harga premium, sehingga petani memperoleh insentif atas usahanya menjaga kualitas lingkungan dan kualitas produk yang dihasilkan. Peran pedagang adalah memastikan (*enforcing*) bahwa tindakan proses produksi bersifat ramah lingkungan dan produk yang dihasilkan aman konsumsi melalui sertifikasi proses produksi, benar-benar dilaksanakan.

Sistem sertifikasi proses produksi di banyak negara maju, diposisikan sebagai perangkat lunak (*software*) dalam sistem produksi pertanian modern. Di dunia kini terdapat berbagai skema sertifikasi sistem produksi, baik yang dikeluarkan oleh pihak pedagang (*supplier*), maupun oleh pemerintah, yang perlu diperkenalkan kepada petani, pedagang dan konsumen. Pemanfaatan *software* berupa ketentuan sertifikasi proses produksi yang diintegrasikan dengan *hardware* berupa teknologi dan alsintan, menjadi dasar dari pertanian modern yang bersifat ekologis dan berkelanjutan.

Tulisan ini menyoroti sistem produksi tanaman pangan masa kini yang belum bersifat ekologis, membahas konsep pertanian ekologis dan konservatif, serta memperkenalkan sistem pertanian modern yang produktif, ekologis, berkelanjutan dan memberikan jaminan produk aman konsumsi, melalui penerapan sistem sertifikasi proses produksi. Tulisan ini diharapkan membuka wawasan baru bagi para pejabat pertanian dan masyarakat pertanian secara umum, untuk memasuki abad yang menempatkan kelestarian lingkungan menjadi landasan dalam proses produksi dan semua tindakan ekonomi (Assadourian *et al.*, 2007).

## KELELAHAN LAHAN PERTANIAN

Istilah kelelahan lahan dan tanah sakit, belum ada definisi ilmiahnya karena dua istilah tersebut digunakan untuk menggambarkan secara kualitatif-empiris beban lahan yang secara terus-menerus digunakan dalam penyediaan pangan bagi kehidupan manusia. Sejarah penggunaan lahan sama lamanya dengan sejarah kehidupan manusia dari generasi ke generasi. Lahan sawah di pulau Jawa telah digunakan untuk memproduksi padi sejak abad ke VIII, atau sejak seribu tiga ratus tahun yang lalu (Greenland, 1997).

Bahan pangan merupakan sumber energi bagi semua kehidupan dan bahkan pangan berfungsi untuk memelihara kehidupan itu sendiri, karena kebutuhan energi makhluk hidup tidak dapat dihentikan, sebagaimana halnya kebutuhan energi untuk mesin. Dengan demikian, usaha pertanian merupakan sentral seluruh kegiatan dinamis kehidupan manusia (*the centre of all human dynamic activities*). Tidak akan ada kegiatan dan aktivitas manusia modern, apabila tidak ada kegiatan usaha pertanian. Hal ini tidak pernah disadari oleh manusia yang bekerja pada bidang non pertanian, karena selama ini ketersediaan bahan pangan dianggap sebagai sesuatu yang pasti ada (*taken for granted*), seperti halnya ketersediaan air minum dan atau oksigen. Padahal faktanya pangan harus diproduksi dengan kerja keras pada lahan yang telah lama digunakan.

Pada dua dasawarsa terakhir abad ke-20, dan pada tahun-tahun selanjutnya, bahan pangan bahkan diperuntukkan bagi bahan energi substitusi untuk sumber energi automotif dan mesin. Walaupun secara sepiantas, penyediaan energi substitusi ini bersifat terbarukan, akan tetapi beban lahan untuk penyediaan pangan bagi manusia ditambah lagi oleh beban bahan energi substitusi, akan mengakibatkan tekanan yang sangat berat terhadap lahan pertanian. Akibatnya produksi bahan pangan dan bahan energi dipacu dan dimaksimalkan dari lahan yang luasannya konstan dan bahkan cenderung berkurang. Pengusahaan lahan untuk pertanian secara super-intensif, terutama di negara-negara yang luasan lahannya sangat terbatas seperti Indonesia, mengakibatkan terjadinya *stress farm lands* atau lahan yang mengalami cekaman atau tekanan di luar kemampuan normalnya.

Swaminathan (1997) menyebut kondisi stres lahan tersebut sebagai kelelahan tanah (*soil fatigue*) yang akan berakibat terjadinya disfungsi elemen pembentuk tanah. Dia menyamakan *soil fatigue* dengan *metal fatigue*, yang mengakibatkan metal logam menjadi regas, mudah patah. Secara empiris, contoh kerusakan tanah terjadi pada berbagai jenis tanah, sehingga tanah tidak dapat digunakan untuk usaha pertanian, karena tanah menjadi padat; tanah didominasi oleh fraksi pasir, tanah menjadi masam; salin; atau berkapur tinggi; atau lapisan olah tanah hilang.

*The World Watch Institute* (2007) dalam bahasannya tentang tanda-tanda kehidupan penting dunia (*world vital signs*), mengingatkan bahwa penyediaan pangan dan energi untuk pasar dunia telah memperberat tekanan terhadap sumber daya lahan, yang sebenarnya lahan justru menjadi penyangga ekonomi dunia. Kebutuhan pangan dan energi merupakan kegiatan ekonomi terbesar di dunia, di mana kompetisi permintaan antar keduanya berakibat negatif terhadap sumber daya lahan dan air, yang akan memiliki dampak besar dalam jangka panjang. Dicontohkan, bahwa jagung di Amerika Serikat secara konvensional merupakan bahan industri pakan ternak, minyak goreng dan sedikit sebagai bahan pangan. Mulai tahun 1980, jagung digunakan sebagai bahan bakar berupa *ethanol*, yang mana sebelum tahun 2000, kebutuhan jagung untuk *ethanol* hanya sekitar 6% dari total produksi jagung nasional, tetapi pada tahun 2006 telah meningkat menjadi 20% atau 55 juta ton jagung, menyamai jumlah jagung yang diekspor oleh Amerika. Diversifikasi penggunaan jagung ini telah mengakibatkan harga jagung meningkat dua kali lipat. Demikian juga

kedelai yang penggunaan konvensionalnya untuk minyak goreng dan pakan ternak, mulai awal abad XXI digunakan untuk bio-diesel sebagai bahan bakar mesin diesel. Pada tahun 2005 sekitar 92% dari 250 juta liter bio-diesel di Amerika Serikat berasal dari minyak kedelai. Hal ini yang menyebabkan harga kedelai di pasar internasional naik tajam.

Dalam kondisi yang berbeda, lahan pertanian di Indonesia untuk memproduksi bahan pangan, juga mengalami beban yang sangat berat oleh kebutuhan pangan yang besar bagi kehidupan 250 juta penduduk Indonesia. Bahan pangan pokok bangsa Indonesia yang didominasi beras, harus dihasilkan dari lahan sawah yang luasnya hanya sekitar 7,9 juta ha. Ini berarti lahan harus dipaksa untuk memproduksi secara maksimal, yang mengakibatkan terjadinya stres terhadap lahan, stres terhadap ekologi dan ekosistem yang mengakibatkan terjadinya kelelahan tanah (*soil fatigue*), yang akhirnya akan berdampak terhadap penurunan tingkat kemampuan keberlanjutan produksi.

Walaupun tanah pada lahan sawah dianggap memiliki kemampuan untuk memperbaiki sifat-sifatnya oleh perlakuan usahatani yang intensif (*Greenland, 1997*), akan tetapi gejala-gejala kelelahan tanah sawah yang dicirikan oleh rendahnya aktivitas mikroba tanah, rendahnya kandungan bahan organik tanah dan menurunnya efisiensi serapan hara oleh tanaman, mulai terjadi (*Abrol, et al., 1997; Sisworo, 2006*). Secara empiris, petani lahan sawah di Banten dan Lampung mengamati bahwa sekarang ini tanah memerlukan air pengairan yang lebih banyak, dosis pupuk yang lebih tinggi, dan lapisan lumpur yang lebih dangkal (*Sumarno dan Kartasasmita, 2011*). Kekhawatiran akan terjadinya tanah sakit, juga dinyatakan oleh *Sisworo (2006)*, sebagai akibat oleh penggunaan pupuk anorganik dosis tinggi secara terus-menerus dan tidak digunakannya pupuk organik.

Penelitian terhadap penerapan teknologi revolusi hijau dalam jangka panjang (8-30 tahun), dilaporkan oleh *Duxbury et al., (2000)* dan oleh *Ladha et al., (2003)*, yang menyatakan bahwa secara umum telah menurunkan produktivitas padi sawah rata-rata 0,1 t/ha/5 tahun pada dosis pupuk konstan. Penerapan teknologi revolusi hijau pada padi sawah di Indonesia, telah berjalan lebih dari 40 tahun, sehingga diperkirakan telah terjadi penurunan kemampuan produktivitas lahan (dengan dosis pupuk konstan) sebesar  $40 \times 20 \text{ kg} = 0,8 \text{ t/ha}$ . Dalam praktek di lapangan, penurunan produktivitas ini tidak diketahui, karena diimbangi oleh pemberian dosis pupuk yang lebih tinggi.

Kesadaran masyarakat-pertanian tentang pentingnya pemeliharaan keberlanjutan produksi lahan pertanian masih sangat rendah. *Sumarno dan Kartasasmita (2011)* dari penelitian di Provinsi Banten dan Lampung menyimpulkan bahwa konsep pelestarian sumber daya lahan untuk keberlanjutan sistem produksi pertanian belum dipahami oleh para pejabat Dinas Pertanian Provinsi, Kabupaten dan Penyuluh Pertanian, dan lebih lagi belum dimengerti oleh petani. Pada sisi lain, telah diamati adanya gejala penurunan mutu sumber daya lahan sawah yang perlu mendapat perhatian dari pemerintah.

Kelelahan tanah sawah banyak mendapat perhatian dari Lembaga Swadaya Masyarakat (LSM) yang bergerak di bidang lingkungan. Tindakan koreksi yang mereka advokasikan adalah praktik pertanian input organik, yang mereka yakini akan memulihkan kesuburan dan kesehatan tanah (Amani Organik, 2003; Sutanto, 2002). Untuk diterapkan secara terbatas bagi pemenuhan konsumen khusus, pertanian input organik dapat dianjurkan. Akan tetapi untuk memenuhi kebutuhan pangan bagi 250 juta jiwa penduduk Indonesia, pertanian input organik sangat mengkhawatirkan. Penerapan teknologi revolusi hijau yang ramah lingkungan, yang merupakan pertanian modern ekologis dan konservatif, seperti yang antara lain dirumuskan sebagai teknologi revolusi hijau lestari, merupakan opsi yang lebih rasional (Sumarno, 2007).

Kelelahan lahan atau *soil fatigue* atau tanah sakit sebagai akibat penerapan teknologi revolusi hijau intensif, memang belum ditunjukkan oleh data dan belum dapat dibuktikan secara ilmiah, akan tetapi gejala-gejala empiris mulai dirasakan di lapangan. Kita tidak harus menunggu sampai sumber daya lahan benar-benar menjadi rusak, karena kerusakan itu pasti akan terjadi hanya persoalan waktu saja (Brown and Kane, 1979).

## REORIENTASI PERTANIAN PRODUKTIVITAS MAKSIMAL

Produktivitas maksimal pada usahatani padi sawah, dinilai tidak kondusif terhadap kelestarian lingkungan dan berkelanjutan. Hal tersebut disebabkan oleh berbagai tindakan yang dilakukan untuk memperoleh produktivitas maksimal beserta akibatnya, seperti: (1) pemberian pupuk anorganik dosis tinggi atau secara berlebihan, (2) pengendalian hama penyakit bersifat protektif, ikut membasmi musuh alami, (3) keseimbangan ekologi biota terganggu, berakibat timbulnya *super strain* serangga hama dan *pathogen* penyakit, (4) timbul gejala kekahatan unsur hara mikro oleh pemberian pupuk hara makro dosis tinggi, (5) efisiensi agronomi pupuk menurun, (6) keuntungan ekonomis usahatani menurun, (7) insidensi hama penyakit tanaman lebih tinggi oleh gejala efek *Plethora*<sup>1</sup>, (8) terjadi degradasi lahan atau *soil fatigue*, dan (9) produktivitas lahan pada akhirnya cenderung menurun.

Terdorong oleh kebutuhan pangan nasional yang terus meningkat dan usaha mencapai swasembada beras, kementerian pertanian memprogramkan produksi beras yang terus meningkat pada luasan lahan sawah yang terbatas. Pembangunan pertanian (tanaman pangan) selama ini dimaknai sebagai program peningkatan produksi pangan pada lahan sawah yang tersedia, melalui perbaikan mutu intensifikasi dan peningkatan intensitas tanam padi. Dua hal tersebut pada dasarnya adalah upaya memaksimalkan produktivitas lahan yang akan berdampak negatif pada lahan, seperti yang telah disebutkan di atas.

Pada Tabel 1 diringkaskan hal-hal terkait dengan perlunya melakukan reorientasi produktivitas maksimal, untuk dialihkan kepada perolehan produktivitas optimal-sewajarnya, guna menuju keberlanjutan produksi. Seperti halnya mesin

<sup>1</sup> Efek *plethora* adalah kondisi serangan hama penyakit tanaman yang menjadi semakin parah sebagai akibat penggunaan pestisida dosis tinggi atau berlebihan, sehingga timbul strain / biotipe yang lebih ganas.

Tabel 1. Reorientasi konsep produktivitas maksimal menuju produktivitas optimal berkelanjutan pada padi sawah.

No	Aspek	Produktivitas maksimal	Produktivitas optimal berkelanjutan
1.	Visi usahatani	Keuntungan maksimal saat ini	Keuntungan optimal berkelanjutan
2.	Tujuan	Produktivitas maksimal	Produktivitas wajar, optimal
3.	Penggunaan input	Maksimal, tinggi	Optimal, diperhitungkan
4.	Efisiensi input	Menurun, rendah	Tinggi, optimal
5.	Pengendalian OPT	Protektif, pestisida tinggi	Keseimbangan ekologis
6.	Kelestarian mutu lahan	Terjadi degradasi	Terawat, terlestarikan
7.	Lingkungan	Penurunan mutu	Pemeliharaan mutu
8.	Keberlanjutan	Menurun	Berlanjut, terjaga
9.	Stabilitas hasil	Labil, berisiko	Stabil, risiko kecil
10.	Biaya produksi	Tinggi, <i>at all cost</i>	Sedang, sesuai kemampuan
11.	Pola tanam	Cenderung terus-menerus tanaman padi Monokultur	Padi – padi – palawija Polikultur: Tanaman – ternak - ikan
12.	Sifat usahatani	Eksplotatif	Konservatif, tanggung jawab masa depan
13.	Keterlibatan petani	Lebih sering diborongkan, dibagihasilkan	Petani sebagai operator

industri yang memiliki kemampuan kapasitas terpasang, lahan pertanian juga memiliki kemampuan produksi tertentu, pada batas mana peningkatan produktivitas menjadi kurang ekonomis dan justru akan merusak mutu sumber daya lahan.

Dengan mengadakan reorientasi produktivitas menuju keuntungan usahatani optimal secara berkelanjutan, maka target produktivitas menjadi lebih wajar, tidak terjadi penggelembungan angka laporan produktivitas padi. Suyamto dan Zaini (2010) membuat estimasi produktivitas rata-rata nasional maksimal, apabila teknologi budidaya baku diterapkan dan tidak terjadi gangguan OPT dan kekeringan/kebanjiran secara ekstrim, sebesar 5,68 t/ha gkg atau 7,1 t/ha gkp. Akan tetapi untuk mencapai produktivitas rata-rata 5,68 t/ha gkg tersebut, persyaratannya hampir mustahil dapat dipenuhi secara nasional, dikarenakan sangat beragamnya kesuburan tanah, kurang optimalnya pengairan, masih tingginya insidensi OPT, serta sangat beragamnya kemampuan modal petani. Dengan demikian, produktivitas padi nasional yang kini mencapai 5,1 t/ha gkg, diperkirakan sudah *over estimate* atau bias ke atas. Tanaman padi di lapangan terutama padi MK-II masih sangat luas yang produktivitasnya hanya 4,0 – 4,5 t/ha gkp atau 3,2 – 3,6 t/ha gkg.

Teknologi revolusi hijau yang diadopsi oleh petani padi sawah di Indonesia sejak 1970-an, pada dasarnya adalah teknologi untuk memaksimalkan produktivitas. Dibandingkan dengan produktivitas padi sebelum penerapan teknologi revolusi hijau yang hanya 2,5 t/gkg/ha, produktivitas padi sawah yang berpengairan cukup pada tahun 1980-2000 mencapai 5-6 t/ha gkg. Pencapaian produktivitas maksimal tersebut dicapai dengan penanaman varietas unggul berdaya hasil tinggi, pupuk anorganik dosis tinggi dan proteksi tanaman dari hama-penyakit. Implikasi dari maksimalisasi produktivitas lahan adalah: (1) varietas yang ditanam petani seragam dalam hamparan

luas, yaitu varietas yang dinilai produktivitasnya terbaik pada masa yang bersangkutan, (2) pupuk anorganik, terutama urea dan atau ZA, diberikan dalam jumlah tinggi, (3) tanaman dijaga dari insidensi hama-penyakit dengan penggunaan pestisida secara liberal, dan (4) selama tersedia air, petani terus-menerus menanam padi 5 kali dalam 2 tahun, yang akan diikuti oleh lima kali tanam padi dalam dua tahun berikutnya tanpa ada rotasi tanaman.

Intensitas bertanam padi yang sangat tinggi, dapat menimbulkan efek samping yang bersifat negatif sebagai berikut: (1) tanah tidak sempat istirahat, selalu tergenang air dalam kondisi reduktif, (2) petani tidak sempat membusukkan jerami, justru melakukan pembakaran jerami, (3) pengolahan tanah cenderung tergesa-gesa, lapisan olah tanah dangkal, (4) drainase tanah menjadi buruk dan tidak terjadi oksidasi tanah, (5) bibit hama-penyakit terakumulasi, (6) pengaruh alelopati diperkirakan terjadi, (7) hama dan penyakit menjadi adaptif atau menyesuaikan dengan inangnya, sehingga sifat varietas tahan terhadap hama dan penyakit menjadi patah, (8) tanaman padi menjadi rentan terhadap serangan hama-penyakit, dan epidemi OPT akan terjadi secara luas, (9) terjadi penambangan hara tanaman dari dalam tanah, sehingga sering terjadi kahat unsur hara mikro, (10) terjadi gejala kelelahan tanah atau *soil fatigue* karena lahan sawah terus menerus ditanami padi tanpa istirahat, (11) efisiensi pupuk menjadi menurun, (12) keuntungan ekonomis menurun, sesuai dengan hukum *Law of diminishing return*, (13) terdapat risiko kerusakan tanaman atau kegagalan panen dan ketidak-berlanjutan produksi, oleh berbagai hal tersebut di atas, terkait dengan penggunaan input tinggi.

Walaupun dampak negatif dari maksimalisasi produktivitas tersebut belum seluruhnya terlihat dan dirasakan saat ini, namun gejala-gejalanya sudah mulai terdeteksi (Sumarno dan Kartasmita (2011)). Banyak faktor sosial yang kurang kondusif terhadap pemahaman dan upaya pencegahan dampak negatif tersebut antara lain: (1) lahan sawah dikelola oleh bukan pemilik lahan, dalam bentuk kontrak jangka pendek melalui bagi hasil, sewa, gadai, kedokan dan borongan pengerjaan, (2) kesadaran akan pentingnya menjaga mutu lahan untuk penggunaan jangka panjang masih lemah atau belum ada, (3) tidak terdapat program penyuluhan dari pemerintah tentang perlunya pelestarian mutu sumber daya lahan, (4) program pembangunan pertanian ditekankan pada peningkatan produksi pangan untuk mencapai target produksi yang terus meningkat, (5) harga pupuk disubsidi pemerintah menjadikan sangat murah sehingga petani menggunakan pupuk secara liberal melebihi dosis optimum, (6) karena pemilikan lahan sempit, petani berupaya memperoleh hasil panen yang lebih banyak dari lahan yang dimiliki, (7) petani penggarap secara musiman berupaya memperoleh hasil setinggi-tingginya dari musim tanam terkait, dan (8) petani memang belum tahu akibat negatif dari praktik penggunaan input sangat tinggi untuk memaksimalkan produktivitas lahannya.

Lahan sawah sebenarnya serupa fungsinya dengan mesin industri pada suatu pabrik. Apabila mesin dipaksa bekerja melebihi kapasitas pasang secara terus-menerus tanpa dilakukan perawatan secara reguler, setelah jangka waktu tertentu pasti mengalami kerusakan mesin secara parah. Begitu juga halnya dengan lahan sawah.

## KEARIFAN LOKAL SEBAGAI PENYEIMBANG

Kearifan lokal pada dasarnya adalah praktik dan kebiasaan yang dilakukan oleh masyarakat setempat yang didasarkan pada pengetahuan atau teknologi asli (*indigenous knowledge and indigenous technology*) yang telah terbukti baik dan bermanfaat (Pretty and Chambers, 1994). Kearifan lokal pada budidaya padi sawah secara tidak sengaja nampaknya ditujukan untuk: (1) meminimalkan terjadinya gangguan tanaman oleh cekaman biotik maupun abiotik, (2) menyesuaikan dengan sifat-sifat alam setempat, (3) memanfaatkan sumber daya alam secara optimal selaras dengan kodrat alam, dan (4) berusaha hidup berdampingan secara harmonis dengan alam. Dengan demikian kearifan lokal sebenarnya adalah cara mengelola sumber daya alam dan memanfaatkan alam selaras dan harmonis dengan ritme alamiah, sehingga manfaat yang diperoleh seakan-akan merupakan bagian dari kinerja alam itu sendiri.

Oleh sifat operasionalnya yang sejalan dengan ritme alam, maka kearifan lokal dapat menjadi penyeimbang atau rem terhadap teknologi revolusi hijau yang bersifat eksploitatif-ekstratif dan serakah oleh pihak pengguna lahan sawah. Contoh kearifan lokal dalam budidaya padi sawah antara lain adalah sebagai berikut:

1. Pembuatan petakan sawah dengan batas pematang yang luasan petaknya disesuaikan dengan kemiringan lahan, sehingga terbentuk sawah berteras yang sangat efektif mengendalikan erosi.
2. Rotasi tanaman padi sawah-palawija atau tanaman hortikultura, menyesuaikan sifat iklim dan sebaran curah hujan tahunan.
3. Pembentukan lahan surjan diikuti penanaman jenis tanaman yang beragam pada satu hamparan, berfungsi menghindari gangguan hama-penyakit, memperbaiki drainasi tanah dan memperoleh keuntungan dari hasil panen beruntun berasal dari berbagai jenis tanaman.
4. Penanaman varietas padi yang berbeda antar petani atau antar desa, membentuk keragaman genetik yang sangat luas, sehingga memiliki daya tahan terhadap hama penyakit, yang ditimbulkan oleh *genetic variation buffering capacity*.
5. Penanaman varietas lokal yang bersifat adaptif terhadap sifat-sifat agroekologi spesifik, memiliki stabilitas hasil yang tinggi dan sesuai dengan preferensi konsumen setempat.
6. Pemberaan lahan sawah selama 2-3 bulan pada bagian akhir musim kemarau memutus siklus hama-penyakit dan membusukkan sisa-sisa jerami dan tanaman lain, masuk ke dalam tanah.
7. Pembajakan tanah pertama menggunakan singkal yang cukup dalam diikuti pengistirahatan lahan selama 7-10 hari, berfungsi agar lapisan tanah bawah yang dibalik oleh bajak dapat teroksidasi.
8. Penanaman *leguminosa* seperti *crotalaria* yang selanjutnya ditanam ke dalam tanah, meningkatkan kesuburan tanah.

Masih banyak lagi tindakan budidaya padi yang merupakan kearifan lokal yang dikembangkan oleh petani. Petani padi di wilayah pasang surut mengembangkan kearifan lokal sesuai dengan sifat agroekologi lahan pasang-surut, yang sangat berbeda dengan wilayah persawahan irigasi.

Kearifan lokal tersebut yang merupakan komponen teknologi dan komponen manajemen budidaya padi, masih sangat relevan untuk diintegrasikan dengan teknologi budidaya padi modern. Adanya berbagai kearifan lokal yang berbeda menunjukkan bahwa teknologi anjuran tidak semestinya berlaku secara nasional, karena setiap wilayah memiliki ciri-ciri spesifik yang memerlukan penanganan spesifik.

Namun perlu diingat bahwa kearifan lokal tidak harus menafikan komponen teknologi maju atau modern. Kearifan lokal lebih sesuai dengan usahatani subsisten, tetapi dapat diaplikasikan sebagai penyeimbang, koreksi atau pendamping teknologi pertanian maju, seperti pentingnya rotasi tanaman, pengembalian limbah panen dan pupuk organik, tanam serempak sesuai musim tanam atau "pranata mangsa", dan yang lainnya.

Para penggerak pelestarian lingkungan dari Lembaga Swadaya Masyarakat seringkali memosisikan kearifan lokal sebagai pengganti secara total terhadap teknologi revolusi hijau yang merepresentasikan pertanian modern. Arah pemikiran yang demikian mengandung kekeliruan atau *fallacy*, seperti pada hal-hal berikut:

1. Varietas lokal yang diseleksi petani dianggap lebih unggul dibandingkan dengan varietas unggul hasil penelitian pemuliaan, dan bahkan mampu menghasilkan 13,76 t/ha padi (A. Maryoto, Kompas 16 Mei 2014).
2. Teknik budidaya padi SRI (*System of Rice Intensification*) yang awalnya dianjurkan bagi petani padi di Madagaskar yang produktivitasnya baru 1,5-2 t/ha diyakini cocok untuk budidaya padi di Indonesia (Uphoff and Gani, 2003; Syam, 2007).
3. Penggunaan pupuk urea dianggap merusak tanah sawah dan mengakibatkan rasa dan gizi beras menurun.
4. Mikroorganisme lokal (MOL) yang dibiakkan dari daun bambu diyakini berfungsi sebagai penyubur tanah dan atau sebagai pestisida biologis.
5. Biakan mikroba berbagai spesies diyakini dapat meningkatkan fiksasi N secara biologis (yang memang sudah terjadi dalam tanah sawah) dan mampu menggantikan pupuk anorganik.

Kearifan lokal seringkali menjadi tidak lagi proporsional apabila digunakan sebagai gerakan yang terorganisasikan, karena kearifan lokal aslinya adalah suatu pengetahuan lokalita spesifik turun-temurun, yang diadopsi dan diadaptasi oleh masyarakat setempat. Setiap petani mungkin mengubah atau menyesuaikan tindakannya sesuai kondisi lahannya, sehingga terdapat perbedaan praktik kearifan lokal antar petani.

## **PERTANIAN MODERN EKOLOGIS BERKELANJUTAN**

### **Sistem Produksi dan Pelestarian Lingkungan**

Pertanian modern pada dasarnya adalah usaha pertanian yang memanfaatkan teknologi terbaru yang sesuai dengan agroekologi dan sosial ekonomi petani, produktif-efisien dan menguntungkan petani. Penggunaan benih varietas unggul, pupuk, pestisida, herbisida, pengaturan pengairan, penggunaan alat mesin pertanian pada berbagai tahap proses produksi hingga pengolahan hasil panen, adalah merupakan ciri-ciri pertanian modern dalam subsistem produksi. Penerapan teknologi revolusi hijau pada budidaya padi sawah adalah representasi pertanian modern bagi petani padi Indonesia, walaupun penggunaan alsintan terbatas. Pertanian modern telah terbukti secara meyakinkan mampu menyediakan bahan pangan bagi 250 juta jiwa penduduk Indonesia dengan luasan lahan yang sangat terbatas. Akan tetapi penerapan teknologi modern pada budidaya padi banyak dikritik sebagai teknologi yang tidak ramah lingkungan yang mengancam terhadap keberlanjutan produksi (IRRI, 2004; Swaminathan, 1997). Secara umum Oosthoek and Gills (2005) memperingatkan bahwa kemajuan (*progress*) bidang produksi dan ekonomi tidak boleh menganggap bahwa eksploitasi sumber daya alam secara tidak terbatas, merupakan suatu hal yang wajar. Hal itu tidak boleh dilakukan karena akan berakibat pada krisis lingkungan yang bersifat terminal. Kemajuan ekonomi yang mendasarkan pada pengembangan produksi tanpa batas, tanpa memperhatikan dampak penurunan kualitas lingkungan adalah akar penyebab dari krisis lingkungan secara lokal maupun global.

Kekhawatiran tentang dampak negatif penggunaan pestisida secara liberal telah diperingatkan sejak abad ke-18 yang ditunjukkan oleh gejala *Plethora effect*<sup>1</sup> yaitu serangga yang dibasmi secara "total", akan mendorong timbulnya jenis serangga baru yang lebih ganas. Meadows *et al.*, (1972) dalam buku *The Limit to Growth* yang merupakan hasil pemikiran *Club of Rome*, menunjukkan bahwa telah terjadi degradasi sumber daya dan lingkungan sebagai dampak dari pertumbuhan produksi yang tidak terkontrol, yang justru akan menghancurkan peradaban manusia. Usaha produksi pertanian padi yang dipacu untuk meningkatkan produksi sejak awal tahun 1970-an tidak terlepas dari peningkatan kerusakan lingkungan tersebut. Kekeliruan penerapan teknologi revolusi hijau, disamping bermanfaat dalam peningkatan produksi pangan adalah adanya dampak pada aspek lingkungan, keanekaragaman hayati dan keberlanjutan sistem produksi (Sumarno, 2007).

Timbulnya dampak negatif teknologi modern terhadap lingkungan, bukan berarti Indonesia harus kembali kepada teknologi tradisional atau teknologi asli pedesaan yang produktivitasnya rendah, karena penduduk Indonesia sudah meningkat 400% sejak tahun 1950-an. Teknologi modern mampu mengatasi kebutuhan pangan penduduk yang telah menjadi besar tersebut, tetapi dengan

penggunaan teknologi modern, kita tidak boleh mengabaikan mutu lingkungan menjadi menurun. Oleh karena itu perlu diimplementasikan pertanian modern yang bersifat ekologis dan konservatif, yang mampu mengakomodasi kebutuhan peningkatan produksi dan mampu memelihara mutu lingkungan dan sumber daya lahan pertanian, menuju usaha produksi yang berkelanjutan.

Pertanian modern ekologis-konservatif adalah usaha pertanian yang mengintegrasikan teknologi produksi maju yang produktif-efisien, dengan tindakan pelestarian lingkungan dan mutu sumber daya lahan, sehingga sistem produksi berkelanjutan. Pertanian modern pada dasarnya adalah usaha pertanian yang menerapkan teknologi terbaru yang sesuai dengan kondisi agroekologi dan sosial ekonomi petaniannya. Teknologi terbaru tersebut dapat berupa alat-alat mesin pertanian, sarana dan prasarana usahatani, dan pengelolaan usahatani.

Dalam penerapan teknologi modern di Indonesia, aspek yang terkait dengan pelestarian lingkungan dan sumber daya lahan pada umumnya belum diperhatikan. Oleh karena itu, untuk memperoleh kelestarian lingkungan dan sistem produksi yang berkelanjutan, pertanian modern di Indonesia perlu dilengkapi dengan tindakan pelestarian lingkungan dan mutu lahan.

Beberapa tindakan untuk pemeliharaan mutu lahan, justru telah dilakukan pada usaha pertanian tradisional sebelum terjadi adopsi teknologi revolusi hijau, seperti: rotasi tanaman, penanaman *leguminosa* yang kemudian dibenamkan ke dalam tanah, penggunaan pupuk kandang dan kompos. Dengan diadopsinya teknologi revolusi hijau, yang lebih mengandalkan pada pupuk anorganik dan penanaman varietas unggul umur genjah, praktek yang bermanfaat bagi pelestarian mutu sumber daya lahan tersebut ditinggalkan oleh petani. Intensitas tanam padi 2-3 kali setahun, dan menurunnya populasi ternak besar mengakibatkan rotasi tanaman dan pengembalian bahan organik ke dalam tanah ditinggalkan.

Beberapa rakitan teknologi yang ditujukan untuk mengoreksi kelemahan teknologi revolusi hijau, telah diketengahkan, antara lain: agroekoteknologi (Sumarno dan Suyamto, 1998), *Eco-agriculture for sustainable production* (Swaminathan, 1997), Usahatani Ramah Lingkungan (Sumarno *et al.*, 2000), Teknologi Revolusi Hijau Lestari (Sumarno, 2007). Pada rumusan pertanian ekologis, Swaminathan (1997) menekankan perlunya menghindarkan kelelahan tanah (*soil fatigue*) dengan jalan memberikan waktu istirahat bagi lahan, mengolah tanah bergiliran secara basah dan secara kering supaya terjadi proses oksidasi tanah, dan menerapkan rotasi tanaman. Dengan cara tersebut, diharapkan keseimbangan ekologi lahan dapat terpelihara.

Konsep agroekoteknologi, usahatani ramah lingkungan, dan teknologi revolusi hijau lestari (Sumarno dan Suyamto, 1998; Sumarno, *et al.*, 2000; Sumarno, 2007), berisi komponen teknologi modern yang digabungkan dengan upaya dan tindakan pelestarian mutu sumber daya dan lingkungan, antara lain berupa: (1) pengembalian limbah panen dan penambahan pupuk organik ke dalam tanah sawah, (2) rotasi tanaman menyertakan tanaman kacang-kacangan dan atau tanaman yang memerlukan pengolahan tanah seperti : tebu, tembakau, ubijalar, sayuran, melon; (3)

penyehatan lingkungan dan sanitasi tanaman inang serangga hama dan patogen-penyakit, (4) penanaman varietas unggul adaptif lokalita spesifik yang saling berbeda antar blok persawahan, guna meningkatkan keragaman varietas, (5) pola tanam multi komoditas pada satu wilayah hamparan sawah, menggunakan pola tanam surjan, penanaman palawija pada pematang, penanaman sayuran pada 10-20% luasan areal secara tersebar dan terpancar, sehingga membentuk pola tanam komoditas mozaik, (6) pemupukan anorganik untuk penyediaan hara secara optimal bagi tanaman, (7) pengelolaan keseimbangan ekologi biota dan pengendalian hama-penyakit terpadu, (8) mencegah pencemaran limbah kimiawi maupun fisik, berasal dari luar ekologi lahan, (9) penyiapan lahan secara optimal bagi pertumbuhan tanaman, (10) penanaman pada musim tanam yang tepat secara serempak pada satu hamparan, (11) pemeliharaan sumber pengairan dan prasarana irigasi, supaya air tersedia berkecukupan bagi kebutuhan tanaman, (12) pemanenan dan penyimpanan air hujan untuk pengairan pada musim kemarau. Dua belas tindakan tersebut sangat komplementer dan serasi (*compatible*) dengan sarana-prasarana serta peralatan mesin modern, sehingga dari usahatani akan diperoleh produktivitas tinggi dan sekaligus konservasi sumber daya dan lingkungan.

Adopsi terhadap komponen teknologi ekologis-konservasif tersebut semestinya dapat dilakukan dengan jalan peningkatan kesadaran dan pemahaman petani melalui penyuluhan dan pelatihan. Aspek pemeliharaan mutu lahan dan lingkungan, seharusnya menjadi bagian dari program penyuluhan pertanian. Akan tetapi di lapangan, penyuluh belum pernah dibekali pengetahuan tentang konservasi lahan dan lingkungan, dan pada umumnya mereka belum memahaminya (Sumarno dan Kartasasmita, 2011).

Sekolah Lapang Pengelolaan Tanaman Terpadu (SLPTT) yang dimaksudkan untuk memperoleh produktivitas padi yang tinggi secara berkelanjutan (Las *et al.*, 2002) dalam operasionalisasinya di lapangan hanya ditujukan semata-mata untuk memperoleh produktivitas yang tinggi. Anjuran penggunaan pupuk organik untuk padi sawah juga belum dapat dilaksanakan, walaupun didorong dengan bantuan pupuk organik dari Pemerintah (Sumarno dan Kartasasmita, 2011). Petani yang telah memberikan pupuk organik, dosisnya sangat rendah, karena sebagian besar petani tidak memiliki ternak besar.

Mengharapkan adopsi tindakan pelestarian mutu sumber daya dan lingkungan berbarengan dengan adopsi teknologi budidaya dengan kesadaran petani sendiri, nampaknya tidak mudah karena petani lebih mementingkan perolehan produksi maksimal pada musim itu. Hal tersebut diperkuat oleh sistem usahatani bagi hasil, kedokan atau sewa lahan yang penggarapnya tidak berminat pada aspek keberlanjutan produksi. Penggunaan pupuk organik dianggap tidak memberikan dampak positif terhadap hasil padi pada musim yang bersangkutan, sehingga petani pelaku bagi hasil dan petani penyewa lahan tidak tertarik untuk menggunakan pupuk organik (Sumarno dan Kartasasmita, 2011).

Menurut *Greenland* (1997), lahan sawah mampu melestarikan keberlanjutan produksi secara alamiah, oleh sifat fisik biologis dan kimiawi tanah yang lebih stabil. Di

samping itu. terdapat hal-hal positif lainnya dari lahan sawah, yang berfungsi memelihara keberlanjutan produksi, yaitu sebagai berikut: (1) lahan tidak menjadi masam setelah pengolahan dan penanaman secara terus-menerus, disebabkan oleh sifat fisiko-kimia yang stabil pada kondisi tergenang, (2) zat hara dari wilayah hulu tertampung di lahan sawah, dan hanya sedikit hara yang tercuci, (3) fosfor terikat dalam bentuk ferro-fosfat yang tersedia bagi tanaman, (4) terjadi penambahan hara melalui irigasi, luapan banjir dan endapan liat dari banjir, (5) terjadi fiksasi N secara biologis melalui bantuan mikroba tanah, tumbuhan air, dan tanaman *legumes*; (6) erosi permukaan dicegah oleh adanya pematang yang menahan aliran air. Pembusukan jerami, akar tanaman, sisa tanaman dari pola rotasi tanam, juga ikut memelihara kesuburan tanah sawah. Akan tetapi dengan panen padi dua kali setahun dengan produktivitas 10 t gkg/ha/tahun apabila tanpa penambahan pupuk anorganik, tanah sawah akan mengalami pengurangan secara negatif hara sebesar 153 kg N; 36,5 kg P; dan 195 kg K per ha per tahun (*Greenland, 1997*). Kondisi demikian, tentu akan memiskinkan hara tanah sawah yang berakibat pada ketidak-berlanjutan produksi.

Belum dilakukannya upaya dan tindakan pelestarian mutu lahan dan lingkungan sumber daya pertanian di Indonesia, nampaknya disebabkan oleh multi faktor, antara lain sebagai berikut:

1. Program pemerintah hanya berfokus pada target peningkatan produksi beras, sehingga aspek pemeliharaan mutu lahan dan lingkungan pertanian terabaikan.
2. Pelestarian mutu lahan dan lingkungan belum dimasukkan dalam program penyuluhan.
3. Penyuluh pertanian belum dibekali pemahaman tentang pelestarian mutu lahan dan lingkungan serta keberlanjutan produksi.
4. Pengelolaan usahatani dengan bagi hasil, sewa, kedokan dan borongan tidak kondusif terhadap upaya dan tindakan pelestarian mutu lahan dan lingkungan.
5. Pemahaman dan kesadaran para pemangku usaha pertanian (pejabat, ilmuwan, pemerhati, penyuluh, pelaku usahatani) terhadap pelestarian mutu sumber daya lahan dan lingkungan, nampaknya masih sangat rendah.
6. Aspek pelestarian mutu lahan dan lingkungan pertanian belum menjadi arus utama (*main stream*) dalam agenda program pembangunan pertanian Indonesia, dan bahkan belum menjadi bagian integral dari program peningkatan produksi pertanian. Terdapatnya pemikiran tentang hal itu baru merupakan wacana yang masih terlupakan operasionalisasinya.

Secara konseptual *Grace dan Harrington (2003)*, membagi perkembangan teknologi produksi padi sawah menjadi 3 tahapan: (1) periode intensifikasi pra-revolusi hijau, (2) periode intensifikasi revolusi hijau, (3) periode intensifikasi revolusi hijau berkelanjutan. Teknologi revolusi hijau disebutkan berdampak pada penurunan mutu

Tabel 2. Perbedaan teknologi dan perhatian terhadap pelestarian mutu lahan dan lingkungan, tiga tahapan perkembangan teknologi produksi padi sawah

	<b>Komponen</b>	<b>Tahap intensifikasi PRH sebelum 1970</b>	<b>Tahap intensifikasi RH (1970-2000)</b>	<b>Tahap intensifikasi RHL 2001 -----</b>
1.	Status teknologi	Tradisional. Adaptif	Paket anjuran seragam	Komponen teknologi pilihan
2.	Sarana produksi	Dari lokalita	Dari luar usahatani	Kombinasi lokalita + luar
3.	Tujuan	Produksi cukup	Produksi melimpah	Produksi optimal berkelanjutan
4.	Kelestarian lahan	Lestari	Penambangan hara	Pemeliharaan lahan
5.	Kelestarian lingkungan	Lestari	Terganggu	Keseimbangan ekologi
6.	Keberlanjutan usaha	Berkelanjutan	Menurun	Berkelanjutan

Sumber : Grace & Harrington (2003)

PRH = Pra Revolusi Hijau

RH = Revolusi Hijau

RHL = Revolusi Hijau Lestari

sumber daya lahan sawah dan peningkatan emisi gas rumah kaca, karena ketergantungan petani pada penggunaan pupuk kimia, pestisida dan herbisida, serta praktik pembakaran jerami untuk percepatan tanam pada musim tanam berikutnya. Dari aspek teknologi dan pelestarian mutu lahan dan lingkungan, ketiga tahapan tersebut dapat diringkaskan seperti pada Tabel 2.

### **Faktor Penyebab Menurunnya Mutu Lahan dan Lingkungan**

Penurunan mutu lahan sawah dan lingkungan usaha pertanian di Indonesia belum disadari dan jarang diteliti secara kuantitatif. Selama ini pemahaman kerusakan sumber daya lahan dan lingkungan hanya terfokus pada wilayah daerah aliran sungai (DAS) dan perbukitan, yang memang telah mengalami kerusakan parah. Pemerintah mengakui bahwa dari 89 DAS, terdapat 59 DAS yang mengalami rusak parah. Penghancuran sumber daya alam Indonesia, bersamaan dengan pemiskinan rakyat, menjadi krisis sosial-ekologis yang paripurna (Antara, 27 April 2004).

Memang faktor tekanan jumlah penduduk yang besar dan kemiskinan, diyakini merupakan salah satu faktor pendorong dan percepatan terjadinya kerusakan sumber daya lahan dan lingkungan (Shah and Strong, 1989). Belum adanya kesadaran masyarakat terhadap upaya pelestarian sumber daya dan lahan serta kebijakan Pemerintah yang terfokus pada peningkatan produksi pangan, mengakibatkan terjadinya kerusakan tersebut yang akan terus bertambah pada masa mendatang. Perlu disadari bahwa kerusakan DAS berakibat pada kerusakan lahan sawah di wilayah DAS yang bersangkutan, oleh terjadinya banjir, berkurangnya resapan air untuk mata air sumber pengairan, penimbunan endapan tanah dan pasir yang terbawa oleh banjir, rusaknya prasarana irigasi dan jalan usahatani. Oleh karena itu, kerusakan DAS berdampak langsung terhadap kerusakan lahan pertanian di wilayah hilir yang berupa

dataran. Shah and Strong (1999), mengidentifikasi enam issue masalah yang cukup menonjol berkaitan dengan penyediaan pangan, yaitu: (1) kemiskinan dan kurangnya keberdayaan masyarakat perdesaan, (2) upaya mencukupi produksi pangan nasional pada sumber daya lahan yang semakin terbatas, (3) mutu sumber daya lahan yang menurun dan tidak mendukung untuk keberlanjutan sistem produksi pangan, (4) penurunan mutu lingkungan secara umum, (5) penurunan ketersediaan air pengairan, dan (6) erosi dan kehilangan sumber daya genetik. Keenam isu menonjol tersebut tidak terlepas dari sistem produksi pangan pada lahan sawah maupun lahan kering, yang berarti bahwa kerusakan lahan pertanian sebenarnya berpeluang terjadi pada semua jenis lahan di dataran tinggi, lereng perbukitan maupun pada dataran rendah yang berupa hamparan.

Secara *in-situ*, penurunan mutu sumber daya lahan diindikasikan oleh rendahnya kandungan bahan organik tanah sawah. Secara keseluruhan, Las dan Tim (2009), melaporkan bahwa 73% luasan lahan pertanian Indonesia memiliki kandungan bahan organik rendah (kurang dari 2%), 23% kandungan bahan organiknya sedang, dan hanya 4% yang status bahan organik tanahnya tinggi. Penelitian pada tahun 1991- 2006 di 17 Kabupaten sentra produksi padi di P. Jawa oleh para peneliti Puslit Tanah dan Agroklimat, menunjukkan kandungan bahan organik tanah yang sangat rendah antara 0,64%–1,80% (Prihatini *et al.*, 2001; Tuherkih *et al.*, 2002). Bandingkan dengan lahan pertanian padi sawah di China, berdasarkan analisis tanah dari 251 lokasi mendapatkan kandungan bahan organik tanah sawah rata-rata 2,9% (Wang, *et al.*, 2013). Walaupun belum ada bukti ilmiah yang menunjukkan rendahnya kandungan bahan organik tanah dengan kerusakan mutu lahan sawah, namun pada kondisi bahan organik yang sangat rendah, nyata akan mengakibatkan terjadinya kerusakan tanah (Tisdale *et al.*, 1993).

Dari penelitian terhadap gejala empiris yang dilihat oleh petani, Sumarno dan Kartasmita (2011), melaporkan terdapat tujuh hal yang mengindikasikan mulai terjadinya penurunan mutu lahan sawah di provinsi Banten dan Lampung, yakni: (1) kesuburan tanah menurun, (2) lapisan lumpur tambah dangkal, (3) tanah cepat mengering, (4) tanah mudah mengeras, (5) kebutuhan air pengairan bertambah banyak, (6) serangan hama meningkat; keracunan tanaman dan serangan penyakit meningkat, (7) pada lahan sawah di pantai terjadi intrusi air laut. Walaupun belum dapat dikuantifikasi besaran penurunan mutu sumber daya lahan tersebut, namun gejala tersebut diamati oleh petani dan penyuluh, mengindikasikan mulai terjadinya degradasi lahan sawah. Kerusakan lahan dalam waktu lama akan lebih parah lagi, seperti yang dikhawatirkan oleh *Brown and Kane* (1979) dan juga oleh *The World Watch Institute* (2007).

Menurut pengamatan petani, terjadinya degradasi mutu lahan sawah di Banten dan Lampung, disebabkan oleh beberapa faktor sebagai berikut (Tabel 3).

Frekuensi terjadinya faktor penyebab degradasi lahan sawah di Banten lebih tinggi (rata-rata 5,9 = agak sering terjadi) dibandingkan dengan di Lampung (rata-rata 4,6 = ada terjadi), yang berarti lahan sawah di Banten lebih rentan terkena faktor

Tabel 3. Faktor yang menyebabkan terjadinya degradasi lahan sawah di provinsi Banten dan Lampung, menurut petani.

Faktor penyebab	Tingkat kejadian (Skor 1 s/d 9)			Rata-rata	
	Banten	Lampung			
1. Pembakaran jerami	7	7	7,0	Cukup sering	
2. Jerami diangkut ke luar sawah	7	7	7,0	Cukup sering	
3. Tanam padi terus-menerus, tanpa rotasi	8	7	7,5	Sering	
4. Tidak menggunakan pupuk organik	6	6	6,0	Agak sering	
5. Limbah pabrik masuk ke sawah, sampah	5	1	3,0	Kadang-kadang	
6. Timbunan pasir, tanah dari banjir	1	1	1,0	Jarang terjadi	
7. Lapisan olah tanah tergerus banjir, tanah digali	6	1	3,5	Kadang-kadang	
8. Prasarana irigasi rusak	7	4	5,5	Ada terjadi	
9. Sumber pengairan rusak	7	7	7,0	Cukup sering	
10. Intrusi air laut ke sawah	5	5	6,0	Ada terjadi	
<b>Rata-rata</b>	<b>5,9</b>	<b>4,6</b>			

Sumber : Sumarno dan Kartasasmita (2011)

Skor 1 = jarang terjadi; Skor 9 – sangat sering terjadi

penyebab kerusakan lahan. Faktor penyebab degradasi lahan sawah tersebut belum termasuk penurunan kandungan bahan organik tanah dan penurunan kandungan hara makro-hara mikro tanah, drainase tanah dan mikroba tanah, yang nampaknya juga mengalami penurunan/degradasi disebabkan oleh terdapatnya 10 faktor penyebab pada Tabel 3.

Kriteria keberlanjutan sistem produksi suatu sumber daya lahan dapat didasarkan pada produktivitas lahan tanpa penambahan masukan sarana produksi, seperti pupuk. Sayangnya penelitian jangka panjang tentang keberlanjutan kemampuan tanah menyediakan hara bagi usaha pertanian, belum pernah dipublikasikan di Indonesia. Apabila didapatkan bahwa kemampuan tanah menyediakan hara bagi tanaman menurun dalam jangka waktu sepuluh tahun, maka berarti terjadi penurunan mutu tanah yang akan berdampak negatif pada tingkat keberlanjutan produksi.

### Intensifikasi dan Konservasi Sumber daya Lahan

Selama ini pengertian intensifikasi pertanian hanya dimaknai sebagai upaya memaksimalkan produktivitas dengan penggunaan input tinggi. Oleh karena itu secara praktik di lapangan, intensifikasi tidak kondusif terhadap upaya konservasi mutu sumber daya lahan, dan bahkan justru bertentangan dengan pelestarian lingkungan, disebabkan oleh penggunaan masukan agrokimia yang berlebihan. Pertanian intensif belum memasukkan upaya dan tindakan perawatan lahan, perawatan sumber pengairan dan prasarana irigasi dan upaya pelestarian mutu lingkungan secara

intensif. Pertanian intensif justru bersifat eksploitatif mengejar keuntungan jangka pendek, tanpa didasari panggilan hati nurani untuk bertanggung jawab bagi kehidupan generasi yang akan datang.

Swaminathan (1997), menunjukkan bahwa dalam pemanfaatan teknologi revolusi hijau di sebagian besar negara-negara di Asia, pemerintah berlaku tidak peduli terhadap aspek pelestarian mutu lahan dan lingkungan, karena terlalu memfokuskan pada tujuan jangka pendek, yaitu "peningkatan produksi pangan". Petani tidak diberikan pemahaman tentang penggunaan agrokimia yang menjadi komponen utama teknologi. Pengaruh samping dari penggunaan pestisida, fungisida, herbisida, dan pupuk, belum pernah disuluhkan secara sistematis kepada petani. Padahal usaha produksi pertanian merupakan usaha yang bersifat multidimensi, mencakup: proses biokimia, sistem biologi, penghidupan (*survival*), ekonomi, kewajiban moral, ekologi, pengelolaan keberlanjutan sumber daya dan aspek sosial (Lynam, 1994). Dan peliknya, bahwa berbagai kepentingan tersebut sering bersifat "berlawanan" satu dengan yang lainnya.

Oleh terbatasnya luasan lahan pertanian di Indonesia, maka untuk mencukupi kebutuhan beras, program intensifikasi, dan bahkan *super intensive agriculture* menjadi keharusan. Dengan terdapatnya sifat yang kontradiktif antara intensifikasi dengan ekologi, maka diperlukan perumusan *content* atau komponen penyusun program intensifikasi yang tepat. Program intensifikasi baru (PIB) usahatani padi sawah, disarankan mengintegrasikan unsur pemeliharaan mutu sumber daya lahan dan lingkungan, seperti dengan teknologi produksi maju, sebagaimana yang disarankan oleh Sumarno (2007) dalam Teknologi Revolusi Hijau Lestari, yaitu: (1) pengembalian limbah hasil panen ke dalam tanah dan atau penambahan pupuk organik secara teratur setiap musim tanam, (2) rotasi tanaman padi dengan palawija dan atau sayuran, atau tebu, (3) sanitasi lahan dan lingkungan dari tanaman inang hama-penyakit, (4) penanaman varietas unggul yang adaptif lokasi dan musim spesifik, berbeda antar wilayah, (5) usahatani polikultur atau *mix farming*, tanaman, ternak, ikan; diversifikasi tanaman dalam satu blok pada setiap musim, (6) monitoring kandungan hara tanah, guna menentukan dosis pupuk optimal sesuai target produksi, (7) pengelolaan lingkungan, mendasarkan keseimbangan ekologis biota, dalam rangka pengelolaan hama terpadu, (8) mencegah cemaran limbah kimiawi dan fisik lahan sawah dari luar ekologi sawah, (9) pemeliharaan, penyediaan sumber pengairan dan prasarana irigasi, serta pemanfaatan air secara efisien.

Pertanian super intensif dalam PIB, merupakan usaha pertanian dengan produktivitas tinggi dalam rangka pemanfaatan sumber daya lahan, air, tanaman, ternak, dan ikan; dalam lingkungan yang lestari dan mutu sumber daya yang terpelihara. Dengan menerapkan sembilan komponen dalam PIB tersebut, maka intensifikasi menjadi sejalan dan serasi dengan upaya konservasi mutu sumber daya lahan dan lingkungan.

## OPERASIONALISASI PERTANIAN EKOLOGIS BERKELANJUTAN

Melihat kondisi dan karakteristik pelaku usahatani tanaman pangan Indonesia, dimana sebagian besar operator lapang usahatani bukan pemilik lahan, maka mengharapkan petani melakukan pertanian ekologis-konservasif secara sukarela atas dasar kesadaran nampaknya sangat sulit. Anjuran melalui penyuluhan, seperti yang dilakukan untuk adopsi teknologi, nampaknya untuk anjuran pertanian ekologis-konservasif tidak akan berjalan lancar. Oleh karena itu perlu dicari jalan persuasif dan edukatif, yang mengharuskan pelaksanaannya tanpa merugikan petani. Ketentuan yang dikaitkan dengan hak petani, atau terkait insentif ekonomi, diharapkan akan efektif dalam mengintroduksi tindakan pelestarian lingkungan dan mutu sumber daya lahan pertanian.

### Rumusan Pertanian Ekologis Berkelanjutan

Rakitan teknologi pertanian ekologis-konservasif, secara umum telah diajukan, seperti: (1) Agroekoteknologi (Sumarno dan Suyamto, 1998), (2) Usahatani Ramah Lingkungan (Sumarno, *et al.*, 2000), (3) Teknologi Revolusi Hijau Lestari (Sumarno, 2007), (4) Sistem Usahatani Integratif Tanaman dan Ternak, (5) *Good Agriculture Practice on Rice* (IRRI, 2011) dan yang lainnya. Namun selama ini belum ada kesepakatan nasional tentang rumusan pertanian ekologis-konservasif.

Pada dasarnya, pertanian ekologis-konservasif, idealnya mencakup berbagai komponen lingkungan sebagai berikut:

1. Perlindungan terhadap lingkungan makro di wilayah luar usahatani, meliputi: wilayah hulu, wilayah tengah, dan wilayah hilir yang mencakup vegetasi, resapan air hujan, mata air, sumber air, ketersediaan air, banjir, erosi, tanah longsor, dan bangunan pencegahan erosi, baik secara teknis maupun biologis.
2. Perawatan lingkungan usahatani secara umum, yang langsung maupun tidak langsung bersinggungan dengan kegiatan usahatani tanaman pangan padi.
3. Perlindungan bodi air, baik air permukaan, berupa air kolam, air selokan, air sungai, air danau, air bendungan, maupun air tanah dan air sumur; yang kemungkinan dipengaruhi oleh kegiatan usaha pertanian.
4. Perawatan keseimbangan ekologis lingkungan *in-situ*, yang meliputi keseimbangan populasi biota agroekologi, termasuk hubungan antara tanaman inang-hama-penyakit-parasit-kompetitor-predator dan musuh alami lainnya.
5. Pemeliharaan keanekaragaman hayati dan keragaman genetik dalam usahatani, mencakup tanaman usahatani, tumbuhan pada agroekologi usahatani, hewan, ikan, serangga, mikroba, tumbuhan air, keragaman varietas yang ditanam petani, keragaman tanaman dalam pola tanam dan rotasi tanaman.

6. Pelestarian mutu sumber daya lahan, mencakup: kedalaman lapisan olah tanah, struktur dan tekstur tanah, kandungan bahan organik tanah, hara makro-mikro, ketersediaan hara, reaksi kimia tanah, populasi mikroba tanah, drainasi tanah, kesuburan tanah.
7. Pengendalian populasi organisme pengganggu tanaman, termasuk gulma jahat, agar tetap berada dalam batas wajar.
8. Perlindungan produk hasil panen dan biomassa bebas residu pestisida-herbisida, dan zat kimia lainnya.
9. Perlindungan hewan ternak dan ikan agar bebas cemaran pestisida.
10. Perlindungan pengelola dan pekerja usahatani agar bebas cemaran zat kimia beracun berasal dari input usahatani.
11. Pelestarian kesuburan dan produktivitas lahan serta keberlanjutan sistem produksi agar terjaga dengan baik.
12. Pemeliharaan kesehatan lingkungan lahan usahatani, agar bebas dari cemaran limbah B3 dan benda-benda anorganik berasal dari luar usahatani.
13. Perlindungan pekerja usahatani agar terjamin hak-haknya dalam hal kesehatan, upah kerja, dan kesejahteraannya, tanpa terjadi diskriminasi gender dalam pengupahan dan jenis pekerjaannya.
14. Pemberdayaan masyarakat miskin di sekitar usahatani, untuk mendapatkan manfaat ekonomi untuk meningkatkan kesejahteraan mereka.
15. Perlindungan konsumen produk pertanian agar mendapat jaminan keamanan konsumsi dari hasil pertanian yang mereka beli.

Oleh banyaknya cakupan persyaratan pertanian ekologis-konservatif, maka diperlukan kesepakatan perumusan dengan memperhatikan prioritas, operasionalitas, dan kemampuan petani pelaku usahatani. Bahan dasarnya telah tersedia, seperti yang telah dibahas pada bagian depan makalah ini.

### **Kesepakatan Pemahaman**

Indonesia termasuk lamban dan terlambat dalam mengadopsi pertanian modern ekologis-konservatif karena berbagai penyebab, antara lain: (a) tujuan pembangunan pertanian hanya berorientasi tujuan jangka pendek, (b) kriteria keberhasilan pembangunan terfokus pada peningkatan produktivitas dan target produksi, (c) sebagian besar pejabat belum paham dan bersifat tidak peduli terhadap kelestarian mutu sumber daya lahan dan lingkungan, (d) sifat tidak acuh (*ignorance*) dari sebagian besar birokrat terhadap konsep pertanian ekologis. Oleh karena itu, langkah pertama yang perlu diambil adalah mendiskusikan tentang pertanian ekologis-konservatif agar diperoleh kesepakatan dan kesepakatan. Negara-negara lain, seperti Thailand, Vietnam, Myanmar, dan India telah menerapkan GAP padi sawah sejak

tahun 2009 (IRRI, 2011), yang salah satu tujuannya adalah pertanian ekologis-konservatif yang menghasilkan produk aman konsumsi. GAP pada sayuran telah menjadi persyaratan perdagangan di Uni Eropa sejak tahun 2002/2003, dan bahkan diposisikan sebagai persyaratan *Non Tarriff Barrier* (NTB). Tiongkok China telah mengadopsi *Green Agriculture-Green Food* dengan tujuan yang sama. Indonesia nampaknya belum berminat dalam mempromosikan pertanian ekologis secara formal.

### **Pelestarian Lingkungan dan Sumber daya Lahan sebagai Bagian Integral Pembangunan Pertanian**

Untuk menjaga usaha pelestarian lingkungan dan sumber daya lahan (PLSL) sebagai program pembangunan pertanian, tidak perlu ada program terpisah dari program pembinaan produksi tanaman pangan. PLSL diintegrasikan dengan penyuluhan peningkatan produksi tanaman pangan, dan bahkan menjadi bagian integral dari teknologi untuk peningkatan produktivitas. Oleh karena setiap wilayah agroekologi memiliki kondisi yang berbeda, maka tindakan PLSL yang diperlukan juga berbeda.

Secara umum, komponen PLSL yang perlu diintegrasikan ke dalam teknologi produksi padi sawah adalah :

1. Keharusan menerapkan rotasi tanaman minimal satu jenis tanaman palawija atau hortikultura dalam satu tahun.
2. Pengembalian bahan organik dari biomassa ke dalam tanah dan penambahan pupuk organik (pupuk kandang, kompos) serta tidak membakar jerami di petakan sawah.
3. Menghindari penanaman satu varietas pada areal skala luas, secara terus-menerus. Petani disarankan menanam varietas yang berbeda untuk musim hujan dan untuk musim kemarau.
4. Dianjurkan menerapkan *mixed farming*, terdiri dari berbagai jenis tanaman, ternak dan ikan dalam setiap usahatani, dan diikuti dengan praktik pertanian tanpa limbah (*zero waste agriculture*).
5. Melakukan analisis tanah secara regular (tiga tahun sekali) untuk penentuan dosis pemupukan yang tepat.
6. Melakukan sanitasi lahan usahatani dari sumber penularan hama dan penyakit, serta penyehatan lingkungan usahatani.
7. Pemeliharaan sumber pengairan dan prasarana pengairan, serta penggunaan air secara efisien dibarengi oleh penampungan dan pemanfaatan air hujan secara efektif.
8. Pencegahan lahan usahatani dari cemaran benda-benda asing yang berasal dari luar ekologi lahan disertai pemeliharaan tanah agar tidak terinvasi gulma jahat.

9. Pemeliharaan mutu tanah dari aspek reaksi kimia ekstrim, kecukupan hara, aerasi, drainasi, ketersediaan hara, mikrobiologi tanah, bahan organik, dan lain-lain yang menjadikan tanah subur, produktif dan terlestarikan.
10. Mencegah lahan dari keracunan senyawa kimia dari dalam tanah, intrusi air laut, kahat hara mikro, atau ketersediaan hara tanaman yang tidak berimbang.

Dari berbagai tindakan pelestarian lingkungan dan sumber daya lahan pertanian tersebut, perlu dipilih yang sesuai untuk agroekologi wilayah usahatani yang bersangkutan. Tujuan utama dan manfaat pertanian ekologis dan konservatif bagi petani dan keluarganya adalah, selain produksi yang tinggi, juga terpeliharanya keberlanjutan sistem produksi pertanian

Beberapa pengertian dan definisi keberlanjutan, diuraikan sebagai berikut: Menurut *Journal of Sustainable Agriculture* (1990), Pertanian berkelanjutan adalah usaha pertanian yang mempersyaratkan: (a) sumber daya pertanian dimanfaatkan seimbang peruntukannya, disertai konservasi, pendauran biologis dan pembaruan, (b) praktik pertanian melestarikan sumber daya pertanian dan mencegah perusakan lingkungan, (c) produktivitas, pendapatan dan insentif ekonomi tetap layak, (d) sistem produksi tetap harmonis dan selaras dengan dinamika sosial ekonomi masyarakat.

Castello (1992) secara umum memberi definisi pertanian berkelanjutan sebagai "sistem produksi pertanian yang secara terus-menerus dapat memenuhi kebutuhan pangan, pakan ternak dan serat bagi kebutuhan nasional dan dapat memberi keuntungan ekonomi bagi pelaku usaha, tanpa merusak sumber daya alam untuk generasi yang akan datang".

Harrington (1992) mengaitkan pertanian berkelanjutan dengan tiga tolok ukur dalam pengelolaan sumber daya pertanian, yaitu: pelestarian lingkungan, mutu sumber daya pertanian, keanekaragaman hayati dan keadilan antar generasi dalam memanfaatkan sumber daya lahan dan terdapat pertumbuhan produksi, sesuai dengan permintaan yang terus meningkat. Di Negara maju seperti Amerika Serikat, keberlanjutan pertanian diartikan sebagai "upaya pemanduan dan pengawalan dalam pemanfaatan bumi, tanah dan air (*stewardship of the earth, its soil and water*) menekankan kepada aspek meminimalisasi degradasi dan kerusakan lahan dan lingkungan".

Dari berbagai definisi tersebut, jelas terlihat bahwa untuk memperoleh keberlanjutan usaha pertanian, diperlukan tindakan-tindakan perawatan, pemeliharaan dan pemanfaatan sumber daya pertanian secara arif. Tanpa tindakan perawatan dan pemeliharaan sumber daya lahan, mustahil akan diperoleh keberlanjutan dalam jangka panjang ke depan.

### **Sistem Sertifikasi Proses Produksi**

Sistem sertifikasi proses produksi pertanian, dimaksudkan sebagai salah satu cara untuk memastikan agar ketentuan tentang pemeliharaan mutu sumber daya dan

lingkungan/agroekologi pertanian, dilaksanakan secara efektif. Tujuan sertifikasi sistem produksi pertanian, adalah: (1) memberikan jaminan mutu aman konsumsi bahan pangan bagi konsumen, (2) menjaga kualitas lahan dan lingkungan tetap lestari, (3) memberikan kesejahteraan tenaga kerja usahatani, (4) menjaga terpeliharanya keanekaragaman hayati pada agroekologi terkait (IRRI, 2011). Dalam sertifikasi *Better Management Practices* pada perkebunan tebu, bahkan ditambahkan tujuan, (5) memberikan kesejahteraan dan keadilan bagi masyarakat di wilayah usaha (Kingston *et al.*, 2007).

Ketentuan dalam sertifikasi produksi di Eropa baru diintroduksikan ke produsen bahan pangan (petani) pada tahun 2000, namun kini telah diadopsi oleh banyak negara. Di Asia sistem sertifikasi mulai diadopsi sejak tahun 2006/2007. Indonesia telah menyusun ketentuan sertifikasi untuk sistem produksi buah menggunakan sistem GAP (*Good Agriculture Practices*), yang disesuaikan dengan kondisi Indonesia (Ditjen Hortikultura, 2004) namun hingga kini belum diterapkan. IRRI (2011) menganjurkan GAP sebagai sistem sertifikasi pada produksi padi, seperti yang telah diterapkan di Vietnam dan Thailand sejak tahun 2009. Sayangnya Indonesia belum berminat untuk memikirkan hal ini, padahal sertifikasi produksi telah menjadi komponen *Non Tarriff Barrier* dalam perdagangan Internasional.

Seperti halnya pertanian ekologis-konservasif, sistem sertifikasi juga memerlukan pemahaman dan kesepakatan untuk dapat dioperasionalkan. Pada dasarnya, sistem sertifikasi produksi juga merupakan upaya pertanian ekologis-konservasif, disamping tujuan jaminan keamanan konsumsi produk panen yang dihasilkan.

## KESIMPULAN

1. Penerapan teknologi revolusi hijau pada usahatani padi sawah, pada umumnya telah dipahami membawa dampak negatif terhadap mutu lingkungan dan mutu sumber daya lahan pertanian. Oleh karena itu, diperlukan tindakan koreksi terhadap teknologi revolusi hijau, untuk memperoleh sistem produksi padi yang produktif-ekologis dan berkelanjutan.
2. Konsep pertanian ekologis-konservasif menuju sistem produksi yang berkelanjutan telah tersedia, namun rumusan operasionalnya perlu disepakati oleh berbagai anggota pemangku kepentingan.
3. Pemahaman dan kesadaran tentang pentingnya pemeliharaan mutu sumber daya lahan dan mutu lingkungan untuk menjaga keberlanjutan sistem produksi, belum dipahami oleh sebagian besar insan pertanian. Oleh karena itu diperlukan diskusi nasional untuk pemahaman dan kesepakatan rumusan tindakan yang perlu dilakukan.
4. Sistem sertifikasi produksi padi, merupakan salah satu cara pengharusan penerapan pertanian ekologis-konservasif, disamping tujuan keamanan konsumsi

produk panen. Sistem sertifikasi proses produksi merupakan solusi saling menang antara konsumen-pedagang-petani, dalam pelestarian lingkungan dan sumber daya lahan. Secara bertahap, Indonesia disarankan mulai mengadopsi sistem sertifikasi produksi, seperti yang telah diadopsi negara lain.

5. Pertanian ekologis-konservatif untuk menjaga keberlanjutan produksi, merupakan keharusan dalam sistem produksi dan ekonomi nasional, apabila Indonesia tidak ingin terbelit oleh permasalahan lingkungan dan tidak ingin menurun kemampuannya menyediakan produksi pangan bagi warga negaranya.

## DAFTAR PUSTAKA

- Abrol, I.P., K.F. Bronson, J.M. Duxbury and R.K. Gupta, 1997. Long term soil fertility experiments in rice-wheat cropping system. Proc. Workshop Rice-Wheat Consortium for the Indo-Gangetic Plains. New Delhi, India.
- Amani Organik, 2003. Pemasaran produk pertanian organik. Konsolidasi Business Plan 2004-2008. SBU Agric. Services. PT. Sucofindo (Persero), Jakarta.
- Assadourian, E., M.D. Anderson, L. Starke, 2007. Vital Signs, World Watch Institute. W.W. Norton & Co. New York.
- Brown, L.:R. and Kane, 1997. Reassessing the earth's population carrying capacity. Full House Publishing. New York.
- Carter, H.O., 1988. The agricultural sustainability issue : an overview and research assessment. p.115-135. *Dalam* E. Javier and U. Resborg (eds) : The changing dynamics of global agriculture. ISNAR. The Hague, The Netherlands.
- Castillo, G.T., 1992. Sustainable agriculture begin at home. Workshop on sustainable agriculture. UPLB, Philippines.
- Ditjen Hortikultura, 2004. GAP; Panduan Budidaya Buah yang Benar. Departemen Pertanian, Jakarta.
- Duxbury, J.M., I.P. Abrol, R.K. Gupta, and K.F. Brown, 2000. Analyses of longterm soil fertility experiment with rice-wheat rotation in South Asia. p.7-22. *In* I.P. Abrol, *et al.* (eds). Long term soil fertility experiments. Rice-Wheat Cons. for the Indo Gangetic Plains. New Delhi, India.
- Grace, P.R. and L. Harrington. 2003. Long term sustainability of the tropical and subtropical rice-wheat system. An environmental perspective. P.27-43. *In* J.K Ladha *et al.* (eds). Improving productivity and sustainability. ASA-CSSA. Winconsin, USA.
- Greenland, D.J., 1997. The sustainability of rice farming. CAB International and IRRI. CAB. Int. Wallingford, United Kingdom.

- Hardwood, R.R., 1987. Low input technology for sustainable agricultural system. *In* V.W. Ruttan and C.E. Pray (eds). Policy for Agric. Research. West View Press. Boulder, Colorado, USA.
- Harrington, L.W., 1992. Intermeting and measuring sustainability, issue and options. Farming for the future. MacMillan, London.
- IRRI, 2004. IRRI's Environmental Agenda. An approach towards sustainable development. IRRI, Los Banos, Philippines.
- IRRI, 2011. Symposium on Good Agriculture Practices (GAP) for rice in Southeast Asia. Bangkok, 2-4 April 2011.
- Journal of Sustainable Agriculture, 1990. <http://www.haworthpressinc.com> (12 March 2012)
- Kingston, G., J.H. Meyer, A.L. Garside and G.A. Korndovter, 2007. Better Management Practices in Sugarcane Field. Proc. Int. Soc. Sugarcane Technology. Vol. 26, 2007.
- Ladha, J.K., H. Pathak, A.T. Padre, and D. Dawe, 2003. Productivity trends in intensive rice-wheat cropping system in Asia. p.45-76. *In* J.K. Ladha *et al.* (eds) : Improving the production and sustainability of rice-wheat system. Issues and impact. ASA. CSSA-SSSA, Madison, Wisconsin, USA.
- Las, I., A.K. Makarim, H.M. Toha dan A. Gani., 2002. Panduan teknis pengelolaan tanaman dan sumber daya terpadu, padi sawah irigasi. Badan Litbang Pertanian. 37p.
- Las, I. dan Tim, 2008. Sumber daya lahan dan iklim mendukung swasembada beras lestari. Memiograf. BBSDLP, Bogor.
- Lynam, J.K., 1994. Sustainable growth in agricultural production. The links between production, resources and research, p.3-27. *In* P. Goldsworthy and F.P. de Vries (eds). Opportunities use and transfer of system research methods in agriculture to developing countries. Kluwer Academic Publisher, ISNAR-ICASA, London.
- Maryoto, A. 2004. Amanat Kedaulatan Pangan, Kompas 16 Mei 2004.
- Meadows, D.H., D.L. Meadows, J. Kanders and W.W. Behrens, 1972. The limits to growth. The University Book Press. New York.
- Pranadji, T.S., dan W.K. Sejati, 2008. Pengelolaan serangga dan pertanian organik berkelanjutan di pedesaan : menuju revolusi pertanian gelombang ke 3 di abad 21. Forum Penelitian Agroekonomi, Vol. 23 (11) : 38-47. Pusat Penelitian dan Pengembangan Sosial Ekonomi Pertanian, Bogor.
- Pretty, J.N., and R. Chambers, 1994. Towards a learning paradigm. New Professionalism and Institutions for Agriculture. p.82-202. *In*: I. Scoones

- and J. Thomson (eds). *Beyond farmers First*. Intermediate Technology Publication, London.
- Prihatini, T. dan A. Hamzah. 2001. Inokulan bakteri pelarut P sebagai pupuk hayati pada lahan sawah. Dalam A. Saleh dkk. (eds). *Pros. Seminar Nas. Pendayagunaan Sumber daya Tanah, Iklim, dan Pupuk*. Buku II. Puslitbang Tanah dan Agroklimat. Bogor.
- Shah, M., and M. Strong, 1999. *Food in the 21th century. From sciences to sustainable agriculture*. CGIAR Secretariat, World Bank, Washington DC, USA.
- Sisworo, W.R., 2006. *Swasembada pangan dan pertanian berkelanjutan. Tantangan abad XXI : Pendekatan Ilmu Tanah, Tanaman dan Pemanfaatan Iptek Nuklir*. BATAN, Jakarta.
- Sumarno, I.G. Ismail dan Sutjipto, 2000. Konsep usahatani ramah lingkungan. p.55-74. *Dalam* A.K. Makarim, dkk (eds). : *Tonggak Kemajuan Teknologi Produksi Pangan. Prosiding Simposium Penelitian Tanaman Pangan IV*. Puslitbang Tanaman Pangan, Bogor.
- Sumarno dan Suyamto, 1998. *Agroekoteknologi sebagai dasar pembangunan sistem usaha pertanian berkelanjutan*. p.235-256. *Prosiding Analisis Ketersediaan Sumber daya Pangan dan Pembangunan Pertanian Berkelanjutan*. Badan Litbang Pertanian, Jakarta.
- Sumarno, 2007. *Teknologi Revolusi Hijau Lestari untuk ketahanan pangan Nasional masa depan*. *IPTEK Tanaman Pangan*. Vol. 2 (2). 131-153.
- Sumarno dan U.G. Kartasasmita, 2011. *Analisis tingkat adopsi teknologi produksi padi sawah mengacu produktivitas optimal dan keberlanjutan*. Laporan akhir penelitian Analisis Kebijakan Teknis. Puslitbangtan (belum dipublikasikan).
- Sutanto, R., 2002. *Pertanian Organik*. Kanisius, Yogyakarta. 216p.
- Suyamto dan Z. Zaini. 2010. Kapasitas produksi pangan lahan sawah irigasi dan tadah hujan. hal 25-52. *Dalam* Sumarno dan N. Suharta (eds). *Analisis sumber daya lahan menuju ketahanan pangan berkelanjutan*. Badan Litbang Pertanian.
- Swaminathan, M.S., 1997. *Research for sustainable agricultural development in South Asia, opportunities and challenges*. Seminar Proc. on Agricultural Research and Development in Bangladesh. BRRI, Gasipur-1701-Bangladesh.
- Syam, M. 2006. *Kontroversi "System of Rice Intensification (SRI)" di Indonesia*. *IPTEK Tanaman Pangan*. Vol 1(1):30-40.
- Tisdale, S.L., W.L. Nelson, J.D. Beaton, and J.L. Havlin, 1993. *Soil fertility and fertilizers*. Fifth ed. McMillan Pub. Co. New York.

- Tukerkih, E., I. Nasution, Maryam, dan D. Santoso. 2002. Diagnosis hara lahan sawah intensifikasi di P. Jawa. *Dalam* D. Djaenudin *et al.* (eds.). Pros. Seminar Nas. Pengelolaan Sumber daya Lahan dan Pupuk. Buku II. Puslitbang Tanah dan Agroklimat, Bogor.
- Uphoff, N., and A. Gani, 2003. Opportunities for rice self-sufficiency with the system of Rice Intensification (SRI). p.397-418. *Dalam* : F. Kasryno, *et al.* (eds).
- World Watch Institute, 2007. Vital signs 2007-2008. The trends that are shaping our future. W.W. Norton & Company. New York.