

Memperkuat Kemampuan Wilayah Menghadapi Perubahan Iklim



Editor : Effendi Pasandaran, Muhammad Syakir,
Rusman Heriawan dan Muhammad Prama Yufdy

MEMPERKUAT KEMAMPUAN WILAYAH MENGHADAPI PERUBAHAN IKLIM

Editor:

Effendi Pasandaran, Muhammad Syakir

Rusman Heriawan, dan Muhammad Prama Yufdy



**IAARD
PRESS**

**BADAN PENELITIAN DAN PENGEMBANGAN PERTANIAN
KEMENTERIAN PERTANIAN**

2017

MEMPERKUAT KEMAMPUAN WILAYAH MENGHADAPI PERUBAHAN IKLIM

Cetakan 2017

Hak cipta dilindungi oleh Undang-Undang

@ Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian, 2017

Katalog Dalam Terbitan

BADAN PENELITIAN DAN PENGEMBANGAN PERTANIAN KEMENTERIAN PERTANIAN

Memperkuat Kemampuan Wilayah Menghadapi Perubahan Iklim / Editor :
Effendi Pasandaran, Muhammad Syakir, Rusman Heriawan dan Muhammad Prama Yufdy

Penyunting Teknik: Kedi Suradisatra, Ai Dariah, Nono Sutrisno dan Bambang Irawan

v + ... hlm; 17 x 24 cm

ISBN

1. Wilayah 2. Perubahan Iklim

I. Judul. II. Pasandaran, Effendi III. Syakir, Muhammad IV. Heriawan,
Rusman V. Prama Yufdy, Muhammad

Tata Letak : Suherman
Desain Sampul : Dani Gartina
Proof Reader : Farida Istiana

IAARD PRESS

Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian
Jl. Ragunan No 29 Pasarmingu Jakarta 12540
Telp. +62 21 7806202, Faks. +62 21 78 00644

Anggota IKAPI No.445/DKI/2012

MEMPERKUAT KEMAMPUAN WILAYAH MENGHADAPI PERUBAHAN IKLIM

KATA PENGANTAR

Buku Memperkuat Kemampuan Wilayah Menghadapi Perubahan Iklim menyajikan 12 tulisan yang merupakan hasil pemikiran dan pengalaman pemikir dan peneliti dari berbagai bidang kepakaran namun memiliki muatan terkait dengan upaya meningkatkan kemampuan mitigasi dan adaptasi terhadap perubahan iklim. Tulisan-tulisan tersebut membahas perlunya peningkatan kemampuan sektor pertanian dalam menghadapi ancaman dan risiko dampak perubahan iklim yang semakin besar. Peningkatan kemampuan dalam menghadapi perubahan iklim dikupas secara utuh dan mendalam, mulai dari perlunya inovasi sistem dan usaha pertanian, membangun kemampuan adaptasi berbasis kearifan lokal, berbagai inovasi pertanian untuk menghadapi dampak perubahan iklim, dan instrumen kebijakan yang perlu dilaksanakan.

Pada bab awal, buku ini mengupas ancaman dampak perubahan iklim terhadap sektor pertanian, khususnya pangan, dan perlu diwujudkan sistem usahatani inovatif yang menerapkan inovasi teknologi pengelolaan air, tanah dan tanaman serta dilengkapi dengan kelembagaan dan kearifan lokal dalam menghadapi dampak perubahan iklim dan iklim. Pertanian organik dan pengembangan agroforestri ditawarkan sebagai salah satu alternatif respon terhadap perubahan iklim. Pemetaan sumber daya pertanian dan pengembangan sistem asuransi pertanian adalah aspek lain yang diulas dalam mitigasi dan penanganan risiko usaha pertanian yang meningkat. Selanjutnya buku ini mengulas secara mendalam kearifan lokal sebagai landasan peningkatan kemampuan masyarakat. Kearifan lokal “palintangan” dapat diselaraskan dengan teknologi modern untuk adaptasi kalender dan pola tanam yang sesuai dengan pola perubahan iklim. Pemanfaatan modal sosial yang telah dimiliki masyarakat perlu digali dan dikembangkan untuk mengatasi degradasi ekosistem yang terjadi. Demikian pula disajikan berbagai inovasi pertanian yang dapat diterapkan dalam menghadapi dampak perubahan iklim, antara lain inovasi pengelolaan sumber daya air, sistem usaha pertanian konservasi, inovasi budidaya inter-cropping, inovasi terkait dengan sistem asuransi pertanian. Pada bagian akhir diulas perlunya sinergi antara inovasi pertanian modern dengan kearifan lokal dalam menghadapi dampak perubahan iklim. Dukungan kebijakan diperlukan dalam membangun kerangka serta instrumen kebijakan yang efektif, terkait dengan pengelolaan sumber daya alam dan lingkungan, meningkatkan kemampuan

dan kemandirian masyarakat dalam mengadaptasi dan beradaptasi terhadap perubahan iklim.

Akhirnya semoga buku ini dapat menambah pandangan terkait dengan adaptasi dan mitigasi terhadap dampak perubahan iklim. Ucapan terima kasih dan penghargaan yang tinggi disampaikan kepada para kontributor makalah yang disajikan dalam buku ini beserta pihak-pihak yang terlibat dan membantu kelancaran proses dari awal sampai terlaksanakannya penerbitan buku ini.

Jakarta, Desember 2017

Editor.

DAFTAR ISI

Pengantar	v
Daftar Isi	vii
Bab I. PENDAHULUAN	1
Bab II. MENGHADAPI TANTANGAN PERUBAHAN IKLIM	7
1. Mewujudkan Sistem Usahatani Inovatif Menghadapi Tantangan Perubahan Iklim dan Iklim Ekstrim Elza Surmaini, Woro Estiningtyas, dan Irsal Las	11
2. Pertanian Organik Sebagai Upaya Mitigasi Emisi Gas Rumah Kaca Dan Peningkatan Adaptasi Terhadap Perubahan Iklim Ai Dariah dan Muhammad Prama Yufdi	44
3. Membangun Database Mendukung Asuransi Pertanian Dalam Rangka Menghadapi Perubahan Iklim Rizatus Shofiyati dan Sahat M. Pasaribu	72
4. Pemetaan Dan Evaluasi Sumber Daya Lahan Mendukung Peningkatan Produksi Pertanian Dalam Menghadapi Perubahan Iklim. Sukarman, Any Mulyani dan Erna Suryani	93
Bab III. KEARIFAN LOKAL MENGHADAPI PERUBAHAN IKLIM	119
1. Kearifan Lokal Sebagai Landasan Membangun Kemampuan Petani Menghadapi Perubahan Iklim Effendi Pasandaran dan Muhammad Syakir	124
2. Kearifan Lokal Dan Kapital Sosial Dalam Menghadapi Perubahan Iklim Sunanto dan Abdul Wahid Rauf	150
3. Kearifan Lokal <i>Palintangan</i> (Astronomi) Dan Penanda Alam Menghadapi Perubahan Iklim Kedi Suradisastra, Ai Dariah dan Nono Sutrisno	168
4. Kearifan Lokal Dan Kapital Sosial Dalam Menghadapi Degradasi Ekosistem Nono Sutrisno dan Kedi Suradisastra	187

Bab IV. INOVASI MERESPON PERUBAHAN IKLIM 225

1. Inovasi di bidang Pengelolaan Air Menghadapi Keragaman Iklim
Nono Sutrisno dan Nani Heryani 229
2. Inovasi Di Bidang Agroforestri Dan Konservasi Lahan: Dampak Dan Terobosan Baru Termasuk Upaya Menghadapi Perubahan Iklim.
Tigor Butarbutar, Harris Herman Siringoringo dan Triwilaida 267
3. Inovasi Pola Tanam Relay-Intercropping Jagung-Ubikayu Di Lampung Mengantisipasi Dampak Kekeringan
A. Arivin Rivaie, Kiswanto dan Effendi Pasandaran 305
4. Pemanfaatan Inovasi Menghadapi Keragaman Iklim Dan Implikasinya Terhadap Sistem Pembiayaan Usaha Pertanian
Sahat M. Pasaribu dan dan Rizatus Shofiyati 341

Bab V. IMPLIKASI KEBIJAKAN DAN AGENDA KEDEPAN..... 365

Sekilas Tentang Penulis 371

Indeks 383

BAB I.

PENDAHULUAN

PENDAHULUAN

Dengan semakin kuatnya ancaman dan resiko perubahan iklim, Indonesia tetap optimis untuk mencapai swasembada dan kedaulatan pangan. Untuk mencapai tujuan tersebut, perlu diwujudkan suatu sistem usahatani inovatif meliputi inovasi teknologi pengelolaan air, tanah dan tanaman, dilengkapi dengan sistem kelembagaannya, dengan tetap mempertimbangkan kearifan lokal yang selama ini telah berkembang di masyarakat, sehingga sektor pertanian mampu menghadapi tantangan perubahan iklim dan iklim ekstrem yang semakin rapat frekuensi kejadiannya. Untuk mendukung peningkatan kapasitas adaptasi terhadap perubahan iklim serta mitigasi emisi gas rumah kaca, juga diperlukan peningkatan kapasitas baik dalam hal memahami dampak dari perubahan iklim, maupun dalam menginventarisasi dan mengaplikasikan inovasi teknologi adaptasi dan mitigasi.

Sampai saat ini, aspek adaptasi masih menjadi prioritas di sektor pertanian. Karena pertanian mempunyai kewajiban untuk menjaga keberlanjutan ketahanan pangan di tengah tantangan perubahan iklim. Namun demikian sektor pertanian tetap berkomitmen untuk berkontribusi terhadap penurunan laju emisi. Oleh karena itu inovasi teknologi yang dikembangkan diprioritaskan pada teknologi adaptasi yang memiliki co-benefit mitigasi. Apalagi di Sektor pertanian berbagai tindakan adaptasi seringkali sulit dipisahkan dari mitigasi.

Kajian ini mempelajari berbagai inovasi teknologi yang dapat mendukung peningkatan kemampuan sektor pertanian dalam menghadapi perubahan iklim, serta menggali adanya potensi kemampuan sektor pertanian dalam mitigasi emisi GRK. Hasil kajian ini juga diharapkan bisa dijadikan salah satu dasar pengambilan keputusan dalam memperkuat kemampuan sektor pertanian dalam mengantisipasi berbagai dampak negatif dari perubahan iklim. Beberapa aspek yang dikaji dalam studi ini diantaranya data dan informasi serta alternatif inovasi teknologi yang cerdas iklim, menggali kearifan lokal yang dapat mendukung kemampuan adaptasi sektor pertanian dan berpeluang untuk berkontribusi terhadap mitigasi emisi gas rumah kaca. Berdasarkan hasil studi ini dirumuskan suatu implikasi kebijakan dan agenda ke depan untuk lebih meningkatkan kemampuan sektor pertanian dalam menghadapi perubahan iklim.

Bedasarkan hasil kajian ini menunjukkan bahwa pengelolaan dan perbaikan sumber daya alam, terutama sumber daya lahan dan air termasuk membalikkan degradasi sumber daya alam yang terlanjur rusak merupakan strategi pertama dalam meningkatkan kapasitas petani dalam adaptasi. Strategi kedua adalah peningkatan kemampuan untuk memahami (dan menginterpretasi), memprediksi keragaman dan variabilitas iklim dalam berbagai tataran dan skala waktu terutama musiman dan antar tahunan, dan memanfaatkan informasi iklim dalam merencanakan aktivitas pertaniannya secara bertanggungjawab dan ramah lingkungan. Strategi ketiga merupakan penyiapan dan penyediaan inovasi teknologi adaptif dan ramah lingkungan. Masing-masing strategi tentu didukung oleh aspek kelembagaan atau kebijakan, dan khusus untuk strategi kedua dan ketiga didukung oleh pelatihan dan pembinaan, termasuk dalam bentuk sekolah lapang iklim pertanian (SLIP).

Untuk menjawab tantangan dan permasalahan perubahan iklim, dapat dilakukan dengan membangun kerangka serta instrumen kebijakan yang diperlukan yang dapat dianggap layak dan efektif untuk menghadapi masalah dan tantangan pengelolaan sumber daya alam dan lingkungan di masa sekarang dan yang menjadi semakin kompleks karena terjadinya perubahan iklim. Kearifan lokal dapat dijadikan basis dalam memperkuat ketangguhan masyarakat dalam beradaptasi terhadap perubahan iklim, sekaligus mengembangkan kemampuan mitigasi. Praktek praktek kearifan lokal yang terkait dengan iklim khususnya praktek yang bersifat adaptif di antaranya: (a) praktek-praktek sekolah lapangan dalam mengadaptasi perubahan iklim yang berbasis kearifan lokal. Berdasarkan pelajaran pelajaran yang diperoleh dapat dibangun kerangka kebijakan yang mencerminkan berbagai strategi yang perlu di tempuh dalam jangka pendek dan jangka panjang; dan (b) membangun kemampuan adaptif dan mitigatif.

Dalam kerangka adaptasi dan mitigasi perubahan iklim yang menjadi sarana belajar utama adalah indikator perubahan alam seperti perubahan karakteristik aliran air, karakteristik musim seperti musim kemarau yang panjang, musim hujan semakin tidak menentu, dan wilayah banjir yang semakin meluas. Belajar dari pengalaman tokoh masyarakat juga diperlukan terutama tokoh tokoh yang menginisiasi kearifan lokal atau yang mempunyai pengetahuan yang dalam dan luas mengenai kearifan lokal. Informasi dan teknologi yang berasal dari luar juga dikaji bersama

sebagai bahan kajian untuk dianalisis dan disimpulkan. Proses pembelajaran hanya dapat dimulai apabila ada kesadaran individu yang kemudian dikembangkan menjadi kesadaran kelompok berdasarkan keingintahuan (*curiosity*) yang mendorong petani untuk bertanya atau mengamati, serta kebijakan memperkuat kemampuan petani.

Secara global perubahan iklim telah menjadi isu politik dan menjadi perhatian publik, namun masih ada perbedaan dalam hal langkah-langkah kebijakan yang diperlukan karena pemahaman yang bersifat parsial dan cenderung berorientasi kepentingan ekonomi nasional. Oleh karena itu perlu dibuat kerangka dasar kebijakan yang ditunjang oleh dukungan kelembagaan nasional yang dijadikan rujukan berbagai produk perundang-undangan yang terkait dan peraturan-peraturan yang memungkinkan terjadinya pendekatan keterpaduan antar berbagai pihak seperti birokrasi pemerintah, pihak swasta, dan lembaga swadaya masyarakat. Tujuan kebijakan didasarkan pada strategi kebijakan yang bersifat pencegahan, kebijakan yang memperkuat kemampuan prediksi dan antisipasi, serta program-program adaptasi dan mitigasi.

BAB II.

MENGHADAPI TANTANGAN PERUBAHAN IKLIM

MENGHADAPI TANTANGAN PERUBAHAN IKLIM

Perubahan iklim merupakan suatu fenomena yang tidak bisa dihindari. Oleh karena itu, semua sektor termasuk sektor pertanian yang rentan terhadap terjadinya perubahan iklim harus segera meningkatkan kemampuan beradaptasi terhadap berbagai perubahan yang terjadi, disamping berbagai usaha mitigasi untuk menghambat laju perubahan iklim juga perlu terus dilakukan. Namun tindakan mitigasi yang dilakukan di sektor pertanian, tidak boleh menghambat produktivitas pertanian.

Bab ini menguraikan berbagai inovasi teknologi yang mampu meningkatkan adaptasi sektor pertanian terhadap berbagai dampak yang timbul akibat terjadinya perubahan iklim, termasuk data dan informasi yang diperlukan untuk mendukung pengembangan inovasi teknologi pertanian yang cerdas iklim. Salah satu sub bab dalam bab ini memuat berbagai pokok pikiran terkait dengan gambaran umum kajian terkini tentang proyeksi perubahan iklim dan dampaknya, tingkat kerentanan usahatani pangan di Indonesia, serta beberapa pokok pikiran terkait dengan konsep dan strataegi pengembangan sistem pertanian cerdas iklim sebagai sistem usahatani pangan inovatif dan modern.

Salah satu contoh sistem pertanian yang cerdas iklim dikemukakan dalam bab ini adalah sistem pertanian organik. Beberapa hasil penelitian menunjukkan bahwa pertanian organik mampu meningkatkan daya adaptasi pertanian terhadap perubahan iklim, juga dapat menekan tingkat emisi GRK. Namun demikian rata-rata produksi yang dicapai dalam sistem pertanian organik masih relatif rendah dibanding rata-rata produksi sistem pertanian konvensional. Sampai saat ini sistem pertanian organik belum bisa diadopsi secara penuh, walaupun beberapa prinsip dari pertanian organik sudah bisa diterapkan meski belum secara penuh, atau baru pada tahap menuju sistem berbasis organik. Input organik sudah dijadikan komponen utama dari sistem usahatani. Disisi lain penggunaan input anorganik masih dilakukan dengan takaran yang lebih efisien.

Pemanfaatan data dan informasi yang dihasilkan dari kegiatan pemetaan dan evaluasi sumber daya lahan perlu dimanfaatkan secara optimal untuk mendukung peningkatan produksi di era perubahan iklim dengan mempertimbangkan berbagai perubahan yang terjadi sebagai dampak terjadinya perubahan iklim. Dari data sumber daya lahan tingkat semi detail dapat dihasilkan kesesuaian lahan berbagai komoditas unggulan

atau komoditas prioritas yang dapat dikembangkan, baik untuk meningkatkan produksi maupun untuk pengembangan agribisnis di era perubahan iklim. Pilihan komoditas yang dapat dikembangkan perlu ditindaklanjuti dengan berbagai upaya pengelolaan lahannya melalui pemanfaatan inovasi teknologi yang tersedia dengan memperhatikan upaya adaptasi dan mitigasi perubahan iklim. Inovasi teknologi remote sensing juga dapat dimanfaatkan untuk meningkatkan kemampuan sektor pertanian dalam menghadapi resiko perubahan iklim, diantaranya untuk mendukung pengembangan asuransi pertanian. Teknologi ini dapat menjadi bagian yang penting dalam pelaksanaan asuransi tanaman pangan, hortikultura, dan perkebunan. Dengan memerhatikan arah pengembangan asuransi pertanian untuk mencakup lebih banyak komoditas, kebutuhan pemanfaatan teknologi ini dapat membuat kegiatan perasuransian menjadi lebih efektif

MEWUJUDKAN SISTEM USAHATANI INOVATIF MENGHADAPI TANTANGAN PERUBAHAN IKLIM DAN IKLIM EKSTREM

Elza Surmaini, Woro Estiningtyas, dan Irsal Las

PENDAHULUAN

Problematisa sumber daya lahan, keterbatasan dan pergeseran tenaga kerja, serta ancaman perubahan iklim terhadap penyediaan pangan nasional dan dunia kedepan semakin nyata. Berbagai kajian terkini serta penguatan perhatian dunia terhadap aspek adaptasi dan mitigasi perubahan iklim mengisyaratkan bahwa gejala perubahan iklim semakin nyata dengan ancaman yang lebih serius, jika tidak dilakukan upaya terintegrasi antara adaptasi dan mitigasi. Indikasi lain yang menunjukkan kekhawatiran dan sekaligus peningkatan kepedulian atau perhatian dunia terhadap ancaman perubahan iklim adalah ditetapkannya *Paris Agreement* pada COP 21 di Paris tahun 2016. Penekanan Kesepakatan Paris tersebut terkait dengan penguatan upaya adaptasi melalui peningkatan kapasitas adaptasi perubahan iklim yang lebih terukur, terutama pada sektor pertanian.

Ditengah kekuatiran dan kegalauan masyarakat dunia terhadap pangan serta makin kuatnya ancaman dan resiko perubahan iklim, Indonesia tetap yakin untuk segera mencapai swasembada dan kedaulatan pangan. Bahkan Indonesia berambisi untuk bisa menjadi salah satu lumbung pangan dunia di masa yang akan datang. Ambisi tersebut tentu saja dengan memperhatikan berbagai faktor strategis dan potensi sumber daya, antara lain memanfaatkan potensi dan peluang di wilayah perbatasan (Kementerian Pertanian 2017). Pertanyaannya, bagaimana sistem usaha pertanian (SUP) dibangun dan dikembangkan, khususnya dalam menghadapi berbagai ancaman dan tantangan tersebut.

Tantangan dan ancaman tersebut akan semakin berat jika perhatian masih didominasi atau hanya mengandalkan SUP pada lahan sawah irigasi dan kurang memperhatikan aspek daya saing, kesejahteraan petani, dan aspek sosial ekonomi lainnya. Dengan tantangan perubahan iklim yang semakin berat, target swasembada pangan akan sulit dicapai jika hanya mengandalkan sitem usaha tani yang masih konvensional. Salah

satu indikasinya ditunjukkan hasil analisis dan telaahan terhadap tingkat kerentanan sistem usaha tani tanaman pangan terhadap ancaman perubahan iklim dan iklim esktrim.

Oleh sebab itu selain lahan sawah irigasi, perhatian juga akan lebih ditujukan pada lahan sawah tadah hujan dan lahan kering. Badan Litbang Pertanian mengidentifikasi adanya potensi lahan tadah hujan dan lahan kering potensial untuk ditingkatkan indeks pertanamannya (IP) dengan memanfaatkan teknologi dam parit atau embung untuk meningkatkan ketersediaan airnya. Tentu saja teknologi tersebut perlu didukung atau dibarengi dengan pengembangan SUP Inovatif. Pengembangan SUP inovatif, cerdas, dan tangguh iklim (*Climate Smart Agriculture*) yang terkait pola pikir atau konsepsi, sumber daya, inovasi, dan teknologi sangat diperlukan untuk pertanian masa depan. Pendekatan dan strategi umum pengelolaan resiko iklim menuju sistem pertanian cerdas iklim harus bertitik tolak dari kompleksitas keterkaitan pertanian dan perubahan iklim yang menuntut integrasi adaptasi dan mitigasi. Kompleksitas tersebut terkait dengan posisi strategis sektor pertanian terhadap pembangunan nasional (pangan dan ekonomi), di sisi lain sektor pertanian adalah sektor utama yang menjadi korban, namun sekaligus ikut berkontribusi dalam memicu perubahan iklim.

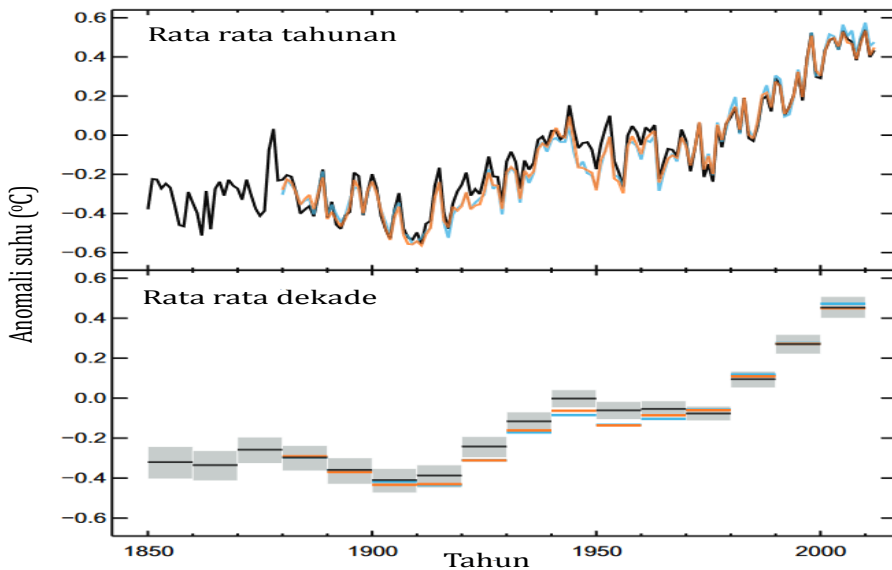
Sejalan dengan obsesi pengembangan lumbung pangan dunia, pemikiran inovatif yang patut dikembangkan adalah mengupayakan agar perubahan iklim dan iklim ekstrem tidak selalu hanya dipadang sebagai ancaman dan risiko belaka, tetapi dialihkan menjadi suatu tantangan dan peluang. Makalah ini memuat berbagai pokok pikiran terkait dengan gambaran umum kajian terkini tentang proyeksi perubahan iklim dan dampaknya, tingkat kerentanan usahatani pangan di Indonesia, serta beberapa pokok pikiran terkait dengan konsep dan strategi pengembangan sistem pertanian cerdas iklim sebagai sistem usahatani pangan inovatif dan modern.

PERUBAHAN IKLIM DAN PERTANIAN: KAJIAN TERKINI

Tren kondisi iklim historis

Laporan kajian ke 5 (*Assessment Rerport*, AR5) dari *Intergovernmental Panel on Climate Change* (IPCC) mempubikasikan

bahwa suhu bumi meningkat sekitar $0,8^{\circ}\text{C}$ selama satu abad terakhir, dan dalam tiga dekade terakhir ini kondisinya lebih hangat daripada dekade sebelumnya (Gambar 1). Peningkatan suhu tersebut cenderung menurunkan curah hujan di kawasan benua maritim, terutama wilayah Indonesia bagian Selatan dan Timur.



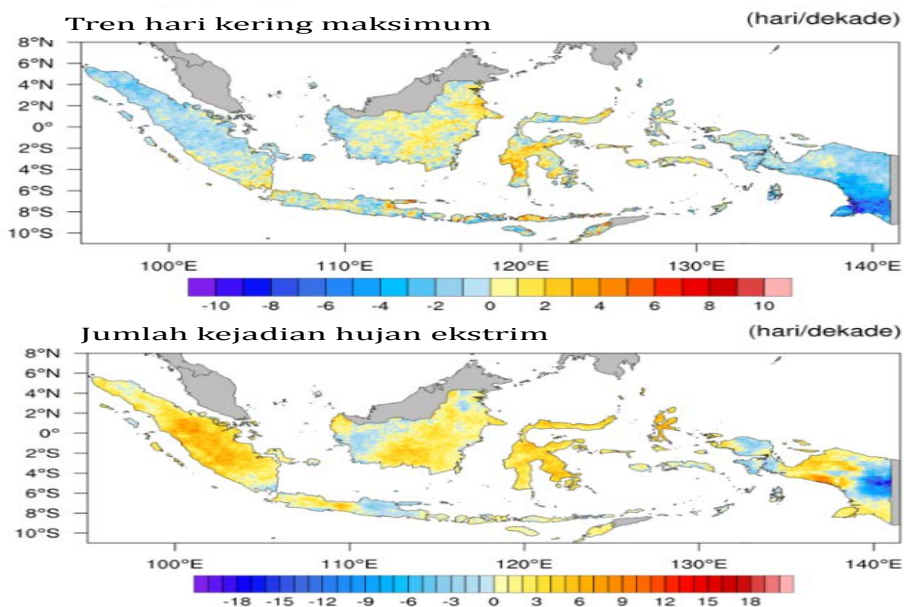
Gambar 1. Peningkatan suhu global tahun 1850-2012(IPCC, 2013)

Faktor utama yang menjadi pemicu adalah meningkatnya emisi gas rumah kaca (GRK), seperti karbon dioksida, metana, nitrogen oksida, dan sejumlah gas industri, sebagai akibat ledakan penduduk dan modernisasi yang mendorong deforestasi dan aktivitas lainnya. Konsentrasi gas CO_2 sekarang tertinggi dalam sejarah, yaitu lebih tinggi 40% dibandingkan pada era pra-industri.

Penelitian lain menunjukkan bahwa dalam 50 tahun terakhir terjadi peningkatan suhu yang lebih cepat yaitu sebesar $0,16^{\circ}\text{C}/\text{dekade}$. Peningkatan tinggi muka air laut, khususnya di bagian tengah dan Timur Indonesia sebesar 0,2-0,6 cm/tahun. Selama kurun waktu 1999-2010 telah terjadi peningkatan intensitas hujan di sebagian besar Pulau Jawa, Kalimantan, dan Papua. Sementara itu di sebagian wilayah pesisir Sumatera, sebagian besar wilayah Sulawesi dan Maluku terlihat penurunan

tren curah hujan. *Trend* Penurunan (peningkatan) curah hujan tersebut berkaitan erat dengan kejadian El Niño (La Niña). Peningkatan (penurunan) suhu muka laut sebesar 1°C dapat menyebabkan penurunan (peningkatan) curah hujan sebesar 20 mm/bulan diluar pengaruh monsun dan faktor pengendali iklim lainnya (Boer *et al.* 2014). Perubahan pola hujan yang terjadi secara langsung mempengaruhi awal dan panjang musim.

Di samping peningkatan suhu bumi, terdapat bukti kuat bahwa kondisi suhu ekstrem dan gelombang panas menjadi lebih sering terjadi sejak tahun 1950. Gejala lain juga menunjukkan bahwa kejadian kekeringan dan banjir yang lebih parah dan lebih sering dibanding dekade sebelumnya. Dari berbagai dampak perubahan iklim, kejadian iklim ekstrem El Niño (La Niña) yang berasosiasi dengan kemarau panjang (hujan ekstrem) yang paling besar pengaruhnya terhadap sektor pertanian. Menurut Faqih *et al.* (2016), *trend* selama 30 tahun menunjukkan bahwa hari kering maksimum meningkat 2-3 dasarian sebagian besar wilayah di Lampung, sebagian Jawa, Bali, Nusa Tenggara, Kalimantan, dan Sulawesi. Sedangkan *trend* hujan ekstrem meningkat di sebagian besar wilayah Indonesia (Gambar 2).

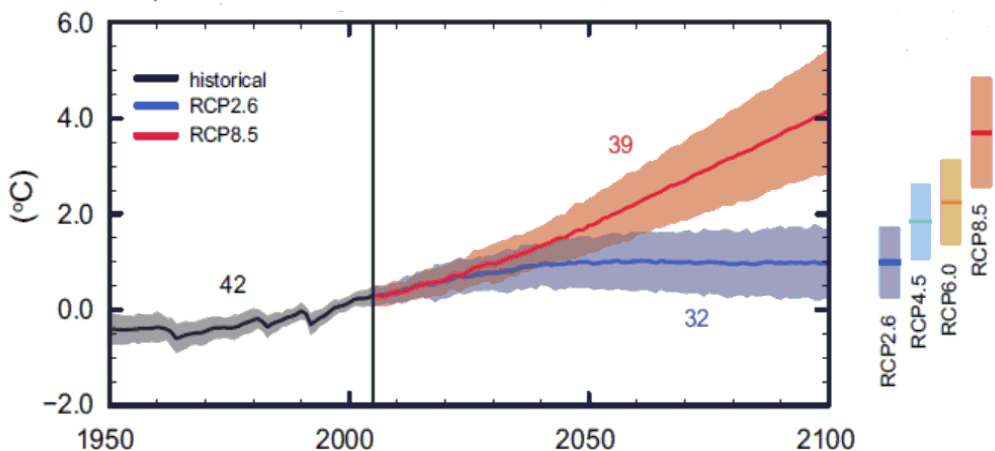


Gambar 2. Tren kejadian iklim ekstrem dalam 30 tahun terakhir (Faqih *et al.* 2016)

Proyeksi Jangka Pendek Iklim Indonesia

IPCC telah melakukan kajian skenario iklim untuk mengetahui proyeksi perubahan iklim global dan regional sampai tahun 2100 yang disebut sebagai skenario perubahan iklim generasi terbaru yang dikenal dengan istilah *Representative Concentration Pathways*/RCP (Moss *et al.* 2008; 2010). Skenario ini menggunakan faktor pengendali yang berkontribusi terhadap perubahan keseimbangan energi di bumi yaitu *Radiative Forcing* (RF dalam satuan W m^{-2}). Peningkatan nilai RF dapat menyebabkan pemanasan yang menyebabkan terjadinya peningkatan suhu rata-rata global.

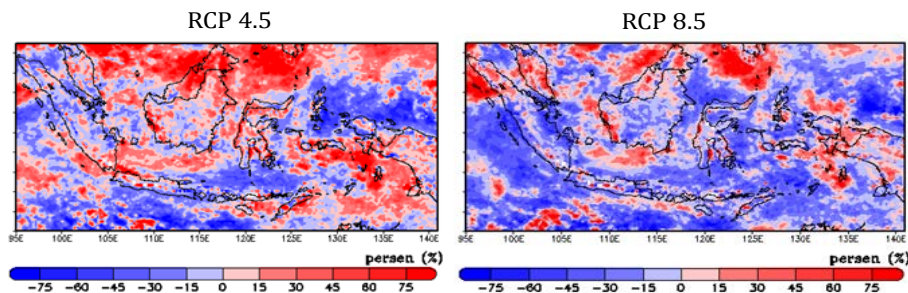
Skenario RCP memiliki representasi menyeluruh dari perkiraan rentang alur RF di masa depan. Skenario ini dibagi menjadi empat mulai dari skenario terendah yang optimis hingga skenario yang paling ekstrem atau pesimis, yaitu RCP 2,6 (strategi mitigasi agresif, kenaikan RF 2,6 W m^{-2}), RCP 4,5 (menengah-ringan, kenaikan RF 4,5 W m^{-2}), RCP 6.0 (menengah-tinggi, kenaikan RF 6,0 W m^{-2}) dan RCP 8,5 (*business as usual*, kenaikan RF 8,5 W m^{-2}) (Gambar 3). Skenario tersebut dibangun dari besaran emisi yang masih dapat dihasilkan agar kenaikan temperatur rata-rata bumi tidak melebihi 2°C . Skenario RCP menggantikan skenario emisi (SRES) yang diterbitkan pada tahun 2000. Skenario-skenario tersebut mendorong kesepakatan semua negara untuk melakukan skenario mitigasi agresif.



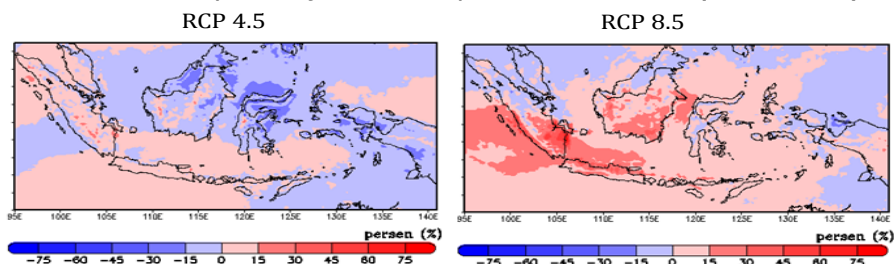
Gambar 3. Proyeksi suhu global dengan skenario RCP (IPCC,2013)

Skenario ideal yang diharapkan adalah skenario RCP 2,6 dimana pada skenario ini upaya mitigasi yang dilakukan akan mampu menstabilkan konsentrasi GRK sebesar 450 ppm, yaitu konsentrasi GRK dengan kenaikan suhu diatas 2 °C di bawah 50%. Namun dengan kondisi emisi GRK saat ini, target skenario RCP 2,6 sulit dicapai. Skenario yang diharapkan terjadi adalah skenario RCP 4,5. Kalau upaya mitigasi tidak dilakukan, skenario yang terjadi adalah RCP 8.5. Proyeksi iklim mempunyai tingkat ketidakpastian yang tinggi, oleh karena itu kajian perlu menggunakan berbagai model (*ansambel*) untuk melihat kecenderungannya.

Keragaman iklim antar musim dan tahunan, terutama yang menyebabkan iklim ekstrem juga diproyeksikan akan semakin menguat. Hasil proyeksi Cordex-Sea menunjukkan kejadian hujan ekstrem (curah hujan > 50 mm/hari) akan meningkat di wilayah utara Indonesia, terutama di Kalimantan, Sulawesi, Maluku, dan Papua (Gambar 4). Sebaliknya, kejadian hari tanpa hujan diproyeksikan meningkat di wilayah Jawa dan Sumatera. Pada skenario RCP 8.5 kejadian hari tanpa hujan semakin tinggi intensitasnya dan luas wilayahnya mencakup Sumatera, Jawa, Bali dan Nusa Tenggara, bagian Selatan Sulawesi dan Papua (Gambar 5).



Gambar 4. Proyeksi hujan ekstrem periode 2016-2035 (BMKG, 2017)



Gambar 5. Proyeksi hari tanpa hujan periode 2016-2035 (BMKG, 2017).

Hasil kajian KLH (2012) untuk Kota Tarakan, dibanding tahun 2000 diproyeksikan kenaikan muka air laut sekitar 14,7 cm (dengan ketidakpastian sekitar 6,25 cm) pada tahun 2030. Kenaikan muka air laut juga terjadi akibat *La-Nina* dan gelombang badai (*storm surges*) diproyeksikan masing-masing sebesar 15 cm dan 30 cm. Sedangkan untuk wilayah Sumatera Selatan kenaikan permukaan air laut berkisar antara 0,5-0,7 cm/tahun.

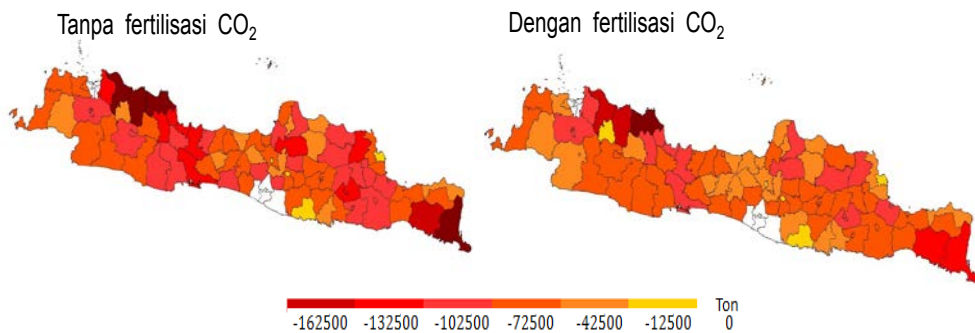
Dampak Perubahan Iklim Terhadap Pertanian Pangan di Masa Depan

Pada tahun-tahun mendatang, akan lebih banyak cuaca ekstrem dan bencana alam yang disebabkan oleh berubahnya iklim dan atau kejadian iklim ekstrem, seperti banjir dan kekeringan. Kejadian tersebut berkonsekuensi terhadap umat manusia, baik pangan dan ekonomi, maupun sosial, dan ekosistem. Ratusan juta masyarakat khususnya di negara berkembang akan mengalami berbagai dampak yang hebat akibat perubahan iklim. Pada sektor pertanian, ketersediaan air bersih dan produksi pangan merupakan ancaman terbesar. Untuk mengantisipasi hal diperlukan berbagai upaya antisipasi, inovasi dan rekayasa, sehingga dampak negatif perubahan iklim dapat ditanggulangi.

Sebagian besar daerah sentra pertanian merupakan daerah-daerah yang dipengaruhi secara signifikan oleh perubahan iklim dan iklim ekstrem. Dampak multi-dimensi akan dihadapi pada masa yang akan datang, seperti: 1) pergeseran musim yang menyebabkan waktu tanam konvensional tidak dapat diterapkan, 2) peningkatan suhu dan perubahan pola hujan menyebabkan daerah potensial bagi budidaya komoditas pangan akan menjadi kurang optimal, 3) peningkatan suhu juga menyebabkan turunnya produktivitas tanaman, 4) pergeseran musim secara tidak langsung mendorong peledakan (eksplosi) OPT tertentu atau munculnya OPT baru, dan 5) kenaikan permukaan laut dan salinitas akan menyebabkan turunnya produksi dan berkurangnya lahan pertanian di pesisir pantai.

Peningkatan suhu udara diproyeksikan akan menyebabkan penurunan produktivitas padi di berbagai wilayah, dimana kenaikan sebesar suhu 1°C dapat menurunkan produksi padi sebesar 0,6 ton/ha dan tidak mampu dikompensasi oleh peningkatan produktivitas akibat kenaikan

CO₂, terutama pada musim kemarau. Proyeksi produksi padi pada tahun 2015 dengan skenario SRESB2 atau setara dengan skenario RCP 4.5 pada tahun 2025 menunjukkan penurunan produksi di seluruh kabupaten di Pulau Jawa sebesar 12.500-162.500 ton (Boer *et al.* 2008). Penurunan tertinggi diproyeksikan terjadi di Pantura Jawa Barat seperti Indramayu, Karawang, dan Subang (Gambar 6). Artinya, peningkatan produktivitas melalui inovasi dan penyediaan saprodi akan tidak berarti jika terjadi ancaman perubahan iklim dan iklim ekstrem.



Gambar 6. Proyeksi penurunan produksi padi per kabupaten di Pulau Jawa tahun 2025 (sumber: Boer *et al.* 2011).

Menurut Apriyana *et al.* (2016) untuk Provinsi Sulawesi Selatan dan Nusa Tenggara Barat, diproyeksikan akan terjadi penurunan produksi padi gogo 20-25% pada tahun 2050. Dengan perlakuan adaptasi melalui skenario SRESB1 penurunan produksi dapat diminimalkan hanya menjadi 7-10%. Penurunan produksi jagung menurut skenario SRESA2 hingga tahun 2050 antara 9-15%, sedangkan dengan menggunakan skenario SRESB1 penurunan produksi menjadi 5-8%.

Di Indonesia, terutama dalam kaitannya dengan pertanian yang paling banyak dicermati adalah perubahan perilaku curah hujan. Di beberapa lokasi terbukti bahwa sejak beberapa dekade terakhir permulaan musim hujan mundur, sementara itu di beberapa lokasi lainnya lebih awal (Ibrahim, 2003). Selain itu, perubahan pola hujan, awal dan panjang musim hujan akan menyebabkan pola tanam padi saat ini tidak sesuai lagi pada masa datang. Pada kondisi iklim ekstrem kering, ketersediaan air irigasi menjadi sangat terbatas. Hal ini menyebabkan

gagal tanam atau kehilangan produksi akibat puso. Contoh kasus di DAS Brantas Jawa Timur, jika lahan sawah terkena banjir dan kekeringan, diproyeksi kehilangan hasil mencapai 5,2 ton/ha (Boer *et al.* 2011). Mundurnya awal musim hujan selama 30 hari akibat pergeseran musim dan kejadian iklim ekstrem yang semakin sering terjadi, terutama di sentra produksi padi di Pulau Jawa dan Bali (Naylor *et al.* 2007). Seharusnya, kejadian kekeringan yang bersifat *slow onset* berpeluang diprediksi lebih akurat. Apabila informasi prediksi yang akurat tersebut dapat diberikan lebih awal kepada pengguna, maka kerugian dapat diminimalkan (Surmaini *et al.* 2015.) Informasi tersebut sangat diperlukan, karena ketersediaan dan distribusi air irigasi sangat menentukan, termasuk optimalisasi dan panen hujan dan air permukaan menjadi sangat penting.

Peningkatan suhu dan perubahan pola hujan di masa datang juga akan mendorong perkembangan hama dan penyakit tanaman. Sebagai contoh, populasi hama penggerek batang akan mengalami ledakan apabila curah hujan pada musim peralihan meningkat. Perubahan pola tanam sebagai upaya adaptasi juga dapat menimbulkan masalah hama dan penyakit tanaman. Munculnya hama dan penyakit baru juga dapat terjadi pada kondisi iklim yang berubah. Selain itu, perubahan suhu dan curah hujan juga mempengaruhi dominasi hama dan penyakit.

Kenaikan muka air laut yang diproyeksikan meningkat sekitar 5 mm/tahun akan berdampak terhadap lebih dari 81.000 km garis pantai di Indonesia dan 400.000 lahan pertanian di pesisir pantai (ADB dan IFPRI 2009). Sekitar 60% penduduk Indonesia hidup di daerah pesisir pantai dan dataran rendah yang akan terdampak kenaikan muka air laut. Sebagian besar lahan pertanian yang subur terletak di daerah pesisir pantai seperti Pantura Jawa. Proyeksi kenaikan muka air laut setinggi 1 m akan mengakibatkan kehilangan produksi padi di daerah pesisir Utara dan Timur Aceh, pantai Timur Sumatera Utara, Sumatera Selatan, dan Jambi, pesisir Selatan Lampung, pantai Utara Jawa Barat, Jawa Tengah, Jawa Timur, pesisir Kalimantan Barat, Kalimantan Selatan, dan Sulawesi Selatan. Kehilangan produksi akibat genangan dan salinitas, tertinggi diproyeksikan terjadi di Propinsi Jawa Barat yang mencapai lebih dari 16.000 ton, Jawa Tengah sekitar 8.000 ton, Jawa Timur 4.000 ton, Kalimantan Selatan 3.200 ton, dan Sumatera Utara sekitar 2.300 ton dan provinsi lainnya total sekitar 9.000 ton (Gambar 7).



Gambar 7. Proyeksi kehilangan produksi padi dengan kenaikan tinggi muka air laut setinggi 1 mm (Sumber : (<http://cigrasp.pik-potsdam.de/maps/>))

Secara umum berbagai kajian mengindikasikan bahwa kenaikan suhu udara global memberikan konsekuensi yang serius tidak saja terkait dengan sistem metabolisme dan daya adaptasi tanaman, tetapi juga terhadap berbagai unsur iklim, seperti kecenderungan perubahan curah hujan. Jika kenaikan suhu lebih dari 2°C maka dampak perubahan iklim akan sulit diatasi.

Komunikasi Internasional Dalam Mengatasi Masalah Perubahan Iklim

Sebagian besar aspek perubahan iklim akan tetap bertahan selama berabad-abad walaupun emisi gas rumah kaca sudah dapat dikendalikan. Mempertahankan kenaikan suhu di bawah batas 2°C akan semakin sulit dilakukan apabila tidak semua pihak berkontribusi sesuai dengan kompetensi dan potensi masing-masing. Untuk tujuan tersebut Konferensi Tingkat Tinggi (KTT) Bumi di Rio de Janeiro, Brazil tahun 1992, menghasilkan Konvensi Kerangka Kerja Perserikatan Bangsa-Bangsa tentang Perubahan Iklim (*United Nations Framework Convention on Climate Change*, UNFCCC). Konvensi perubahan iklim bertujuan untuk menstabilisasi konsentrasi GRK di atmosfer pada tingkat yang tidak membahayakan sistem iklim. Untuk menjalankan tujuan Konvensi, UNFCCC membentuk badan pengambil keputusan tertinggi yaitu Pertemuan Para Pihak (*Conference of the Parties*, COP).

Pemerintah Indonesia telah meratifikasi Konvensi Perubahan Iklim melalui Undang-Undang Nomor 6 Tahun 1994 tentang Pengesahan *United Nations Framework Convention on Climate Change* (Konvensi Kerangka Kerja Perserikatan Bangsa-Bangsa tentang Perubahan Iklim) dan termasuk dalam negara Non-Annex I. Dengan demikian Indonesia secara resmi terikat dengan kewajiban dan memiliki hak untuk memanfaatkan berbagai peluang dukungan yang ditawarkan UNFCCC atau Kerangka Kerja PBB dalam upaya mencapai tujuan konvensi tersebut. COP telah melaksanakan 21 kali pertemuan penting, diantaranya COP3 yang menghasilkan Protokol Kyoto. Protokol Kyoto merupakan dasar bagi negara-negara industri untuk mengurangi emisi gas rumah kaca paling sedikit 5 persen dari tingkat emisi tahun 1990 menjelang periode 2008-2012. Indonesia telah melakukan ratifikasi Protokol Kyoto melalui Undang-Undang Nomor 17 Tahun 2004. Dengan meratifikasi Protokol Kyoto, Indonesia dapat berpartisipasi melalui salah satu mekanisme Protokol Kyoto yaitu Mekanisme Pembangunan Bersih atau *Clean Development Mechanism* (CDM).

Selanjutnya COP 13 di Bali yang menghasilkan *Bali Action Plan*, yang diantaranya menyepakati pembentukan *The Ad Hoc Working Group on Long-term Cooperative Action under the Convention* (AWG-LCA). AWG-LCA bertujuan mengefektifkan kerangka kerjasama jangka panjang sampai dengan tahun 2012 dan setelah tahun 2012. Selanjutnya pada COP 21 di Paris, Negara Pihak telah menyepakati untuk mengadopsi *Paris Agreement* (Perjanjian Paris) yang bertujuan untuk menahan peningkatan suhu rata-rata global jauh di bawah 2°C di atas tingkat masa pra-industrialisasi dan melanjutkan upaya untuk menekan kenaikan suhu ke 1,5°C diatas tingkat pra-industrialisasi. Selain itu, Perjanjian Paris diarahkan untuk meningkatkan kemampuan adaptasi terhadap dampak negatif perubahan iklim, menuju ketahanan iklim dan pembangunan rendah emisi tanpa mengancam produksi pangan, dan menyiapkan skema pendanaan untuk menuju pembangunan rendah emisi dan berketahanan iklim.

Eratnya kaitan dampak perubahan iklim dengan kehidupan umat manusia menjadikan isu perubahan iklim menjadi pemersatu negara-negara di dunia dan bernegosiasi untuk mencari jalan terbaik dan kompromi dalam mengendalikan perubahan iklim dan menangani dampaknya. Mitigasi dan adaptasi merupakan dua aspek kegiatan yang digunakan sebagai instrumen utama dalam menangani dampak perubahan iklim. Tindakan untuk mengurangi emisi sangat penting dan mendesak

untuk dilakukan guna menghindari bahaya perubahan iklim. Adaptasi sangat penting untuk dilakukan guna menghadapi risiko perubahan iklim. Tingkat adaptasi yang diperlukan bergantung pada keberhasilan kegiatan mitigasi.

Indonesia sudah meratifikasi Perjanjian Paris, oleh karena itu semua sektor harus mendukung komitmen penurunan emisi GRK Indonesia sebesar 29% dengan kemampuan sendiri dan 41% dengan dukungan pada tahun 2030. Sektor pertanian harus ikut berkontribusi dalam target pengurangan emisi tersebut. Disamping itu, upaya adaptasi menjadi sangat penting dalam mengurangi dampak Perubahan iklim. Namun, program dan aksi adaptasi yang dikembangkan dan dilaksanakan harus memperhatikan tingkat dan bentuk risiko, serta ancaman di masa yang akan datang. Program dan aksi adaptasi yang sifatnya segera, diarahkan pada wilayah yang saat ini tingkat risiko iklimnya tinggi, dan di masa depan diperkirakan tetap tinggi atau cenderung meningkat, sedangkan yang sifatnya jangka panjang diarahkan pada wilayah yang saat ini rendah dan di masa depan tetap rendah atau akan meningkat (Boer *et al.* 2015).

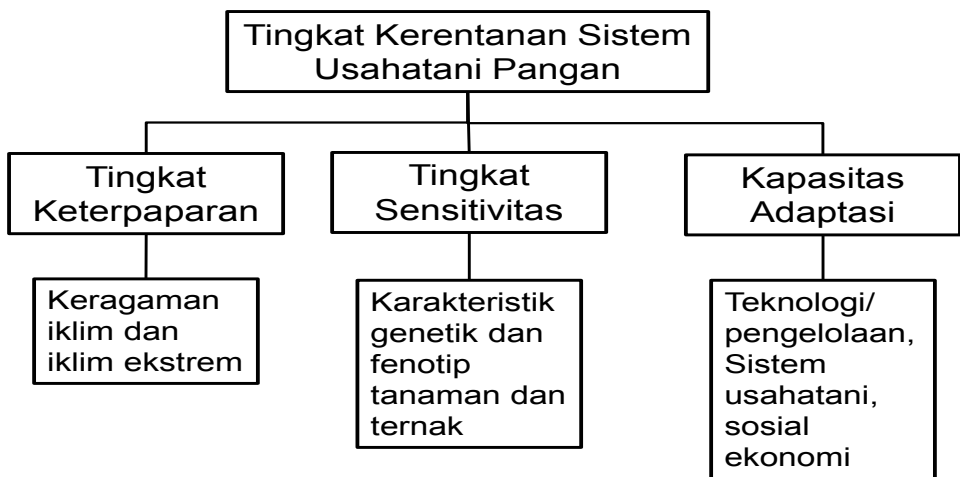
KERAGAAN DAN KERENTANAN USAHATANI PANGAN

Dampak perubahan iklim dan iklim ekstrem bersifat multi-dimensi, beririsan dengan berbagai aspek, baik teknis maupun sosial ekonomi, baik fisik maupun non fisik, baik sistem produksi pertanian maupun sumber daya dan infrastruktur. Semua dampak tersebut terpatrit dan terindikasikan dua aspek, yaitu keterpaparan dan sensitivitas kerentanan usatani, khususnya usahatani tanaman pangan. Oleh sebab itu kajian dan analisis dari keragaan dan kerentanan usatani merupakan dasar utama untuk membangun kapasitas dan melaksanakan upaya adaptasi dan sekaligus mitigasi perubahan iklim dan iklim ekstrem.

Konsep Kerentanan

Dalam konteks perubahan iklim, kerentanan sektor pertanian didefinisikan sebagai tingkat kekurangberdayaan suatu sistem usahatani dalam mempertahankan dan menyelamatkan tingkat produktivitasnya secara optimal dalam menghadapi cekaman perubahan iklim. Menurut IPCC (2001), kerentanan adalah derajat atau tingkat kemudahan suatu

sistem terkena atau ketidakmampuannya menghadapi dampak buruk dari perubahan iklim, termasuk keragaman dan iklim esktrm. Kerentanan merupakan resultan dari sensitivitas, keterpaparan, dan kemampuan adaptif sistem. Menurut Boer (2015b) tingkat kerentanan menunjukkan besarnya selang toleransi (*coping range*) sistem terhadap perubahan iklim. Semakin sempit selang toleransi, maka semakin rentan sistem tersebut terhadap dampak perubahan iklim. Lebar selang toleransi berubah dengan waktu sejalan dengan berubahnya faktor yang menentukan selang toleransi ini. Farhangfar *et al.* (2015), mendefinisikan kerentanan sebagai kemampuan individu untuk merespon, pulih dari atau beradaptasi dengan tekanan penghidupan sebagai akibat dari dampak perubahan lingkungan. Sedangkan akibat dan dampak ditentukan oleh keragaan dan kapasitas intervensi manusia (petani) melalui upaya adaptasi yang didukung oleh teknologi, pengelolaan dan pemahaman petani terhadap perubahan iklim dan resiko yang akan dihadapi (Gambar 8).



Gambar 8. Faktor-faktor yang mempengaruhi kerentanan

IPCC (2012) mendefinisikan kerentanan terhadap perubahan iklim sebagai interaksi antara tiga komponen, yaitu: 1) Bobot dan durasi tingkat keterpaparan (*exposure*) terkait iklim, 2) sensitivitas (*sensitivity*) dari sistem, dan 3) kemampuan sistem untuk menahan atau pulih dari keterpaparan (*adaptive capacity*). Tingkat keterpaparan menunjukkan derajat, lama dan/atau besar peluang suatu sistem untuk kontak terhadap guncangan atau gangguan. Tingkat sensitivitas merupakan kondisi internal

dari sistem yang menunjukkan derajat kerawannya terhadap gangguan. Kemampuan adaptif menunjukkan kemampuan dari suatu sistem untuk melakukan penyesuaian terhadap perubahan iklim atau dengan kata lain kemampuan untuk mengatasi konsekuensi dari perubahan iklim (*to cope with the consequences*) (IPCC 2001; Boer 2015). Farhangfar *et al.* (2015) juga menyatakan bahwa sensitivitas mencerminkan sejauh mana sistem yang diberikan merespon fluktuasi baik positif maupun negatif. Kapasitas adaptif didefinisikan sebagai kapasitas sistem untuk menyesuaikan diri dengan perubahan dan mengambil manfaat dari perubahan tersebut, sedangkan keterpaparan adalah kemungkinan sistem yang terkena perubahan dalam sebuah tekanan.

Dalam analisis kerentanan, data masukan merepresentasikan 3 komponen yaitu keterpaparan, sensitivitas dan kapasitas adaptasi. Penelitian Estiningtyas *et al.* (2016, 2017) menggunakan 15 parameter untuk mewakili keterpaparan dan sensitivitas (IKS) dan 6 parameter untuk mewakili kapasitas adaptasi (IKA) sebagai faktor determinan menentukan tingkat kerentanan. Parameter tersebut terdiri dari sumber daya lahan, iklim, air, dan sosial ekonomi. Metode yang sering digunakan dalam kajian kerentanan adalah metode kuadran dengan pendekatan pembobotan oleh *expert judgement*. Setiap kuadran menghasilkan status tingkat kerentanan serta faktor determinan yang berkontribusi paling besar pada kelas kerentanan tersebut.

Wilayah yang memiliki indeks keterpaparan dan sensitivitas tinggi sementara indeks kemampuan adaptif rendah merupakan wilayah dengan tingkat kerentanan sangat tinggi atau selang toleransi terhadap perubahan iklim sangat kecil. Sebaliknya wilayah dengan IKS rendah dan IKA tinggi memiliki tingkat kerentanan sangat rendah. Selain itu pemilihan indikator untuk ketiga komponen tersebut sangat penting. Pengetahuan tentang keterkaitan antara komponen dan indikator sangat diperlukan agar indikator yang dipilih dapat mewakili dengan baik komponen-komponen kerentanan tersebut. Indikator bisa dikembangkan tergantung pada satuan wilayah dan tingkat analisis yang dilakukan.

Berbagai Kajian Kerentanan Pangan

Badan Ketahanan Pangan dengan dukungan *World Food Programme* (WFP) pada tahun 2009 telah membuat Peta Ketahanan dan Kerentanan usaha tani pangan yang mencakup 346 Kabupaten di 32

provinsi. Peta ini bertujuan untuk memberikan sarana bagi pengambil kebijakan dalam menentukan sasaran dan memberikan rekomendasi untuk intervensi kerawanan pangan dan gizi di tingkat provinsi dan kabupaten. Tingkat kerentanan terhadap kerawanan pangan pada Prioritas 1 terutama disebabkan oleh tingginya angka kemiskinan, tidak ada akses listrik, tingginya *underweight* pada balita, tidak ada akses jalan kendaraan roda empat, dan tidak ada sumber air bersih. Dari 30 kabupaten Prioritas 1, 11 kabupaten terdapat di Provinsi Papua, 6 kabupaten di NTT, 5 kabupaten di Papua Barat, dan 8 kabupaten di 5 provinsi lainnya, dengan jumlah penduduk sekitar 5,3 juta.

Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika (BMKG) menyusun peta kapasitas adaptasi menggunakan berbagai indikator bentuk lahan sawah, kepemilikan lahan, varietas, pupuk, intensitas tanam, dan jenis irigasi. Semakin tinggi nilai kapasitas adaptasi menunjukkan kemampuan adaptasi daerah tersebut makin tinggi. Daerah dengan kapasitas adaptasi paling rendah adalah Kabupaten Karang Asem dan yang paling tinggi adalah Kabupaten Badung dan Kota Denpasar (Aldrian *et al.* 2013).

Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan (KLHK) bekerjasama dengan *Center for Climate Risk and Opportunity Management* (CCROM)-IPB telah menyusun peta kerentanan dan pengelolaan risiko iklim pada level desa di Provinsi NTT. Pendekatan dan metode yang dilakukan adalah berdasarkan IPCC 2014, dimana indeks kerentanan dinilai berdasarkan tiga komponen yaitu keterpaparan, sensitivitas, dan kemampuan adaptif serta dihubungkan dengan perubahan iklim, risiko, dan upaya adaptasi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa tingkat kerentanan desa-desa di NTT secara umum mengalami penurunan sebagai dampak berhasilnya pelaksanaan kegiatan pembangunan infrastruktur dan memperbaiki faktor-faktor penentu tingkat kerentanan. Namun demikian frekuensi dan intensitas kejadian iklim ekstrem sebagai ancaman akan meningkat akibat perubahan iklim, sehingga jika kondisi tingkat kerentanan bersifat tetap maka sebagian besar desa di NTT akan memiliki tingkat risiko yang semakin meningkat (Boer *et al.* 2015).

Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian (Balitbangtan) melalui kegiatan penelitian Konsorsium Litbang Perubahan Iklim (KP3I) telah mulai melakukan penelitian dan kajian awal kerentanan usaha tani pangan tahun 2013 yang kemudian berkembang dan berlanjut hingga tahun 2016. Dalam prosesnya selalu dilakukan pembaharuan terutama

pada metode dan input datanya dengan level wilayah administrasinya yang semakin detil. Pada awalnya Peta Kerentanan Pangan disusun berdasarkan indeks konsumsi dan indeks produksi, faktor sumber daya lahan (tanah, iklim, dan air) yang kemudian dikembangkan menjadi Peta Kerentanan Usahatani Pangan dan Risiko Iklim dengan menginput faktor iklim dan ancaman iklim ekstrem. Data sumber daya lahan yang diperhitungkan dalam analisis adalah kesuburan tanah, tipe agroklimat Oldeman, dan tingkat kekritisan air. Risiko iklim dinilai berdasarkan *trend* banjir dan kekeringan, yaitu luas lahan sawah yang terkena banjir dan kekeringan selama periode 1989-2015 dari data Direktorat Perlindungan Tanaman Pangan.

Kerentanan Usatani Pangan dan Risiko Iklim

Hasil kajian Estiningtyas *et al.* (2016), pada kelas kerentanan "Sangat Tinggi" di Pulau Jawa, semua parameter IKA harus ditingkatkan, kecuali panjang jalan berdasarkan kondisi permukaan dan jenis alsintan. Sebaliknya untuk indikator IKS, masih banyak parameter yang harus diturunkan yaitu Entropi, Rasio konsumsi beras terhadap total pangan karbohidrat, rasio pengeluaran untuk beras terhadap total pengeluaran untuk pangan, persentase penduduk miskin, rasio luas lahan pertanian pangan terhadap luas wilayah, ketersediaan air, tingkat kesuburan tanah, dan kepadatan penduduk. Contoh peta Kerentanan dan Usaha Tani Pangan serta Risiko Iklim di Pulau Jawa disajikan dalam Gambar 9 dan 10.



Gambar 9. Peta Kerentanan Usaha Tani Pangan dan Risiko Banjir Kabupaten/Kota di Pulau Jawa



Gambar 10. Peta Kerentanan Usaha Tani Pangan dan Risiko Kekeringan Kabupaten/Kota di Pulau Jawa

Gambar 9 dan 10 mengindikasikan bahwa wilayah dengan tingkat kerentanan tinggi terhadap resiko kekeringan hampir-hampir berhimpit dengan wilayah yang tingkat kerentanan tinggi terhadap resiko banjir. Hal tersebut menunjukkan bahwa ada faktor yang berperan terhadap keduanya adalah mirip atau sama, seperti halnya faktor biofisik atau kondisi umum wilayah, infrastruktur dan faktor sosial ekonomi masyarakat. Dengan demikian dapat dinyatakan bahwa strategi adaptasi pertanian pangan menghadapi ancaman perubahan iklim dan iklim ekstrem (kekeringan dan banjir) seyogyanya sama, walaupun teknologi adaptif yang diterapkan bisa berbeda.

Dalam kerangka adaptasi terhadap perubahan iklim, tingkat kerentanan digunakan sebagai ukuran untuk memformulasikan pendekatan dan tindakan adaptasi. Sedangkan dalam membangun sistem usahatani yang adaptif perubahan iklim, hasil kajian kerentanan pangan dapat digunakan sebagai dasar penentuan wilayah prioritas. Wilayah dengan tingkat kerentanan "sangat tinggi" tentu memerlukan upaya adaptasi yang jauh lebih besar dibandingkan wilayah dengan tingkat kerentanan "sedang". Titik awal yang bisa digunakan sebagai pengungkit upaya adaptasi adalah dengan mengetahui faktor determinannya, apakah perlu ditingkatkan atau dikurangi selaras dengan 3 komponen kerentanan yaitu sensitifitas, keterpaparan, dan kapasitas adaptasi.

Rekomendasi teknologi adaptasi disusun berdasarkan faktor determinan serta diselaraskan dengan program dan aksi adaptasi di daerah yang tertuang dalam Rencana Program Jangka Menengah Daerah (RPJMD)

yang bertujuan untuk menurunkan tingkat kerentanan melalui opsi adaptasi terhadap perubahan iklim. Oleh karena itu, rekomendasi bersifat spesifik lokasi serta diupayakan untuk berpeluang bisa diimplementasikan di daerah. Untuk memperkuat rekomendasi, perlu dilakukan verifikasi lapang melalui survey dan wawancara ke beberapa stake holder seperti Balai Pengkajian dan Penerapan Teknologi Pertanian (BPTP), Badan Perencana Daerah (Bappeda), Dinas Pertanian, Balai Proteksi Tanaman dan Pengendalian Hama (BPTPH), Balai Penyuluh Pertanian (BPP), Gapoktan, Kelompok tani dan petani.

SISTEM USAHATANI INOVATIF DAN ADAPTIF PERUBAHAN IKLIM: PERTANIAN CERDAS IKLIM (SiPeCI)

Pertanian merupakan salah satu sektor pembangkit ekonomi sekaligus pilar penyangga ketahanan pangan dan ketahanan sebuah bangsa atau negara. Pengaruh perubahan Iklim pada sektor pertanian yang bersifat multi-dimensional berdampak terhadap sistem produksi pertanian, seperti ketersediaan air, waktu tanam, produktivitas, degradasi sumber daya lahan, air dan infrastruktur terutama irigasi. Dampak dari perubahan iklim yang disertai dengan menurunnya kualitas, kesuburan, dan daya dukung lahan menyebabkan turunnya produksi pangan. Kondisi ini semakin diperparah oleh ketersediaan air yang semakin terbatas dan kualitasnya yang semakin menurun yang penyebab semakin anjloknya produksi pertanian.

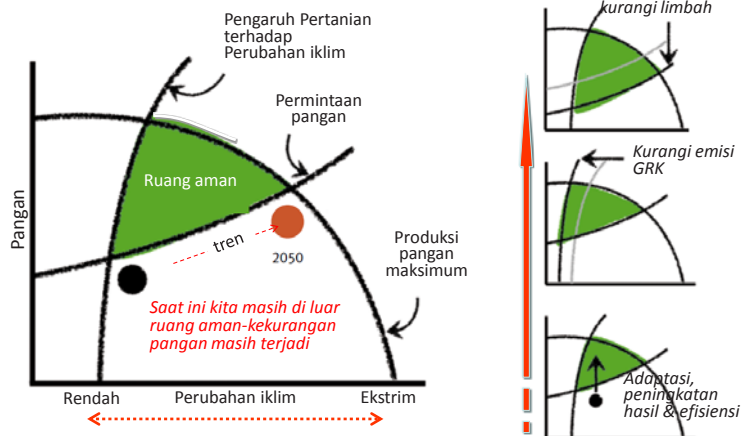
Namun disisi lain, aktivitas pertanian juga berkontribusi terhadap peningkatan emisi rumah kaca Pertanian merupakan sektor yang mengalami dampak paling serius akibat perubahan iklim. Di lain pihak, sumbangan emisi dari sektor pertanian sebesar 8,2 % (110,51,20 juta ton CO₂e) dari total emisi sebesar 1.334 MTon CO₂e (*Metric Tons Carbon Dioxide Equivalent*), bila emisi dari degradasi hutan, kebakaran gambut, dan dari drainase lahan gambut tidak diperhitungkan. Berdasarkan tingkat emisi terbaru, Indonesia menargetkan pengurangan emisi tanpa syarat sebesar 29% dan dengan syarat sebesar 41% dari baseline pada tahun 2030. Emisi sektor pertanian pada tahun 2030 ditarget sebesar 119 MTon CO₂e dengan skenario *Business As Usual*. Dengan skenario mitigasi tanpa syarat ditargetkan penurunan emisi sebesar 9 MTon CO₂e (0,32%) dan

skenario mitigasi bersyarat penurunan emisi ditargetkan sebesar 4 Mton CO₂e (0,13%) (KLHK 2016).

Dalam penanganan dampak perubahan iklim, perlu dibangun sistem pengelolaan pertanian yang dapat mengintegrasikan adaptasi dan mitigasi. Interkoneksi sistem pertanian pangan dan iklim dalam konteks adaptasi dan mitigasi perubahan iklim (Beddington *et al.* 2012) membawa konsekuensi terhadap posisi keamanan pangan dan strategi penyediaannya. Secara logika, peningkatan produksi pangan jelas akan memperluas ruang aman, tetapi sekaligus juga akan mempersempit akibat pengaruh sistem produksi pangan yang berdampak terhadap emisi GRK, terutama pada tanaman padi sawah. Oleh sebab itu, strategi yang ditempuh selain meningkatkan produksi padi dengan sistem usahatani yang ramah lingkungan (mengurangi emisi), juga harus diimbangi dengan peningkatan produksi non padi sejalan dengan upaya diversifikasi pangan untuk mengurangi permintaan pangan yang rentan dan boros input/air seperti padi (Gambar 11).

Interkoneksi Sistem Iklim- Pangan & Strategi A-M

Sumber: Beddington et al (2012)



Gambar 11. Interkoneksi sistem iklim-pangan dan strategi adaptasi dan mitigasi

Interkoneksi tersebut juga dapat mengarahkan strategi jitu penyediaan pangan berdasarkan tiga skenario kejadian atau fakta, yaitu: (1) pengamanan produksi dengan mengurangi dampak atau hindari

kegagalan panen akibat perubahan iklim atau iklim ekstrem, (2) tingkatkan produktivitas atau kapasitas produksi untuk mengimbangi peningkatan permintaan pangan, terutama melalui ekstensifikasi, dan (3) kurangi permintaan komoditas pangan yang rentan dan/atau boros air dan input (seperti beras melalui percepatan diversifikasi pangan).

Sistem Usaha Pertanian Inovatif

SUP inovatif, adaptif atau cerdas dan tangguh iklim merupakan konsep mengintegrasikan pemahaman terhadap keragaman dan perubahan iklim, karakteristik lahan, dan faktor pengungkit yang harus diterapkan dalam mencapai produktivitas dan keuntungan ekonomi optimal. Secara teknis dan manajemen, SUP inovatif terkait dengan pemanfaatan sumber daya pertanian lahan dan air, penetapan komoditas, teknologi dan sarana produksi secara optimal dan berkelanjutan. Sedangkan dari aspek kelembagaan meliputi pemberdayaan kelompok tani/gapoktan dan penumbuhan serta pengembangan kelembagaan pendukung, diantaranya kelembagaan permodalan, penyuluhan, jasa alsintan, dan pemasaran.

SUP inovatif dicirikan oleh (a) implementasi tiga sub-sistem agribisnis secara utuh, (b) produktivitas, kualitas tinggi, dan beragam mendukung kemandirian pangan, (c) efisiensi produksi sehingga mampu memberikan nilai tambah ekonomi dan keuntungan, (d) berkelanjutan, dan (e) diikuti dengan penguatan kelembagaan (Las *et al.* 2017). Secara operasional, SUP inovatif pada dasarnya menuju sistem pertanian menuju pertanian modern yang terintegrasi (holistik dan spasial) dan dikembangkan pada berbagai agroekosistem yang menggerakkan atau mengakomodasikan pemberdayaan dan partisipasi aktif petani.

Pertanian modern secara teknis dicirikan oleh skala usaha yang memenuhi skala ekonomi, menerapkan teknologi maju dan spesifik lokasi termasuk mekanisasi pertanian, berorientasi pasar, dikelola secara profesional, berkelanjutan dan adaptif perubahan iklim, memiliki *brand* dan mampu memproduksi di luar musim. Manajemen pertanian modern harus mampu mengambil keputusan rasional dan inovatif, memiliki jiwa kewirausahaan, memiliki kemampuan manajemen profesional, networking yang luas, memiliki informasi pasar dan posisi tawar yang baik. Ditambah

lagi kelembagaan petani mendukung pertanian modern harus mampu mengakses lembaga keuangan dan lembaga bisnis lainnya.

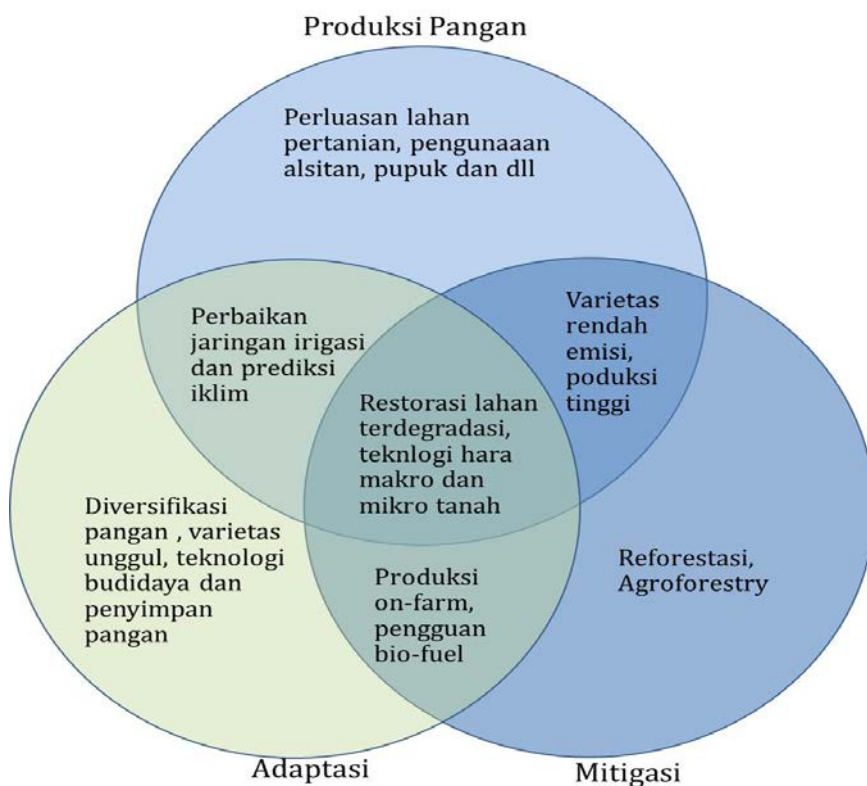
Sistem Pertanian Cerdas Iklim Versi Baru (SiPeCI Baru)

Climate Smart Agriculture atau Sistem Pertanian Cerdas Iklim (SiPeCI) merupakan suatu pendekatan untuk merubah dan mereorientasi sistem pertanian dibawah kondisi (ancaman) perubahan iklim dan atau iklim ekstrem (Lipper *et al.* 2014). Menurut *the Food and Agricultural Organisation of the United Nations* (FAO), SiPeCI adalah sistem pertanian yang berkelanjutan yang bertujuan untuk meningkatkan produktivitas dan ketahanan (adaptasi) serta mengurangi emisi GRK (mitigasi) untuk meningkatkan ketahanan pangan. SiPeCI juga membangun daya tahan dan kemampuan adaptasi secara optimal serta "kesadaran berkontribusi" terhadap mitigasi perubahan iklim serta memperhatikan kelestarian sumber daya dan lingkungan. SiPeCI didukung tiga pilar untuk mencapai tujuan yaitu produktivitas, adaptasi, dan mitigasi (FAO 2013; Lipper *et al.* 2014) yaitu :

- **Produktivitas:** PeCI bertujuan untuk meningkatkan produktivitas pertanian secara berkelanjutan dan meningkatkan pendapatan petani tanpa terpengaruh oleh dampak lingkungan, dan pada gilirannya akan meningkatkan ketahanan pangan.
- **Adaptasi :** PeCI bertujuan untuk mengurangi tingkat keterpaparan petani terhadap perubahan iklim dalam jangka pendek dan sekaligus memperkuat kapasitas untuk beradaptasi. Kemampuan ini sangat penting untuk mempertahankan produktivitas dan kemampuan untuk beradaptasi terhadap perubahan iklim.
- **Mitigasi :** Jika memungkinkan PeCI juga seharusnya dapat mengurangi emisi GRK setiap kalori atau kilogram makanan, serat atau bahan bakar yang dihasilkan. Menghindari deforestasi dari sektor pertanian dan mengelola tanah dan tanaman dengan memaksimalkan potensi dalam meningkatkan simpanan karbon dan absorsi CO₂ dari atmosfer.

Dalam upaya mengurangi tingkat kerentanan terhadap perubahan iklim, upaya adaptasi dan mitigasi harus diintegrasikan dalam perencanaan dan implementasi program dan kebijakan secara berkelanjutan (Lipper *et*

a/. 2014). Upaya tersebut akan bermanfaat dan lebih efektif bila laju perubahan iklim tidak melebihi kemampuan upaya adaptasi. Oleh karena itu perlu diimbangi dengan implementasi teknologi adaptasi yang bersinergi dengan mitigasi yang tetap mengutamakan peningkatan produktivitas. Gambar 12 menunjukkan contoh upaya sinergi untuk mencapai ke tiga tujuan tersebut.



Gambar 12. Sinergi Produksi Pangan dengan Upaya Adaptasi dan Mitigasi (Campbel *et al.* 2011)

Jika disangkutkan dengan konsep SUP inovatif, kedepan SiPeCI akan dicirikan oleh pedekatan yang juga memberi muatan yang lebih inovatif, baik teknologi, pengelolaan pertanaman, dan kelembagaan petani. Teknologi unggul yang merupakan sinergi antara produksi pangan, adaptasi dan mitigasi telah dikembangkan oleh Kementerian Pertanian.

Beberapa teknologi sekaligus dapat memenuhi ke tiga kriteria tersebut, sedangkan teknologi lainnya hanya memenuhi dua kriteria tapi memiliki co-benefit lain. Contoh sinergi teknologi adaptasi, mitigasi dan produksi pangan disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Teknologi yang Bersinergi Produksi Pangan Dengan Adaptasi dan Mitigasi

Teknologi Unggul	Adaptasi	Mitigasi	Produksi Pangan
Teknologi irigasi berselang	Efisien air irigasi pada lahan sawah	Penurunan emisi CH ₄	produksi lebih tinggi dan pendapatan petani meningkat.
Pupuk berimbang dan efisiensi penggunaan pupuk	Meningkatkan vigor tanaman dan daya tahan terhadap penyakit	Penurunan emisi CO ₂ dan NO ₂	Meningkat produksi, menekan biaya usahatani
Prediksi Iklim	Untuk perencanaan waktu tanam, pemilihan komoditas	-	Meningkat produksi, menekan biaya dan risiko gagal panen
Kalender Tanam	Perencanaan waktu tanam, rekomendasi pupuk, varietas, risiko kekeringan dan banjir		Meningkat produksi, menekan risiko gagal panen
Rotasi Tanaman	Mengurangi ledakan OPT	-	Diversifikasi pertanian pangan pangani dan meningkatkan pendapatan petani
Pemetaan wilayah pengembangan komoditas	Mencari alternatif wilayah yang lebih sesuai dengan kondisi iklim pada masa yang akan datang, lebih tahan terhadap bencana terkait iklim	-	Menekan risiko kehilangan produksi akibat kondisi ekstrem

Teknologi Unggul	Adaptasi	Mitigasi	Produksi Pangan
Penggunaan Naungan (vegetatif)	Mengurangi cekaman suhu ekstrem	Mengurangi emisi GRK dan peningkatan serap CO ₂	Mengurangi cekaman panas, mengurangi resiko penurunan produksi
Mempertahankan dan rehabilitasi hutan mangrove	Mengatasi dampak kenaikan muka air laut	Meningkatkan serapan CO ₂ dan mengurangi emisi GRK	Mengurangi risiko berkurangan luas areal pertanian di pesisir dan menekan risiko kehilangan produksi
Organik farming, penggunaan bahan organik, mulsa dll.	Memperbaiki struktur tanah, meningkatkan kapasitas tanah memegang air, KTK, kandungan nutrient tanah.	Penurunan emisi N ₂ O, CO ₂ karena pengurangan penggunaan bahan kimia	Meningkatkan kesuburan tanah , meningkatkan produksi
Pengontrolan erosi	Mempertahankan produktivitas tanah	Mengurangi intrusi pada lahan pertanian	Meningkatkan produksi

SiPeCI bertitik tolak dari kompleksitas keterkaitan pertanian dan perubahan iklim. Oleh sebab itu, selain bertitik tolak pada integrasi adaptasi dan mitigasi, efektivitas penerapan SiPeCI juga sangat tergantung kepada berbagai aspek sosial dan budaya, termasuk persepsi petani/masyarakat terhadap perubahan iklim dan risikonya, sehingga diperlukan pendekatan terpadu yang bersifat teknis-ekonomi-sosial-budaya. Dalam aspek sosial, konsep G-RAP (*good and responsible agriculture*) menjadi sangat relevan, yaitu petani dan masyarakat tidak hanya dibina dalam aspek teknis tetapi juga motivasi, kesadaran atau tanggungjawab dalam melaksanakan SUP-nya dengan semua ikutannya, dalam berbagai latar belakang.

Terkait dengan hal tersebut, perlu adanya modifikasi/perbaikan SiPeCI yang diboboti dengan berbagai aspek sosial-budaya, terkait dengan habit/kebiasaan, motivasi, kesadaran dan tanggungjawab yang dikemas dalam **"Sistem Pertanian Cerdas Iklim Versi Baru" atau SiPeCI-Baru**. Dalam hal ini ada dua klaster tanggungjawab petani atau masyarakat dalam menerapkan SUP inovatifnya, yaitu: Pertama adalah

tanggungjawab dan "kesadaran" diri sendiri bahwa upaya adaptasi pada prinsipnya bertitik tolak dari pemahaman terhadap resiko dan ancaman yang akan dialami dalam jangka pendek. Sedangkan yang Kedua, adalah tanggungjawab dan kesadaran dalam konteks mitigasi, bahwa dalam cakrawala jangka panjang perubahan iklim akan semakin serius dan mengancam, tidak saja untuk generasi saat ini tetapi juga generasi yang akan datang (Las *et al.* 2017). Generasi yang sekarang mempunyai tanggungjawab untuk menyelamatkan dan harus mewarisi yang terbaik bagi generasi yang akan datang.

Sepuluh Acuan "Dasa Rambu" SiPeCI Baru

SiPeCI-Baru dapat terwujud dan dilaksanakan secara efektif jika petani berkemampuan dalam melakukan adaptasi, yang secara simultan berorientasi pada upaya mitigasi perubahan iklim dengan tetap menjaga kesinambungan peningkatan produksi, kelestarian sumber daya, dan lingkungan. Kebijakan dan strategi peningkatan kapasitas adaptasi petani harus berbasis penguatan sinergi antara adaptasi yang secara historis telah dikembangkan mandiri oleh petani dengan adaptasi terencana yang diintroduksi oleh pemerintah (Sumaryanto 2012). Peningkatan kapasitas adaptasi masyarakat petani harus dimulai dengan pendekatan sosial dan membutuhkan kerangka kebijakan dan kelembagaan yang terintegrasi baik di tingkat nasional maupun lokal. Berdasarkan berbagai pengertian terkait dengan pertanian adaptif perubahan iklim, Las *et al.* (2017) memformulasikan secara konseptual sepuluh *tool* "**dasa rambu**" terkait dengan kosep, pendekatan, dan parameter penentu SiPeCI-Baru, sebagaimana dituangkan Tabel 2.

Dalam konteks SiPeCI-Baru, pengelolaan dan perbaikan sumber daya alam terutama sumber daya lahan dan air atau membalikkan degradasi sumber daya alam yang terlanjur rusak, merupakan strategi pertama dalam meningkatkan kapasitas petani dalam adaptasi. Strategi kedua adalah peningkatan kemampuan untuk memahami (dan menginterpretasi), memprediksi keragaman dan variabilitas iklim dalam berbagai tataran dan skala waktu terutama musiman dan antar tahunan, dan memanfaatkan informasi iklim dalam merencanakan aktivitas pertaniannya secara bertanggungjawab dan ramah lingkungan.

Tabel 2. Sepuluh Acuan ("dasa rambu") dalam penerapan konsep SiPeCi-Baru

Komponen	Arah dan sasaran
1. Konsepsi	Pelaksanaan adaptasi dan mitigasi didasarkan pada tanggung jawab dan kesadaran terhadap resiko jangka pendek (SUT/SUP) dan resiko jangka panjang (perubahan iklim)
2. Orientasi	Adaptasi dan mitigasi perubahan iklim dan iklim ekstrem untuk penyelamatan dan peningkatan produksi
3. Sasaran SUP	Produksi, ekonomi, dampak lingkungan dan penurunan emisi GRK (mitigasi)
4. Dampak dan Arah Pengelolaan	Konservasi dan pemulihan kesuburan/kapasitas produksi lahan serta penggunaan SDA berkelanjutan/lebih lestari
5. Model SUP	Sistem pertanian (model farming) terpadu (SUP Inovatif) yang mengintegrasikan beberapa komoditas (tanaman-ternak) dengan sistem pengelolaan sumber daya, input dan output (termasuk limbah) secara terintegrasi dan efisien
6. Penggunaan SD Lahan	Lebih mengintensifkan /optimalisasi lahan eksisisting dan perluasan lahan lebih ditujukan pada lahan sub-optimal dan reklamasi lahan terdegradasi/terlantar
7.Teknologi	Penggunaan teknologi yang lebih efisien energi dan sumber energi berbasis non-BBM, termasuk biogas), serta hemat air
8. Input SUP	Penggunaan pupuk anorganik lebih efisien diimbangi dengan penggunaan pupuk organik dan optimalisasi pemanfaatan limbah organik berbasis konsep "zero waste"
9. Penanganan Panen dan Pasca Panen	Kehilangan hasil pasca panen rendah (rendemen tinggi), jenis produk semakin beragam, strategi pemasaran yang lebih baik
10. Penggunaan Sistem Informasi Iklim dan Teknologi	Informasi (prakiraan) iklim digunakan secara efektif dalam mengelola risiko iklim dan dijadikan pertimbangan dalam pengembangan kegiatan UT (didukung pengembangan sistem informasi Kalender Tanam Terpadu dan Peringatan Dini)

Sumber: Las *et al.* 2017 (dimodifikasi dari Las 2013; 2015, dan FAO 2013)

Dalam konteks SiPeCI-Baru, pengelolaan dan perbaikan sumber daya alam terutama sumber daya lahan dan air atau membalikkan degradasi sumber daya alam yang terlanjur rusak, merupakan strategi pertama dalam meningkatkan kapasitas petani dalam adaptasi. Strategi kedua adalah peningkatan kemampuan untuk memahami (dan menginterpretasi), memprediksi keragaman dan variabilitas iklim dalam berbagai tataran dan skala waktu terutama musiman dan antar tahunan, dan memanfaatkan informasi iklim dalam merencanakan aktivitas pertaniannya secara bertanggungjawab dan ramah lingkungan. Strategi ketiga merupakan penyiapan dan penyediaan inovasi teknologi adaptif dan ramah lingkungan. Masing-masing strategi tentu didukung oleh aspek kelembagaan atau kebijakan dan khusus untuk strategi kedua dan ketiga didukung oleh pelatihan dan pembinaan, termasuk dalam bentuk sekolah lapang iklim pertanian (SLIP).

Ketiga strategi tersebut di atas sangat memadai, jika peningkatan integritas sumber daya alam pada skala besar diharapkan dapat meningkatkan prediktabilitas keragaman dan ketidakpastian iklim. Oleh sebab itu, pengembangan kapasitas pembelajaran untuk mendorong kurva variabilitas iklim yang diperlukan sebagai pionir untuk memperbaiki ketahanan sosial dan ekologis dalam menanggapi variabilitas iklim dan dalam membalikkan kecenderungan degradasi sumber daya alam. Semuanya tentu membutuhkan kebijakan dan dukungan kelembagaan yang konkrit dan pengelolaan secara menyeluruh berbagai faktor yang terlibat dalam sistem pertanian.

Selain itu, pengelolaan faktor produksi berupa sumber daya lahan dan infrastruktur (biofisik, regulasi dan kebijakan/politik pertanian, aspek kepemilikan atau *land tenure* serta reforma agraria, sumber daya air dan sistem irigasi, serta penyediaan sarana dan prasarana pertanian menjadi kunci utama penerapan SiPeCI-Baru. Peningkatan kapasitas adaptasi petani dan SUP menghadapi perubahan iklim (teknologi dan sosial) dan pengembangan inovasi kelembagaan petani termasuk sekolah lapang, asuransi resiko iklim dan lainnya. Dalam hal penyiapan teknologi inovatif/adaptif, kunci keberhasilannya tergantung pada logistik inovasi, seperti benih dan formula/produk pupuk dan segala derivasinya seperti biochar, pembenah tanah, amelioran, dan lain-lain.

Konsep lain yang perlu menjadi perhatian dalam mendukung prakarsa cerdas masyarakat untuk ketangguhan iklim berupa SiPeCi Baru

adalah *indigenous knowledge* atau kearifan lokal masyarakat yang tahan terhadap deraan iklim. Beberapa contoh antara lain: 1) Upaya komunitas adat menyelamatkan keamanan air di Pulau Semau (Nusa Tenggara Timur) atas dasar tata kuasa adat dalam memproteksi dan mengatur distribusi sumber mata air yang ada, 2) Upaya Terminal Benih, Cibinong menyelamatkan benih warisan sebagai modal keamanan pangan di pusat kota yang justru semakin tergerus oleh kebijakan pemerintah yang cenderung berorientasi pada pertumbuhan ekonomi dalam penyelenggaraan pembangunan, 3) Inisiatif masyarakat adat Ciptagelar, Sukabumi dalam mempertahankan nilai adat agar warga mengelola alam secara seimbang untuk keamanan pangan, air, serta energi, dan tidak terpengaruh oleh pertumbuhan ekonomi yang semakin pesat. Banyak lagi contoh prakarsa masyarakat dalam beradaptasi terhadap dampak perubahan iklim. Diperlukan kebijakan pemerintah untuk mendukung dan melindungi prakarsa cerdas masyarakat dalam menangani dampak perubahan iklim.

IMPLIKASI DAN DUKUNGAN KEBIJAKAN

Pertanian tangguh dan cerdas iklim tidak akan ada artinya apabila penyelenggaraan pembangunan terus menghasilkan emisi GRK, menggerus fungsi ekosistem, dan merusak lingkungan. Upaya perlu terus dilakukan untuk mengurai dan menuntaskan masalah terkait pengelolaan tanah dan air dan eksploitasi kekayaan alam yang menghambat terwujudnya pembangunan rendah karbon dan meningkatkan kualitas pembuatan kebijakan dan pengambilan keputusan dengan mengacu pada data dan informasi yang akurat.

Luas lahan garapan merupakan salah satu penyebab eksploitasi sumber daya yang berlebihan yang secara signifikan berpengaruh terhadap peningkatan kerentanan usahatani pangan. Oleh sebab itu, salah satu kunci dan titik unkit (*entry point*) penanggulangan perubahan iklim dan iklim eskترم, khususnya melalui pengembangan SiPeCI dan SiPeCI-Baru adalah regulasi dan kebijakan yang berkaitan dengan tata kelola lahan dan air dalam mendukung reforma agraria dan perluasan lahan pertanian.

Ketersediaan dan akurasi informasi iklim (air, lahan, dan inovasi/teknologi) yang lengkap dan akurat merupakan *entry point* utama

dalam pengembangan SiPeCI dan SiPeCI-Baru. Oleh sebab itu kebijakan pengembangan sistem informasi iklim, sumber daya air, dan teknologi merupakan salah satu prasyarat yang didukung oleh kebijakan yang konsisten, terutama dalam sistem yang sinergi dalam sistem informasi pertanian lainnya.

Mulai tahun 2017, pemerintah akan mengembangkan infrastruktur air berupa embung, dam parit, long-storage dan lainnya untuk mengamankan pertanian dari ancaman kekeringan (sekaligus banjir) dan atau meningkatkan IP dan produksi sekitar 3,9 juta lahan sawah tadah hujan dan lahan kering, termasuk menerapkan SiPeCI. Untuk itu dibutuhkan kebijakan khusus, seperti Inpres, baik dalam pelaksanaan maupun masalah tata ruang dan tata kelola lahan, khususnya dalam membangun embung dan *longstorage*, dam parit dan jaringan air bagi, dan lain-lain.

PENUTUP

Dampak perubahan iklim dan iklim ekstrim di sektor pertanian yang semakin nyata bersifat multi dimensi dan saling kait mengkait, dicerminkan oleh tingkat kerentanan usahatani pangan. Oleh sebab itu dituntut suatu strategi atau pendekatan yang bersifat holistik dalam aspek teknis, sosial, budaya, dan ekonomi. Suatu pendekatan inovatif yang dimunculkan dalam mengelola SUP dalam menghadapi perubahan iklim dan iklim ekstrim adalah *Climate Smart Agriculture* (Sistem Pertanian Cerdas Iklim, SiPeCI) dan kemudian dikembangkan menjadi *New Climate Smart Agriculture* (Sistem Pertanian Cerdas Iklim Versi Baru, SiPeCI-Baru). Novelty dari SiPeCI-Baru adalah suatu SUP Inovatif yang bermuatan *Responsible Agriculture Practices* (RAP), yaitu membangun motivasi dan tanggungjawab dalam melaksanakan SUP dengan dorongan pemahaman dan kesadaran terhadap resiko jangka pendek terhadap SUP (adaptasi) dan resiko jangka panjang terhadap sumber daya (mitigasi) akibat perubahan iklim dan iklim ekstrim. Sistem informasi iklim dan pertanian, serta regulasi dan kebijakan tata kelola lahan menjadi *entry point* utama dalam peningkatan daya adaptasi dan mitigasi perubahan iklim dan iklim ekstrim, melalui penerapan SiPeCI-Baru dengan sepuluh acuan atau dasa rambu.

DAFTAR PUSTAKA

- Asian Development Bank (ADB) and International Food Policy Research Institute (IFPRI). 2009. Building Climate Resilience in the Agriculture Sector in Asia and the Pacific. Mandaluyong City, Philippines.
- Aldrian E. 2013. Guideline peta kerentanan perubahan iklim Pada sektor pertanian. Bahan presentasi pada Workshop Nasional Capacity Development for Climate Change.Vulnerability Assessment in Indonesia. Badan Meteorologi, Klimatologi dan Geofisika. Jakarta 29 April 2013.
- Apriyana Y., E Susanti E, Suciandini, F Ramadhani F dan E. Surmaini E. 2016. Analisis Dampak Perubahan Iklim terhadap Produksi Tanaman Pangan pada Lahan Kering dan Rancang Bangun Sistem Informasinya. *Informatika Pertanian* 25(1):69-80.
- Beddington J, Asaduzzaman M, Clark M, Fernández A, Guillou M, Jahn M, Erda L, Mamo T, Van Bo N, Nobre CA, Scholes R, Sharma R, Wakhungu J. 2012. Achieving food security in the face of climate change: Final report from the Commission on Sustainable Agriculture and Climate Change. CGIAR Research Program on Climate Change, Agriculture and Food Security (CCAFS). Copenhagen, Denmark.
- Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika (BMKG). 2017. Highlight for Cordex-Sea Simulation. Disampaikan dalam The 3rd Cordinated Regional, Downscaling Experiment Southeast Asia (CORDEX-SEA) Training and Workshop. Jakarta 15-17 Maret 2017.
- Boer R., Buono A, Sumaryanto, Surmaini E, W. Estiningtyas W., Rakhman A, K. Kartikasari K, Fitriyani. 2008. Pengembangan sistim prediksi perubahan iklim untuk ketahan pangan. Laporan Konsorsium Perubahan Iklim. Balai Besar Sumber daya Lahan Pertanian.
- Boer R. 2011. Ancaman Perubahan Iklim terhadap Ketahanan Pangan. Presentasi pada Workshop Nasional dan FGD Adaptasi Perubahan Iklim. Bandung 9-10 November 2011. Balai Besar Sumber daya Lahan Pertanian. Kementerian Pertanian.

- Boer R., Faqih A. dan Ariani R. 2014. Relationship between Pacific and Indian Ocean Sea Surface Temperature Variability and Rice Production, Harvesting Area and Yield in Indonesia. Paper presented in *EEPSEA conference on the Economics of Climate Change*. 27-28 February, Siem Reap, Cambodia.
- Boer R. 2015. Kerentanan Sektor Pertanian Terhadap Perubahan Iklim. Bahan tayang dalam FGD Kerentanan, Bogor 24 April 2016.
- Direktorat Jenderal Pengendalian Perubahan Iklim (2016). Perubahan Iklim, Perjanjian Paris dan *Nationally Determined Contribution*. Direktorat Jenderal Pengendalian Perubahan Iklim. Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan.
- Faqih A R. Hidayat, Jatmiko SD., Radini. 2016. Climate modeling and analysis for Indonesia 3rd national communication (TNC): Historical and climate and future climate scenarios in Indonesia. Final Report. Ministry of Environment and Forestry (MoEF). United National Development Programme (UNDP) and Bogor Agricultural University.
- Setyorini, A. D, Kartiwa B., Susanti E., Surmaini E., Sujono R., Haryono, Rakhman A., Suciantini, Apriyana Y., Pramudia A., Sarvina Y., Nengsusmoyo C., Kurniawan H., Nugroho AA, Samudera RO., Hutami AS. 2016. Analisis dan Pemetaan Tingkat Kerentanan Usaha Tani Pangan dan Risiko Iklim Laporan Hasil Penelitian. Balai Penelitian Agroklimat dan Hidrologi, Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Sumber daya Lahan Pertanian, Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian, Kementerian Pertanian.
- Estiningtyas W., Surmaini E., Susanti E. 2017. Kerentanan Sub-Sektor Tanaman Pangan Terhadap Perubahan Iklim. Jurnal Sumber daya Lahan Vol. 10 no 2 Desember 2016:85-96. ISSN 1907-0799. Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Sumber daya Lahan Pertanian
- FAO. 2013. Climate-Smart Agriculture: Source book. Rome, Italy. Food and Agriculture Organization of the United Nation.
- Farhangfar S., Bannayan M., Khazaei HR., Baygi MM. 2015. Vulnerability Assessment of Wheat and Maize Production Affected by Drought and Climate Change. International Journal of Disaster Risk Reduction 13 (2015) 37-51. Elsevier

- Ibrahim G. 2003. Dinamika dan Pergeseran Musim di Indonesia. Seminar Antisipasi Perubahan Iklim. Perhimpn - Kementan -BAKP.
- IPCC. 2001. Impacts Adaptation and Vulnerability : Insurance and Other Financial Services. Working Group 2 Chapter 8. Intergovernmental Panel on Climate Change, Geneva.
- IPCC. 2012. *Summary for Policymakers. In: Managing the Risks of Extreme Events and Disasters to Advance. Climate Change Adaptation. A Special Report of Working Groups I and II of the UNFCCC.*
- IPCC. 2013. Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.
- Kementerian Pertanian. 2017. Grand Design Pengembangan Lumbung Pangan Beroreintasi Eskpor di Wilayah Perbatasan. Kementerian Pertanian. Jakarta.
- Las I, Unadi A., Runtuuwu E., Wahyunto,; Irawan, Agus F. Amien I., Susanti E., Surmaini E., Pramudia A.,; Suciantini,; Sukarman,; Makarim A. Setyanto, P., Haryono, Boer R., Sabiham S., Pawitan H. 2010. Peta Kerentanan Sektor Pertanian dan Dampak Perubahan Iklim.Laporan akhir.Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian.
- Las I. 2013. Dukungan inovasi pertanian dalam penerapan Selolak Lapang Iklim (SLI). Worksho SLI, Direktorat Perlindungan Tanaman Pangan. Yogyakarta, Maret 2013.
- Las I. 2015. Ancaman perubahan iklim terhadap sektor pertanian dan berbagai opsi adaptasi. FGD. Pokja Iklim Kemetan. Bandung. September 2015
- Las I, Surmaini E., Estiningtyas W., Susanti E. 2017. Sepuluh acuan sebagai entri point dalam penerapan Sistem Pertanian Cerdas Iklim Versi Baru. Jurnal Tanah dan Iklim BBSDLP (dalam proses).
- Lipper LP., Thortnton BM. Campbell EF., Torquebiau. 2014. Climate-smart agriculture for food security. Nature Climate change 4: 1068-1072
- Moss R., Babiker M., Brinkman S., Calvo E., Carter T., Edmonds J., Elgizouli I., Emori S., Erda L., Hibbard K., Jones R., Kainuma M., Kelleher

- JF, Lamarque M., Manning B., Matthews J., Meehl J., Meje LJ., Mitchell N., Nakicenovic B. O'Neill R. Pichs K. Riahi S., Rose P., Runci R., Stouffer D.V., Vuuren J., Weyant T., Wilbanks JPV., persele Y., Zurek AM. 2008. Toward New Scenarios for Analysis of Emissions, Climate Change, Impacts, and Response Strategies, Intergovernmental Panel on Climate Change, Geneva.
- Moss RH., Edmonds JA., Hibbard KA., Manning MR., Rose SK., van Vuuren DP., Carter TR., Emori S., Kainuma M., Kram T., Meehl GA., Mitchell JFB., Nakicenovic N., Riahi K., Smit SJ., Stouffer RJ., Thomson AM. Weyant JP. Wilbanks TJ. 2010. The next generation of scenarios for climate change research and assessment. *Nature*, 463: 747-756
- Naylor RL, Falcon WP., Rochberg D. Wada N. 2001. Using El Niño/Southern Oscillation climate data to predict rice production in Indonesia. *Climatic Change*, 50: 255–265.
- Sumaryanto. 2012. Strategi peningkatan kapasitas adaptasi petani tanaman pangan menghadapi perubahan iklim. *Forum Penelitian Agroekonomi* 30(2): 73 - 89
- Surmaini E, Subagyo K, Hadi TW. 2015. Pemiliha indeks ENSO sebagai indikator untuk deteksi dini kekeringan pada padi sawah. *Jurnal Sumber Daya Air* (11) 2: 167 – 180.

PERTANIAN ORGANIK SEBAGAI UPAYA MITIGASI EMISI GAS RUMAH KACA DAN PENINGKATAN ADAPTASI TERHADAP PERUBAHAN IKLIM

Ai Dariah dan Muhammad Prama Yufdi

PENDAHULUAN

Setelah diratifikasi DPR dan diundangkan dalam UU No. 16 tahun 2016 tentang Pengesahan Persetujuan atas Konvensi Kerangka Kerja Perserikatan Bangsa-Bangsa Mengenai Perubahan Iklim, pada tanggal 31 Oktober 2016 Indonesia secara resmi bergabung dengan 88 negara lainnya untuk melaksanakan sepenuhnya Perjanjian Paris (*COP/Conference of Parties*). Artinya Indonesia tercatat sebagai negara ke 89 yang sudah resmi berkomitmen untuk berperan aktif dalam mitigasi perubahan iklim. Tujuan Perjanjian Paris adalah untuk membatasi kenaikan suhu global 2°C pada tahun 2100 dari tingkat pra-industrialisasi dan melakukan upaya membatasinya hingga 1,5°C.

Berdasarkan penjelasan UU No. 16 tahun 2016, kontribusi yang ditetapkan secara nasional (*NDC/Nationally Determined Contributions*) mencakup mitigasi dan adaptasi. Pada periode pertama target NDC Indonesia adalah mengurangi emisi gas rumah kaca (GRK) sebesar 29% dengan upaya sendiri dan 41% jika ada kerjasama internasional dari kondisi tanpa ada aksi (*business as usual*) pada tahun 2030, yang akan dicapai antara lain melalui sektor kehutanan, energi termasuk transportasi, limbah, proses industri dan penggunaan produk, serta pertanian. Sehubungan dengan adanya target serta peran yang harus dipenuhi sektor pertanian, diantaranya sebagai tumpuan utama dalam penyediaan pangan nasional, maka di sektor pertanian adaptasi terhadap perubahan iklim menjadi prioritas (Kementrian Pertanian, 2015). Namun demikian berdasarkan penjelasan UU No. 16 tahun 2016, sektor pertanian tetap mempunyai kewajiban untuk berperan aktif dalam aksi mitigasi perubahan iklim.

Emisi GRK merupakan penyebab utama terjadinya percepatan perubahan iklim, sehingga mitigasi perubahan iklim senantiasa disejajarkan

dengan mitigasi emisi GRK. UNDP (2007) menyatakan bahwa mitigasi meliputi cara-cara untuk memperlambat emisi GRK atau menahannya, atau menyerapnya ke hutan atau penyerap karbon lainnya. Agar dapat berkontribusi dalam mitigasi emisi GRK, sektor pertanian perlu mengidentifikasi dan mempraktekan berbagai sistem pertanian yang mampu memitigasi emisi GRK. Aksi mitigasi yang dipilih harus yang tidak berdampak terhadap terjadinya penurunan produktivitas pertanian, sehingga target capaian diantaranya untuk swasembada pangan tidak terganggu. Oleh karena itu, tindakan yang paling tepat dilakukan adalah melakukan tindakan mitigasi sekaligus juga dapat meningkatkan adaptasi sektor pertanian terhadap perubahan iklim. Di Sektor Pertanian mitigasi juga bisa merupakan *co-benefit* dari tindakan adaptasi. Setyanto *et al.* (2013) menyatakan bahwa melalui teknologi budidaya, sektor pertanian mampu memenuhi penurunan emisi melebihi yang ditargetkan, yaitu sebesar 8-11 juta ton CO₂-equivalen pertahun sebelum tahun 2020.

Beberapa hasil studi menunjukkan bahwa pertanian organik merupakan salah satu sistem pertanian yang mempunyai kemampuan memitigasi emisi GRK, baik karena kemampuannya dalam menekan atau mengurangi emisi, maupun dalam meningkatkan sequestrasi atau simpanan karbon tanah (FAO, 2011). Pertanian organik juga berpeluang meningkatkan kemampuan pertanian untuk dapat beradaptasi terhadap perubahan iklim, diantaranya karena kemampuannya dalam perbaikan sifat-sifat tanah dan efisiensi penggunaan air (Boron 2006, Gattinger 2012; Chatterjee dan Thirumdasu 2015). Tulisan ini utamanya membahas berbagai praktek yang dilakukan dalam sistem pertanian organik yang bisaberdampak terhadap mitigasi emisi GRK, maupun peningkatan kualitas lahan, yang selanjutnya berpengaruh terhadap peningkatan kemampuan pertanian untuk beradaptasi terhadap perubahan iklim.

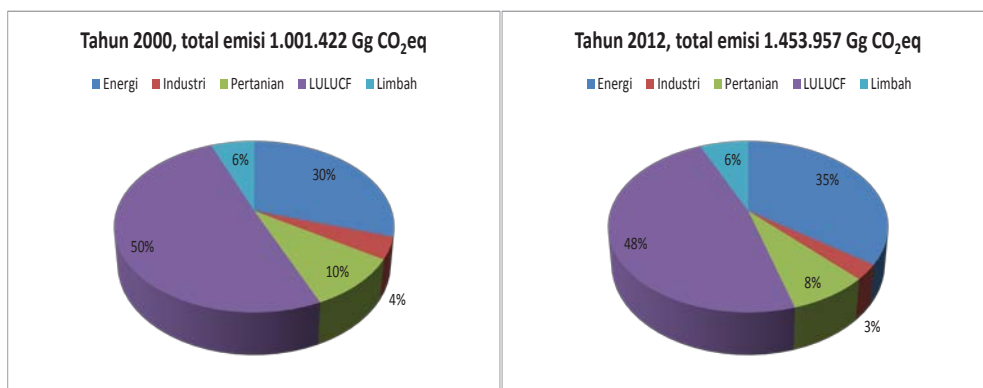
SUMBER EMISI GRK SEKTOR PERTANIAN

Secara garis besar Bellarby *et al* (2008) membagi sumber emisi pertanian dalam dua kelompok yaitu emisi yang secara langsung dihasilkan dari aktivitas pertanian (*agriculture's direct emission*) dan yang bersifat tidak langsung (*agriculture's indirect emission*). Emisi yang secara langsung dihasilkan dari kegiatan pertanian atau aktivitas *on-farm* diantaranya bersumber dari penggunaan pupuk an-organik, penggenangan

lahan sawah, pembakaran biomas, dan kegiatan peternakan (respirasi enterik dan pengeloaan kotoran hewan); sedangkan emisi yang bersifat tidak langsung terutama bersumber dari penggunaan bahan bakar fosil, proses produksi agrokimia, serta akibat perubahan penggunaan lahan, perubahan penggunaan lahan dari jenis penggunaan lahan bercadangan karbon yang relatif lebih tinggi. Bentuk GRK Utama yang bersumber dari sektor pertanian adalah karbon dioksida (CO_2), metana (CH_4), dan dinitrogen oksida (N_2O).

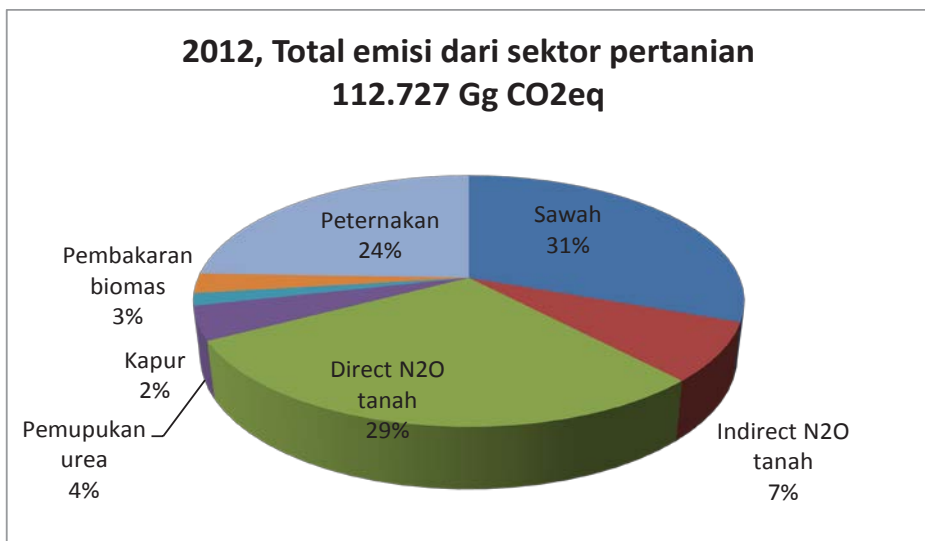
Secara global, emisi metana (CH_4) dan nitrous oxide (N_2O) dari pertanian telah meningkat sebesar 17% dari tahun 1990 sampai 2005, dan diproyeksikan meningkat 35 - 60% pada tahun 2030, peningkatan ini didorong oleh pertumbuhan penggunaan pupuk nitrogen dan peningkatan produksi ternak (IPCC, 2007). Hal ini dilakukan untuk menggenjot produksi, sehingga dapat memenuhi kebutuhan pangan yang semakin lama semakin meningkat seiring dengan bertambahnya jumlah penduduk.

Berdasarkan First Biennial Update Report (2015) tingkat emisi dari sektor pertanian di Indonesia pada tahun 2012 adalah sekitar 112.722 Gg CO_2 eq, meningkat sekitar 14,6% dibandingkan tahun 2000 yang besaran emisinya sekitar 96.305 Gg CO_2 eq. Pada skala nasional proporsi emisi dari sektor pertanian pada tahun 2012 adalah sekitar 7,8%, dari segi proporsi terhadap total emisi nasional mengalami penurunan dibanding tahun 2000 yang proporsinya mencapai 9,6% (Gambar 1).



Gambar 1. Proporsi emisi sektor pertanian terhadap emisi nasional tahun 2000 dan 2012 berdasarkan *First Biennial Update Report* (2015)

Sumber emisi terbesar bersumber dari lahan sawah (31%), *direct* N₂O tanah yang bersumber dari penggunaan pupuk N yaitu urea, ZA, dan NPK (29%), dan peternakan (27%), *Indirect* N₂O (7%), sisanya berasal dari emisi CO₂ dari aplikasi urea (4%), pembakaran biomasa (3%) dan kapur (2%) (Gambar 2). Oleh karena itu, *quick win* tindakan mitigasi dari sektor pertanian (khususnya dari aktivitas pertanian/*on-farm*) bisa difokuskan pada penerapan inovasi yang dapat mengurangi emisi dari sumber emisi dengan proporsi terbesar, yaitu pupuk, lahan sawah, dan peternakan, disamping meningkatkan sekuestrasi karbon dan menekan perubahan penggunaan lahan dari bentuk penggunaan lahan yang bercadangan karbon tinggi.



Gambar 2. Sumber emisi sektor pertanian dan proporsi emisi yang dihasilkan berdasarkan *First Biennial Update Report* (2015)

Berbagai upaya mitigasi yang dapat dilakukan di sektor pertanian dikemukakan Setyanto *et al.* (2013), diantaranya adalah: (a) optimalisasi lahan pertanian untuk meningkatkan produktivitas, indeks pertanaman, dan teknologi hemat air, contohnya melalui PTT (Pengelolaan Tanaman terpadu) dan SRI (*System of Rice Intecsification*); (b) Perluasan areal pertanian dan perkebunan di lahan yang tidak produktif/terdegradasi; (c) pemanfaatan lahan gambut terlantar terdegradasi untuk pertanian berkelanjutan melalui tata kelola air dan ameliorasi yang mampu

menurunkan emisi GRK; (d) pengembangan teknologi lahan tanpa bakar; (e) pengembangan ISPO (*Indonesian Sustainable Palm Oil*); (f) Teknologi integrasi tanaman-ternak; (g) teknologi mina padi terutama untuk daerah dengan sumber air cukup; (h) teknologi pemupukan tepat sasaran (*presicion farming*); (i) penggunaan pupuk organik untuk meningkatkan simpanan karbon dalam tanah, (j) teknologi pengembangan biogas dan pakan untuk mengurangi emisi dari subsektor peternakan. Beberapa komponen teknologi yang dipraktekan dalam pertanian organik yang juga dapat mendukung terwujudnya program *carbon credit*, diantaranya (1) *Replacement* (penggantian) pupuk kimia, (2) produksi dan aplikasi kompos, (3) aplikasi legume dalam rotasi tanaman, (4) menghindari pembakaran residu dan limbah pertanian, (5) pembatasan pengolahan tanah untuk menekan kehilangan karbon dalam tanah, (6) meningkatkan kandungan C organik tanah (sekuestrai karbon tanah),diantaranya dengan pengembalian bahan organik ke dalam tanah.

PENGERTIAN DAN PERKEMBANGAN PERTANIAN ORGANIK

Menurut International Federation of Organic Agriculture Movement atau IFOAM (2008) sistem pertanian organik merupakan sistem produksi yang berifat holistik untuk meningkatkan dan mengembangkan kesehatan agroekosistem, termasuk keragaman hayati, siklus biologi, dan aktivitas biologi tanah. Pertanian organik menekankan penerapan praktek-praktek pengelolaan yang lebih mengutamakan penggunaan input dari limbah kegiatan budidaya yang berifat insitu dengan mempertimbangkan daya adaptasi terhadap keadaan/kondisi setempat. Sertifikasi produk organik yang dihasilkan, termasuk proses budidaya, penyimpanan, pengolahan, pasca panen dan pemasaran harus sesuai standar yang ditetapkan oleh badan standarisasi. Pemerintah telah menerbitkan SNI 6729 tentang Sistem Pertanian Organik (BSN, 2002).

SNI sistem pangan organik disusun dengan mengadopsi seluruh materi dalam dokumen standar CAC/GL 32-1999, *Guidelines for the production, processing, labeling, and marketing of organically produced foods* dan dimodifikasi sesuai dengan kondisi Indonesia (Gribaldi, 2009). Kementerian Pertanian juga telah menerbitkan Permentan Nomor 64/permentan/ OT.140/5/2013 tentang Sistem Pertanian Organik di Indonesia. Praktek pertanian organik berdasarkan peraturan tersebut

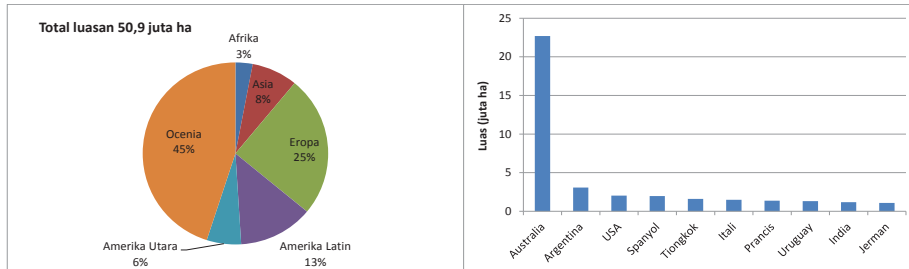
menekankan penerapan praktek-praktek manajemen yang lebih mengutamakan input yang bersumber dari limbah kegiatan budidaya, dengan mempertimbangkan daya adaptasi terhadap keadaan atau kondisi setempat. Untuk mendukung kesehatan lingkungan, Susanto (2015) menyebutkan beberapa keunggulan dari sistem pertanian organik dalam mendukung kesehatan lingkungan, termasuk diantaranya untuk pemeliharaan dan peningkatan kualitas tanah, kualitas air, kualitas udara, kualitas pangan, dan perbaikan pengelolaan sampah (*waste management*).

Sistem pertanian organik di Indonesia dimulai sekitar tahun 1990. Namun demikian sebenarnya sistem pertanian organik bukan suatu teknik budidaya baru (Rochayati dan Husnain, 2015), sistem ini sudah dipraktekkan jauh sebelum era revolusi hijau. Daya tarik pertanian organik kembali meningkat, dengan semakin meningkatnya kesadaran masyarakat terhadap pelestarian lingkungan dan keamanan pangan terutama bahaya yang ditimbulkan oleh bahan kimia sintetis yang digunakan di sektor pertanian (Mayrowani 2012; Gribaldi 2009; Bartol *et al.* 2005), baik dalam bentuk pupuk maupun obat-obatan yang jumlah pemakaiannya dari waktu ke waktu semakin meningkat.

Di era perubahan iklim, daya tarik pertanian organik semakin meningkat, karena beberapa tindakan yang dilakukan dalam sistem pertanian organik berpeluang untuk menurunkan kontribusi sektor pertanian dalam mengemisikan GRK, dan dapat lebih berperan dalam mengsekuestrasi atau menambat karbon, sehingga dapat menekan laju peningkatan konsentrasi GRK di atmosfer, yang mana peningkatan konsentrasi GRK di atmosfer merupakan penyebab utama terjadinya percepatan perubahan iklim.

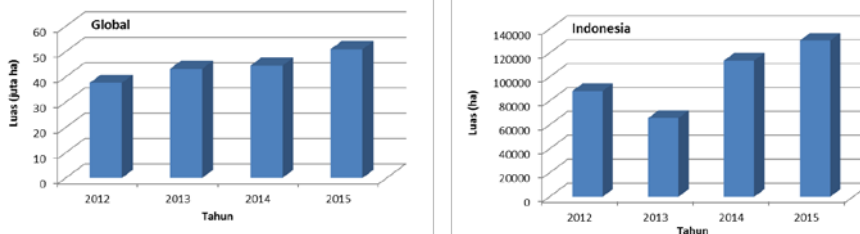
Meskipun pada skala global proporsi luasan pertanian organik baru mencapai sekitar satu persen dari total luas areal pertanian, namun dengan berjalannya waktu luasnya menunjukkan kecenderungan yang terus meningkat. Berdasarkan hasil survey The Research Institute of Organic Agriculture (FiBL) bekerjasama dengan The International Federation of Organic Movement (IFOAM) (2017), luas lahan pertanian organik pada tingkat global pada tahun 2015 tercatat sekitar 50,9 juta ha. Wilayah dengan areal organik terluas adalah Ocenia (22,8 juta ha, sekitar 45% dari total luas lahan pertanian organik) dan Eropa (12,7 juta ha, 25%). Wilayah lainnya berdasarkan luasan areal pertanian organik tertinggi berturut-turut adalah Amerika Latin (6,3 juta ha, 13%), Asia (4 juta ha,

8%), Amerika Utara (3 juta ha, 6%), dan Afrika (1,7 juta ha, 3%). Negara dengan luasan lahan pertanian organik tertinggi adalah Australia (22,7 juta ha), Argentina (3,1 juta ha), dan Amerika Serikat (1,7 juta ha) (Gambar 3).



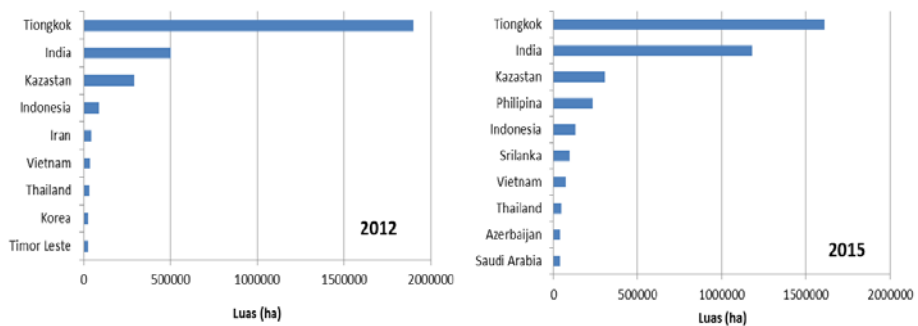
Gambar 3. Distribusi pertanian organik berdasarkan region dan negara dengan luasan pertanian organik tertinggi pada tahun 2015 (FiBL/The Research Institute of Organic Agriculture, 2017)

Berdasarkan Aliansi Organik Indonesia *dalam* Husnain *et al.* (2015), sampai tahun 2012 luas areal yang mempratekan sistem pertanian organik di Indonesia lebih dari 200.000 ha. Namun hasil survey FiBL 2017 (Julia dan Willer, 2017) menunjukkan luas lahan pertanian organik di Indonesia yang relatif lebih rendah (Gambar 4) dibanding dengan yang dinyatakan oleh Aliansi Organik Indonesia. Posisi Indonesia saat ini berada pada peringkat 42 dalam luasan areal pertanian organik. Perbedaan ini kemungkinan disebabkan karena adanya data luasan yang belum dilaporkan, utamanya untuk areal yang masih dalam proses konversi. Gambar 4 menunjukkan perkembangan luas lahan yang menerapkan sistem pertanian organik, termasuk yang sedang dalam proses konversi pada skala global dan nasional.



Gambar 4. Perkembangan luas lahan pertanian organik pada skala global dan nasional berdasarkan survey FiBL (The Research Institute of Organic Agriculture) tahun 2015 (Julia dan Willer, 2017)

Berdasarkan data statistik yang dikemukakan oleh FiBL&IFOAM (Julia dan Willer, 2017), pada tahun 2012 Indonesia merupakan salah satu negara yang masuk dalam kelompok 10 negara dengan luas lahan pertanian organik tertinggi di Asia (berada pada peringkat ke 4 setelah Tiongkok, India, dan Kazastan). Namun pada tahun 2015 Indonesia mengalami penurunan peringkat yaitu menjadi peringkat ke 5, berada di bawah Philipina yang pada tahun 2012 belum masuk dalam kategori 10 besar di Asia (Gambar 5). Tiongkok masih berada di peringkat satu, meski dari segi luasan mengalami penurunan. India merupakan negara di Asia yang mengalami peningkatan sangat pesat, dalam kurun waktu tiga tahun luasan pertanian organiknya mengalami peningkatan lebih dari dua kali lipat.



Gambar 5. Sepuluh negara dengan luasan area organik tertinggi di Asia pada tahun 2012 berdasarkan survey FiBL 2014 dan tahun 2015 berdasarkan survey FiBL 2017

PERTANIAN ORGANIK SEBAGAI UPAYA MITIGASI EMISI GRK

Tantangan pertanian di masa yang akan datang adalah bagaimana menghasilkan kemampuan untuk beradaptasi terhadap perubahan iklim yang demikian bervariasi, meningkatkan produksi, dan pada saat bersamaan juga harus mampu menekan emisi gas rumah kaca (Basse *et al.* 2009; Setyanto *et al.* 2013), artinya pertanian disamping harus melakukan berbagai tindakan adaptasi agar produktivitas tidak menurun, juga harus melakukan berbagai tindakan mitigasi agar mampu berkontribusi dalam memperlambat terjadinya perubahan iklim.

Berdasarkan First NDC/*Nationally Determined Contribution* (2016) target penurunan emisi sektor pertanian adalah 8 MT CO₂eq, dari segi proporsi relatif kecil yakni sekitar 0,32% dari total emisi pada kondisi BAU (*business as usual*), dibandingkan dengan sektor kehutanan yang target penurunan emisinya adalah sekitar 17,2% dari total emisi pada kondisi BAU. Target penurunan emisi di sektor pertanian yang relatif kecil diantaranya untuk menghindari terganggunya produktivitas pertanian. Meskipun target penurunan emisi tergolong relatif kecil, namun diperlukan upaya yang tidak mudah untuk mencapainya.

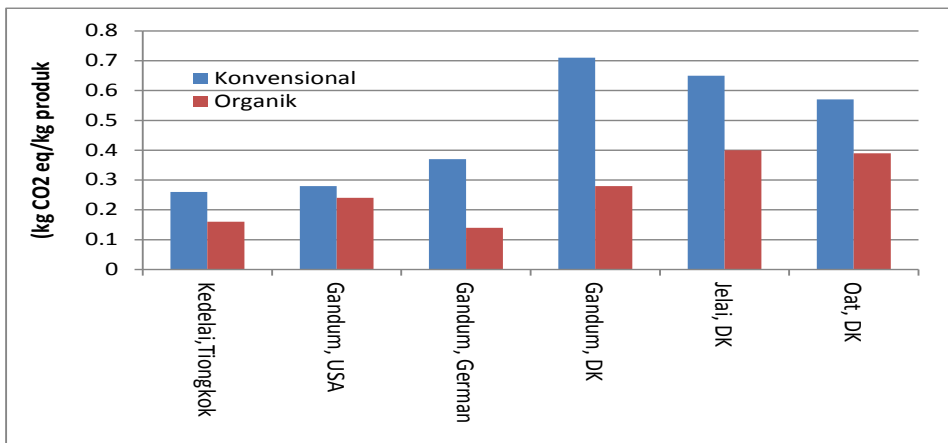
Dalam beberapa kasus tindakan mitigasi sering bersifat kontradiktif dengan peningkatan produktivitas. Di sektor pertanian, tindakan seperti ini semaksimal mungkin harus dihindari. Aspek produktivitas di sektor pertanian tetap harus menjadi prioritas karena Sektor Pertanian menjadi tumpuan utama dalam penyediaan pangan bagi 245 juta penduduk Indonesia, penyedia 87% bahan baku industri kecil dan menengah, serta penyumbang 10,7% PDB dengan nilai devisa sekitar US\$ 16,7 Milyar. Selain itu, Sektor Pertanian menyerap sekitar 39,9% tenaga kerja dan menjadi sumber utama pendapatan dari sekitar 70% rumah tangga pedesaan (Kementan, 2013). Opsi paling ideal adalah tindakan adaptasi juga bisa berdampak terhadap pengurangan emisi dan atau peningkatan sekuestrasi karbon. Artinya mitigasi merupakan co-benefit dari aksi adaptasi, demikian pula sebaliknya.

Dalam menghadapi perubahan iklim IPPC Fourth Assessment Report (FAO, 2011) merekomendasikan beberapa tindakan, yaitu: Revegetasi, perbaikan nutrisi (*nutrient amendment*), aplikasi kompos dan pupuk kandang, mencegah erosi tanah dan mineralisasi karbon dengan mengaplikasikan teknik-teknik konservasi seperti pengolahan tanah terbatas, tanpa olah tanah, pertanian sistem kontur (*contour farming*), *strip cropping*, penterasan, penggunaan sisa tanaman untuk mulsa, konservasi air, sekuestrasi karbon melalui peningkatan kadar bahan organik tanah.

Sebagian besar dari opsi yang diusulkan tersebut sudah diterapkan dalam sistem pertanian organik, yaitu aplikasi kompos dan pupuk kandang sebagai pupuk organik, yang juga bisa berkontribusi terhadap peningkatan sekuestrasi karbon. Dalam sistem pertanian organik peningkatan serapan juga dilakukan dengan rotasi tanaman pokok dengan tanaman legume dan tanaman penutup. Sistem olah tanah konservasi termasuk penggunaan mulsa juga merupakan sistem pengolahan tanah yang dianjurkan dalam

sistem pertanian organik. Mitigasi dalam sistem pertanian organik juga dicapai dengan menghindari praktek seperti pembakaran biomas secara terbuka, penggunaan pupuk anorganik, serta penggunaan bahan bakar fosil (Muller *et al.*, 2012).

Beberapa hasil studi menunjukkan bahwa pertanian organik selain merupakan sistem pertanian yang secara holistik mendukung biodiversitas (keragaman hayati) dan mempercepat siklus dan aktivitas biologi tanah (IFOAM, 2008), juga banyak diakui sebagai praktek pertanian yang mampu meningkatkan adaptasi sekaligus berkontribusi dalam mitigasi emisi GRK (Muller *et al.*, 2012; FAO, 2008; Gattinger, 2012). FAO (2013) menunjukkan tingkat emisi GRK per kg produk pertanian pada sistem pertanian organik dibandingkan dengan sistem pertanian konvensional berdasarkan beberapa hasil studi yang dilakukan di negara Asia (Tiongkok), Eropa (German), dan Amerika (USA) (Gambar 6).



Gambar 6. Emisi GRK per kg produk pertanian (FAO, 2013 berdasarkan hasil studi Knudsen *et al.* 2006; Meisterling *et al.* 2009; Hirschfield *et al.* 2008 dan LCA Food 2001)

Berikut diuraikan beberapa praktek yang dilakukan dalam pertanian organik yang berdampak terhadap mitigasi emisi GRK:

a. Substitusi pupuk an-organik dengan pupuk organik

Hasil studi Nemecek *et al.* (2005) menunjukkan akibat substitusi pupuk anorganik dengan pupuk organik, emisi GRK yang dihasilkan

menjadi 36% lebih rendah. Optimalisasi penggunaan bahan organik dalam sistem pertanian organik juga berdampak terhadap terwujudnya sistem pengelolaan bahan organik yang bersifat zerowaste, sehingga bisa terhindar dari peluang terjadinya penumpukan bahan organik yang bisa menyebabkan terjadinya proses dekomposisi secara anaerob dan menjadi sumber emisi gas metan. Pengurangan emisi akibat substitusi pupuk organik utamanya terjadi melalui dua mekanisme, yaitu pengurangan emisi N_2O akibat tidak digunakannya pupuk urea dan terjadinya peluang peningkatan sekuestrasi karbon tanah akibat pengembalian bahan organik dalam jumlah yang relatif tinggi.

Pengurangan emisi N_2O sebagai dampak substitusi pupuk N sintetis

Konsentrasi N_2O di atmosfer terus mengalami peningkatan. Sebagai gambaran Foster *et al.* (2007) menunjukkan konsentrasi N_2O global di atmosfer sekitar 320 ppbv, sementara pada masa pra industrialisasi hanya sebesar 270 ppbv. Sektor pertanian merupakan kontributor utama emisi N_2O akibat penggunaan pupuk nitrogen. Bentuk pupuk nitrogen sintetis yang digunakan utamanya dalam bentuk urea, ZA, dan pupuk majemuk NPK. Sejak dicanangkannya revolusi hijau, penggunaan pupuk an-organik termasuk urea terus meningkat dari tahun ketahun, Husnain *et al.* (2015) menyatakan bahwa peningkatan penggunaan pupuk an-organik sejalan dengan perluasan lahan pertanian dan digunakannya varietas unggul dengan hasil tinggi yang berimplikasi pada kebutuhan pupuk yang juga tinggi. Data pada Tabel 1 menunjukkan perkembangan konsumsi pupuk N dari tahun 2007 sampai dengan 2016. Irawan *et al.* (2013) memprediksi pada tahun 2020 kebutuhan pupuk N untuk padi sawah saja mencapai 2 juta ton, prediksi tersebut dilakukan pada kondisi *business as usual* artinya tidak ada perubahan kebijakan atau perilaku dalam penggunaan pupuk. Dengan adanya kebijakan upaya khusus (UPSUS) padi sawah, kemungkinan penggunaan urea bisa lebih tinggi dibanding dengan hasil prediksi. Dengan peningkatan target capaian produksi tanaman pangan seperti jagung, kedelai, komoditas hortikultura, penggunaan pupuk N pada areal pangan di lahan kering juga akan meningkat pesat. Selain areal tanaman pangan dan hortikultur, pengguna pupuk N yang tergolong tinggi adalah sub sektor perkebunan, yang perluasannya cukup signifikan terutama untuk komoditas kelapa sawit.

Tabel 1. Perkembangan penggunaan pupuk nitrogen di Indonesia untuk tanaman pangan dan perkebunan

	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Tahun	t/th	t/th	t/th	t/th	t/th	t/th	t/th	t/th	t/th	t/th
Urea	5.028.818	5.133.220	5.411.462	5.131.287	5.245.493	5.119.133	4.771.070	4.993.060	4.790.930	5.020.625
ZA	746.062	773.668	935.828	731.044	962.970	1.049.898	1.094.742	1.008.525	9.947.59	1.021.348
NPK	732.599	1.175.027	1.666.517	1.804.413	2.124.474	2.478.399	24.434.56	2.672.052	2.705.807	2.933.716

Sumber: APPI, 2017

Peluang kontribusi emisi dari penggunaan pupuk N sintetis semakin tinggi akibat tingkat efisiensi penggunaan pupuk N yang relatif rendah. Beberapa hasil penelitian menunjukkan rendahnya efisiensi penggunaan pupuk Nitrogen di negara-negara berkembang seperti Indonesia, ditunjukkan oleh tingkat kehilangan nitrogen yang relatif tinggi, diperkirakan pada tahun 2050 tingkat kehilangan pupuk N dari sektor pertanian di negara berkembang bisa mencapai >55 juta ton (Sutton dan Bleeker 2013). Widowati *et al.* (2011) menunjukkan efisiensi penggunaan pupuk pada lahan usahatani sayuran yang lebih rendah dari 20%. Tingginya tingkat kehilangan pupuk N bukan hanya menimbulkan kerugian dari aspek ekonomi, namun juga berdampak negatif terhadap lingkungan, karena pupuk N yang hilang selain meresap ke dalam tanah dan terbawa aliran permukaan, selain mencemari badan-badan air, juga teremisi dalam bentuk gas N_2O , baik secara langsung maupun tidak langsung.

Gas N_2O yang diemisikan volumenya relatif kecil dibanding CO_2 , namun N_2O mempunyai *global warming potential* (GWP) 265 kali CO_2 (IPCC, 2014). Berdasarkan IPCC (2006) faktor emisi langsung dari pupuk N adalah sekitar 1% atau 0.01, artinya dari total pupuk N yang diberikan sekitar 1% N teremisi menjadi N_2O . Tim RAN GRK (Agus *et al.* 2014) menunjukkan besaran emisi GRK yang besumber dari penggunaan pupuk berdasarkan data aktivitas 2006-2011 adalah sekitar 20,5 juta ton per tahun.

Dalam sistem pertanian organik kebutuhan hara tanaman termasuk kebutuhan nitrogen semaksimal mungkin dipenuhi dari bahan organik, terutama yang mengandung N relatif tinggi seperti tanaman legum dan

menggunakan pupuk hayati yang mengandung mikroorganisme yang mampu menambat N. Penggunaan bahan mineral alami untuk pembenah tanah masih diperbolehkan dalam sistem pertanian organik meski jumlahnya dibatasi. Bahan pembenah tanah atau penyubur yang masih boleh digunakan khususnya dalam sistem pangan organik sesuai dengan SNI 6729 tahun 2013 (Setyorini, 2015) adalah: dolomit, gypsum, kapur chloride, bantuan fosfat, guano, terak baja, batuan magnesium, magnesium kalkareous, batu kalium, garam kalium tambang, sulfat kalium, magnesium sulfat/garam Epsom, natrium klorida, unsur mikro, stode meal, liat/clay (bentonit, perlit, zeolit), vermikulit, dan batu apung.

Peningkatan simpanan dan konservasi karbon tanah

Dengan mensubstitusi pupuk an-organik dengan pupuk organik bukan berarti emisi GRK dari pupuk menjadi nihil, karena selama proses dekomposisi pupuk organik yang mengandung unsur N juga mengemisikan N_2O , demikian pula dengan emisi karbon. Namun demikian, digunakan maupun tidak digunakannya bahan organik sebagai pupuk atau pembenah tanah, bahan organik akan tetap mengalami dekomposisi dan menghasilkan GRK. Namun jika digunakan sebagai pupuk, masih ada peluang sebagian karbon yang terkandung dalam bahan organik akan tersimpan sebagai cadangan C tanah. Selain itu jika dikembalikan ke dalam tanah, baik sebagai sumber hara maupun pembenah tanah, masih ada azas manfaat yang didapatkan dari terjadinya proses dekomposisi.

Mitigasi emisi GRK dalam sistem pertanian organik juga terjadi akibat peningkatan simpanan karbon tanah. Namun belum ada angka pasti proporsi karbon yang tersekuestrasi dan menjadi simpanan C dalam tanah sebagai dampak dilakukannya aplikasi pupuk organik. Sangat banyak faktor yang mempengaruhi tersimpannya bahan organik dalam tanah, selain sifat dari bahan organiknya juga dipengaruhi oleh sifat-sifat tanah, khususnya kemampuan tanah untuk mengikat karbon, kepekaan tanah terhadap erosi, iklim, dan lain sebagainya.

Berdasarkan data base yang bersumber dari 74 studi (dominan dilakukan di wilayah temperate), Gattinger *et al.* (2012) membandingkan data berpasangan sistem pertanian organik dengan sistem pertanian konvensional, yang menunjukkan rata-rata angka yang nyata lebih tinggi pada sistem pertanian organik, yaitu untuk parameter kadar C organik

tanah ($0,18 \pm 0,06$ %), cadangan/simpanan karbon tanah ($3,50 \pm 1,08$ Mg C/ha), dan sekuestrasi karbon ($0,45 \pm 0,21$ Mg C/ha/tahun). Selanjutnya dengan memperhitungkan input karbon eksternal dan rotasi tanaman, maka dengan menggunakan analisis *zero net input system* masih didapatkan perbedaan angka yang signifikan lebih tinggi untuk sistem pertanian organik, yaitu sebagai berikut: $0,13 \pm 0,09\%$ untuk kadar C tanah dan $2,16 \pm 1,65$ Mg C ha⁻¹ untuk stok karbon, namun demikian perbedaan untuk sekuestrasi karbon tidak berbeda nyata yaitu $0,27 \pm 0,37$ Mg C ha⁻¹ tahun⁻¹.

Tabel 2. Hasil perbandingan data berpasangan antara sistem pertanian organik VS sistem pertanian konvensional (Gattinger *et al.* 2012)

Parameter	Satuan	Perbedaan antara Sistem pertanian Organik VS Konvensional
	Tanpa memperhitungkan input organik eksternal dan rotasi tanaman	
Kadar C tanah	%	$0,18 \pm 0,06^*)$
Cadangan C	Mg C/ha	$3,50 \pm 1,08^*$
Sekuestrasi C	Mg C/ha/tahun	$0,45 \pm 0,21^*$
	Memperhitungkan input organik eksternal dan rotasi tanaman	
Kadar C tanah	%	$0,13 \pm 0,09^*$
Cadangan C	Mg C/ha	$2,16 \pm 1,65^*$
Sekuestrasi C	Mg C/ha/tahun	$0,27 \pm 0,37$

*) nyata lebih tinggi pada sistem pertanian organik

Peranan sekuestrasi karbon dalam menentukan GWP (*global warming potensial*) dari sistem pertanian organik sangatlah menentukan. Hasil penelitian Kusterman *et al.* (2007) menunjukkan bahwa ketika sekuesrasi kabon dikeluarkan dari sistem *life cycle analysis*, maka GWP pertanian organik menjadi 53% lebih tinggi dibanding sistem konvensional, namun jika sekuestrasi karbon dimasukkan dalam penilaian, maka GWP sistem pertanian organik menjadi 80% lebih rendah dibanding sistem konvensional.

Lebih tingginya cadangan karbon tanah pada sistem pertanian organik bisa terjadi akibat lebih terjaminnya konservasi karbon tanah dalam sistem pertanian organik, artinya tingkat kehilangan karbon tanah

relatif lebih rendah dibanding dalam sistem pertanian konvensional. Tidak digunakannya pupuk sintetis N pada sistem pertanian organik, berpeluang menurunkan tingkat kehilangan C tanah. Beberapa hasil penelitian menunjukkan aplikasi pupuk nitrogen sintetis mempercepat kehilangan bahan organik tanah (Khan *et al.* 2007) akibat terjadinya percepatan proses dekomposisi, oleh karena itu substitusi pupuk nitrogen sintetis dalam sistem pertanian organik, dapat menekan kehilangan karbon tersimpan dalam tanah.

Praktek olah tanah yang dianjurkan untuk diterapkan dalam sistem pertanian organik juga berpeluang untuk berengaruh nyata terhadap pengurangan kehilangan karbon tanah. Olah tanah konservasi selain bermanfaat untuk mengkonservasi kelembaban tanah, menurunkan erosi tanah, menjaga kualitas dan kesuburan tanah, serta mencegah terjadinya degradasi lahan (Peigne *et al.* 2007), juga bisa menekan proses dekomposisi bahan organik tanah, sebagai akibat gangguan mekanis yang menyebabkan kerusakan struktur tanah dapat diminimalisir. Sehingga bahan organik tetap terlindung dalam agregat tanah, sehingga sulit diakses mikroba dan menjadi relatif sulit didekomposisi. Perbaikan aerasi tanah yang umumnya sifatnya sesaat juga bisa menyebabkan oksigen menjadi lebih tersedia, sehingga aktivitas mikroorganisme meningkat, sehingga berdampak terhadap terjadinya percepatan proses dekomposisi bahan organik tanah (Dao 1998; Jastrow *et al.* 1996).

Beberapa hasil penelitian menunjukkan bahwa olah tanah konservasi yang salah satu syaratnya harus dikombinasikan dengan penggunaan mulsa, menunjukkan tingkat sekuestrasi C yang nyata lebih tinggi dibanding sistem olah tanah konvensional, hasil penelitian yang dilakukan di berbagai bagian negara Amerika menunjukkan perbedaan sekuestrasi C berkisar antara 0,27-0,48 t ha⁻¹ tahun⁻¹ dibandingkan dengan cara olah tanah konvensional (Franluebbbers 2005; Johnson *et al.* 2005; Martens *et al.* 2005; Liebig *et al.* 2005). Hasil studi ini mendukung hasil penelitian Yan *et al.* (2006) di Tiongkok yang menunjukkan penerapan tanpa olah tanah pada 50% areal garapan dengan pengembalian sisa tanaman 50% dari total sisa tanaman dapat meningkatkan sekuestrasi C sebesar 32,5 Tg t C atau setara dengan 4% emisi tahunan Tiongkok. Penerapan TOT menghasilkan laju dan keberlanjutan sekuestrasi yang lebih tinggi dibanding hanya menerapkan praktek pengembalian sisa

tanaman. Potensi sekuestrasi bervariasi antar region, tergantung iklim, kondisi tanah, dan produktivitas tanaman.

Aplikasi olah tanah konservasi seringkali dihadapkan pada masalah gulma, sehingga praktek OTK sering dikombinasikan dengan penggunaan obat-obatan seperti herbisida yang tidak diperbolehkan untuk digunakan dalam sistem pertanian organik. Oleh karena itu aplikasi mulsa sisa tanaman menjadi suatu keharusan, sehingga fungsi mulsa bukan hanya untuk meningkatkan pengembalian karbon ke dalam tanah, namun juga untuk pengendalian gulma. Namun demikian, Panday dan Singh (2016) menyatakan beberapa hal yang perlu diantisipasi dari aplikasi sistem OTK, karena meski banyak manfaat yang bisa diambil, namun aplikasi OTK seringkali dihadapkan pada beberapa permasalahan terutama pada masa transisi, apalagi jika struktur tanah tergolong lemah (mudah rusak) menyebabkan tanah mudah memadat sehingga menyebabkan drainase terhambat. Dengan aplikasi bahan organik sebagai sumber utama hara, diharapkan berdampak terhadap penguatan struktur tanah, sehingga masa transisi bisa diperpendek.

Pembakaran biomasa merupakan sumber emisi dari sektor pertanian. Berdasarkan *First Biennial Update Report* (2015), kontribusi emisi yang dihasilkan dari proses pembakaran biomasa adalah sekitar 3% dari total emisi sektor berbasis lahan atau sekitar 3.381,8 Gg CO₂ eq. Dalam sistem pertanian organik pembakaran biomasa tidak diperbolehkan. Oleh karena itu aspek mitigasi lainnya dari sistem pertanian organik adalah tidak dilakukannya pembakaran biomasa. Pembakaran biomasa selain dapat menghasilkan emisi GRK juga menyebabkan penurunan kandungan karbon maupun hara, data pada Tabel 3 menunjukkan perbedaan kandungan C organik pada jerami segar dan jerami yang dibakar. Kandungan C jerami setelah dibakar turun drastis bisa mencapai <1%, demikian pula halnya dengan kandungan hara makro maupun mikro, sehingga fungsi bahan organik baik sebagai sumber karbon maupun hara menurun drastis.

Tabel 3. Perbedaan kandungan C dan hara pada jerami segar dan jerami hasil pembakaran

Parameter	Jerami segar	Jerami hasil pembakaran
	(%)*	
C	35-55	0,71-1,01
N	0,87 -1,35	0,08-0,14
C/N	28-42	7-12
Unsur makro		
P	0,08-0,18	0,006-0,08
K	1,79-1,92	0,021-0,82
Ca	0,24-0,37	0,015-0,31
Mg	0,14-0,19	0,006-0,23
S	0,08-0,15	0,02-0,05
	Ppm	
Unsur mikro		
Fe	559-4080	7-834
Mn	437-1475	21-677
Cu	6-14	0,3-4
Zn	23-38	0,75-87

* kisaran dari 4 sample yang dimabil dari Subang,jateng, Jatim dan bali;
Sumber : Adiningsih dalam Hartatik dan Setyorini (2015)

b. Pengurangan penggunaan bahan bakar fosil

Dalam banyak kasus, sistem pertanian organik menggunakan energi fosil yang lebih kecil dibanding sistem konvensional, baik untuk per satuan luasan lahan maupun per unit pangan yang dihasilkan. Hasil studi yang dilakukan Pimentel *et al.* (2005) menunjukkan energi yang digunakan per satuan luas tanaman jagung dan kedelai dalam sistem pertanian organik 20-30% lebih rendah dibanding sistem konvensional. Menurut Lampkin (2007) rendahnya penggunaan energi dalam sistem pertanian organik sangat ditentukan tidak adanya penggunaan energi pada proses industri pupuk dan pestisida. Pernyataan tersebut diperkuat hasil studi Küstermann *et al.* (2007) yang menunjukkan bahwa tambahan emisi dari sistem konvensional sebanyak 637 kg CO₂ eq ha⁻¹ tahun⁻¹ bersumber penggunaan mesin pada industri hilir pembuatan pupuk mineral N dan pestisida.

Praktek OTK(singkatan apa) dalam sistem pertanian organik juga berkontribusi terhadap pengurangan penggunaan bahan bakar fosil, akibat

penurunan penggunaan alsintan. Hasil penelitian Yan *et al.* (2007) di Tiongkok menunjukkan praktek OTK dapat menghemat penggunaan bahan bakar fosil sebanyak 1,9-3,8 Tg C tahun⁻¹. Pengurangan penggunaan bahan bakar fosil dalam sistem pertanian organik juga bisa terjadi jika dalam sistem pertanian organik terjadi substitusi penggunaan bahan bakar fosil dengan biogas. Oleh karena itu untuk mengoptimalkan fungsi mitigasi pupuk organik dalam sistem pertanian organik, direkomendasikan untuk mengaplikasi biogas, sehingga GRK yang dihasilkan dari proses dekomposisi (khususnya dalam bentuk gas metan) bisa ditangkap dan dimanfaatkan sebagai pengganti bahan bakar fosil, sehingga secara tidak langsung aspek mitigasi dihasilkan dari adanya substitusi bahan bakar fosil, selain itu melalui proses ini, terjadi perubahan bentuk metan menjadi karbondioksida yang mempunyai GWP jauh lebih rendah

PERTANIAN ORGANIK UNTUK PENINGKATAN ADAPTASI TERHADAP PERUBAHAN IKLIM DAN PRODUKTIFITAS LAHAN

Pertanian merupakan sektor yang rentan terhadap perubahan iklim. Sehingga perubahan iklim merupakan salah satu ancaman serius bagi keberlanjutan ketahanan pangan jika tidak mampu beradaptasi terhadap perubahan iklim. Oleh karena itu, selain telah menyusun Rencana Aksi Nasional (RAN) penurunan emisi GRK, Sektor Pertanian juga telah menyusun Rencana Aksi Nasional Adaptasi Perubahan Iklim (RAN API) Sektor Pertanian, yaitu dengan sasaran utama: (1) menghindari penurunan produksi akibat cekaman, keragaman dan perubahan iklim, (2) meningkatkan kapasitas dan sumber pertumbuhan produksi pangan, terutama pada daerah dengan risiko iklim dan dampak lingkungan minimum, (3) Mengurangi permintaan terhadap komoditas pangan yang rentan perubahan iklim dan boros sumber daya (seperti beras) dan mensubstitusi dengan pangan lokal yang lebih tahan dan efisien. Selanjutnya dikemukakan bahwa strategi utama untuk mencapai sasaran tersebut dapat dilakukan melalui: (a) penyesuaian dan pengembangan sistem usahatani terhadap perubahan iklim, (b) perakitan, pengembangan dan penerapan teknologi adaptif terhadap cekaman iklim, dan (c) pengembangandan optimalisasi sumber daya lahan, air dan genetik, dan (d) diversifikasi pangan (Kementrian Pertanian, 2013).

Penerapan sistem pertanian organik dapat dijadikan sebagai salah satu bentuk penyesuaian dan pengembangan sistem usahatani yang berpeluang bisa lebih beradaptasi terhadap perubahan iklim. Perbaikan status bahan organik tanah pada sistem pertanian organik bisa berdampak terhadap perbaikan kualitas tanah baik fisik, kimia, maupun biologi. Perbaikan sifat fisik tanah diantaranya ditandai dengan perbaikan struktur tanah, yang bisa berdampak terhadap peningkatan kemampuan tanah memegang air, sehingga menjadi lebih tahan terhadap kondisi kering, disisi lain porositas tanah juga menjadi baik, sehingga aerasi tanah menjadi optimal, dan drainase bisa berjalan dengan baik sehingga mampu membuang kelebihan air.

Penggunaan mulsa juga bisa meningkatkan daya adaptasi terhadap perubahan iklim ekstrim. Mulsa yang dapat berfungsi sebagai buffer temperature tanah (Agus dan Widiyanto 2004), sangat bermanfaat dalam peningkatan adaptasi pertanian terhadap perubahan iklim. Untuk mendapatkan pengaruh yang signifikan, mulsa harus diberikan dalam jumlah yang memadai. Mulsa yang menutupi permukaan tanah juga bisa menekan kehilangan air melalui evaporasi atau penguapan, sehingga bisa menekan dampak kekeringan yang ekstrim.

Meskipun sistem pertanian organik banyak memberikan dampak positif terhadap lingkungan maupun kualitas produk yang dihasilkan, dan pada beberapa kasus juga lebih menguntungkan (Reganold dan Wachter. 2016), namun dalam banyak kasus tingkat produksi yang dicapai seringkali masih lebih rendah dibanding hasil yang dicapai sistem pertanian konvensional. Hasil penelitian Famia *et al.* (2008) di lima kecamatan di Kabupaten Bantul menunjukkan bahwa dengan menerapkan sistem pertanian padi organik menghasilkan *trend* produksi yang meningkat dari tahun ke tahun, namun tingkat produksinya masih lebih rendah dibanding pada sistem konvensional. Mondelaers *et al.* (2009) dan Tuomisto *et al.* (2012) menunjukkan tingkat produksi pada sistem pertanian organik yang rata-rata 20-25% lebih rendah dibanding sistem konvensional, artinya untuk menghasilkan tingkat produksi yang sama dibutuhkan areal 20% lebih tinggi pada sistem pertanian organik. Ciccarese dan Silliy (2016) menunjukkan perbedaan tingkat produksi pada sistem pertanian organik dan konvensional bervariasi berdasarkan jenis komoditi. Untuk buah organik 3% lebih rendah, *oil seed* rata-rata 10% lebih rendah, sereal dan sayuran rata-rata lebih rendah sekitar 25% dan 35%. Selanjutnya

dinyatakan bahwa tingkat produksi yang lebih rendah pada sistem pertanian organik umumnya berhubungan dengan ketersediaan N dan P yang relatif lebih rendah. Terutama pada tipe tanah tertentu yang membutuhkan masukan hara relatif tinggi, yang mana pada sistem pertanian konvensional bisa dilakukan dengan memberikan pupuk kimia.

Hasil studi jangka panjang di Jerman (Flessa *et al.* 2002) menunjukkan penurunan laju emisi N_2O pada sistem pertanian organik, namun demikian rasio panen terhadap emisi tidak mengalami penurunan secara signifikan. Dengan menggunakan parameter tingkat efisiensi penggunaan input, beberapa pihak menyimpulkan produktivitas sistem pertanian organik masih bersifat kompetitif dibanding sistem konvensional. Mäder *et al.* (2002) menunjukkan peningkatan efisiensi penggunaan input dalam sistem pertanian organik, yakni dengan produksi tanaman yang mengalami penurunan sebanyak 20%, penggunaan input mencapai 50-60% lebih rendah dibanding sistem konvensional. Dalam hubungannya dengan emisi GRK, Nemecek *et al.* (2005) menunjukkan untuk per kg produk, emisi GRK yang dihasilkan pada sistem pertanian organik 18% lebih rendah, meski produksi tanaman yang dicapai 22% lebih rendah dibanding sistem konvensional

PERTANIAN BERBASIS ORGANIK UNTUK MENDUKUNG KEBERLANJUTAN KETAHANAN PANGAN

Salah satu prioritas pembangunan pertanian adalah tercapainya keberlanjutan ketahanan pangan, oleh karena itu dalam menghadapi perubahan iklim, aspek adaptasi masih menjadi prioritas utama sektor pertanian. Namun demikian, sektor pertanian juga tetap berkomitmen untuk melakukan upaya penurunan emisi dengan catatan opsi yang ditempuh tidak mengganggu pencapaian target produksi.

Dalam Rencana Aksi Nasional Mitigasi Perubahan Iklim (RAN-GRK), beberapa pendekatan yang telah disarankan antara lain adalah: (1) Optimalisasi pemanfaatan lahan, karena selain dapat menurunkan tekanan untuk ekstensifikasi ke lahan dengan areal dengan cadangan karbon tinggi, (2) Peningkatan efisiensi penggunaan pupuk dan pestisida, (3) Pemanfaatan pupuk organik dan biopestisida, (3) Pengembangan areal perkebunan (kelapa sawit, karet, kakao) di lahan tidak berhutan atau lahan semak

belukar yang rendah cadangan karbonnya, lahan terlantar dan terdegradasi, (4) Pendaaur-ulangan bahan organik, (5) Pemanfaatan kotoran ternak sebagai bahan baku biogas, dan (6) Pengelolaan lahan gambut secara tepat guna untuk pertanian berkelanjutan.

Berdasarkan beberapa pendekatan RAN GRK sektor Pertanian, sistem pertanian organik belum diusulkan untuk diterapkan secara penuh pada sebagian besar areal pertanian, karena berdasarkan beberapa hasil kajian, rata-rata tingkat produksi yang dicapai masih di bawah capaian sistem konvensional. Karena banyak aspek positif yang bisa didapat dari penerapan sistem pertanian organik, maka beberapa praktek yang diterapkan dalam sistem pertanian organik dijadikan pilihan aksi mitigasi, diantaranya opsi untuk meningkatkan efisiensi penggunaan pupuk dan pestisida, artinya sudah ada upaya pengurangan penggunaan pupuk dan pestisida, namun tidak berdampak terhadap penurunan produksi karena adanya substitusi dengan pupuk organik. Oleh karena itu pendaur-ulangan bahan organik merupakan pendekatan lainnya yang dilakukan dalam RAN GRK. Untuk meningkatkan peran bahan organik dalam mitigasi emisi GRK, biogas dilibatkan dalam praktek pendaur-ulangan bahan organik. Artinya meskipun sistem pertanian organik tidak disebutkan dalam pendekatan RAN GRK namun beberapa opsi yang ditempuh sudah menuju ke sistem pertanian organik atau opsi yang dipilih masih pada tahap sistem pertanian berbasis organik, yaitu tetap mengutamakan penggunaan input organik, namun penggunaan input non organik masih belum ditinggalkan sepenuhnya, atau dalam jumlah yang lebih rendah, sehingga selain bisa berkontribusi terhadap penurunan emisi juga bisa meningkatkan efisiensi penggunaan input pertanian, sehingga keuntungan yang didapat petani bisa meningkat.

Pengembangan sistem pertanian berbasis organik juga merupakan opsi yang bisa ditempuh untuk memulihkan lahan pertanian yang sebagian besar telah mengalami proses degradasi lahan, yang salah satu indikatornya ditunjukkan oleh kemerosotan status bahan organik tanah. Pengembangan sistem pertanian organik (yang menerapkan prinsip pertanian organik secara penuh) tetap dilakukan, namun fokusnya masih untuk mendukung pemenuhan permintaan pasar yang *trend*-nya semakin meningkat dari tahun ke tahun. Belakangan pengembangan sistem pertanian organik juga dilakukan bukan hanya untuk memenuhi pasar

dalam negeri, namun juga sudah diarahkan untuk pemenuhan pasar luar negeri.

Beberapa program pemerintah dalam mendukung sistem pertanian organik diantaranya dilakukan melalui pengembangan seribu desa organik. Untuk mendukung pengembangan sistem pertanian berbasis organik (menuju sistem pertanian organik) beberapa program yang telah dilakukan pemerintah di antaranya adalah dengan memberikan subsidi terhadap pupuk organik (meski sifat subsidinya belum berkelanjutan seperti halnya subsidi yang diberikan pada pupuk anorganik). Namun demikian, ketergantungan petani pada subsidi sebetulnya harus dihindari, selama masih terbuka peluang bagi petani untuk mengadakan pupuk organik secara mandiri.

Sebagai upaya untuk mendukung petani agar bisa mengadakan pupuk organik secara mandiri, pemerintah juga telah mengembangkan dan memperkenalkan petani dengan alat pengolah pupuk organik (APPO), disamping beberapa pelatihan untuk meningkatkan kemampuan petani dalam membuat pupuk organik yang berkualitas. Sampai dengan tahun 2016 jumlah APPO yang telah didistribusikan sekitar 2500 an unit. Selain APPO pemerintah juga telah mengembangkan alat pengolah biogas yang diberi istilah Batamas, sampai tahun 2016 tercapat jumlah batamas yang telah didistribusikan sekitar 1500 an unit. Untuk keberlanjutan pengembangan sistem pertanian berbasis organik, pendampingan terhadap petani perlu terus dilakukan. Evaluasi terhadap berbagai bantuan yang telah diberikan juga perlu dilakukan. Sehingga dapat diketahui azas manfaat dari bantuan-bantuan tersebut dan dapat digunakan sebagai dasar penyusunan program selanjutnya.

PENUTUP

Dalam upaya menghadapi perubahan iklim, penerapan sistem pertanian organik merupakan opsi yang bisa ditempuh, karena selain mampu meningkatkan kontribusi pertanian dalam menekan tingkat emisi GRK, juga mampu meningkatkan daya adaptasi pertanian terhadap perubahan iklim. Namun demikian rata-rata produksi yang dicapai dalam sistem pertanian organik masih lebih rendah dibanding rata-rata produksi sistem pertanian konvensional. Oleh karena itu untuk tidak mengganggu

target produksi nasional, sehingga masih dapat mempertahankan capaian ketahanan pangan, maka opsi yang bisa ditempuh adalah dengan penerapan sistem pertanian “berbasis” organik, yaitu dengan mengadopsi beberapa prinsip pertanian organik namun belum secara penuh, misal penggunaan pupuk an-organik masih dilakukan meski dalam jumlah yang lebih efisien. Demikian pula dengan penggunaan pestisida yang sudah diarahkan pada pemilihan jenis yang lebih ramah lingkungan.

Pengembangan sistem pertanian organik tetap dilakukan, selain untuk memenuhi permintaan pasar yang terus meningkat, baik pasar dalam maupun luar negeri, juga untuk menciptakan sistem pertanian yang lebih ramah lingkungan. Pengembangan inovasi teknologi pertanian organik yang dapat mendukung pencapaian produksi yang lebih tinggi, minimal bisa menyamai sistem konvensional perlu terus dilakukan. Demikian pula untuk mendapatkan alternatif pengganti pupuk dan obat-obatan yang lebih ramah lingkungan. Pendampingan terhadap petani untuk mengembangkan sistem pertanian berbasis organik perlu bersifat berkelanjutan, termasuk pendampingan dalam pengadaan input pertanian untuk mendukung sistem pertanian berbasis organik.

DAFTAR PUSTAKA

- Agus, F., dan Widiyanto, 2004, Konservasi Tanah Pertanian Lahan Kering, Bogor: World Agroforestry Centre ICRAF.
- APPI (Asosiasi Produsen Pupuk Indonesia). 2017. Statistik APPI. www.appi.or.id/?statistic. *Didownload tanggal 6 Juni 2017*.
- Bartol. T. Š. Drnovšek. M. Černič-Istenič. 2005. Scientific and technical information on organic farming: assessment of selected bibliographic indicators in database CAB Abstracts. *Acta agriculturae Slovenica*. 85 – 1:3 – 13. Agris Category Codes: P01. C30. A01.
- Bellarby, J. B. Foereid, A. Hastings, dan P. Smith. 2008. Cool Farming: Climate Impact of Agriculture and Mitigation Potential. Campaigning for Sustainable Agriculture. University of Aberdeen. Greenpeace International. Amsterdam, Netherland.

- Boron, S. 2006. Building Resilience for Inpredictable Future: Hor Organic Agriculture Can Help Farmers Adapt to Climate Change. Food and Agriculture Organization. Rome
- BSN. 2002. Sistem Pangan Organik. SNI 01-6729-2002. Badan Standarisasi Nasional
- BUR Indonesia. Indonesia First Biennial Update Report (BUR). 2015. Under The United Nations Frame Work Convention on Climate Change . Directorate General of Climate Change, Ministry of Environment and Forestry Republic of Indonesia. Manggala Wanabakti Building, Jakarta.
- Chatterjee, R. dan R.K. Thirumdesu. 2015. Climate change mitigation through organic farming in vegetable production. Agriculture and Biological Science Journal 1 (3): 76-82. <http://www.publicscienceframework.org/journal/absj>.
- Ciccarese, L. dan A. Silli. 2016. The role of organic farming for food security: local nexus with a global view. Future of Food: Journal on Food. Agriculture and Society 4 (1): 56-67. Spring.
- Dao,T.H. 1998. Tillage and crop residue effect on carbon carbon dioxide evolution and carbon storage in paleustoll. Soil Sci. Soc. Am.J. 62: 250-256.
- Famia. A. 2008. Development of Organic Rice Farming in a Rural Area. Bantul Regency. Yogyakarta Special Region Province. Indonesia. Journal of Developments in Sustainable Agriculture. 3(2) : 135-148. 1.
- FAO. 2011. Agriculture and Climate Change Organic. A Report of The Round Table on Organic Agriculture and Climate Change Organic. Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). Natural Resources Management and Environment Department. Rome. November 2011
- FiBL dan IFOAM. 2017. The World Organic Agricukture. Statistic and Emerging Trend 2017. International Trade Centre Swiss Confederation. Biofach into Organic.
- Flessa, H., R. Ruser, P. Dorsch, T.Kamp, M.A. Jimene,J.C. Munch, F. Beese. 2002. Integrated evaluation of green house gas emission ©2,

- CH₄, N₂O) from two farming systems in Southern Germany. *Agriculture Ecosystem and Environment*, 91 (1-3):175-189. Elsevier. [http://doi.org/10.1016/S0167-8809\(01\)00234-1](http://doi.org/10.1016/S0167-8809(01)00234-1).
- Franzluebbers, A. J. 2005. Soil organic carbon sequestration, Green house Gas Emission in The Southeastern USA. *Soil and Tillage Research*, 83: 120-142.
- Gattinger, A. , A. Muller, M. Haeni, C. Skinner. N. Fliessbach, N. Buchmann. P. Mäder. M. Stolze. , P. Smith, N.E-H. Scialabba, and U. Niggli. 2012. Enhanced top soil carbon stocks under organic farming. *PNAS*. 109 (44):18226-18231. [www.pnas.org/cgi/doi/ 10.101073/pncs.1209429109](http://www.pnas.org/cgi/doi/10.101073/pncs.1209429109)
- Gribaldi. 2009. Pertanian Organik dan Teknologi Pendukungnya. *AgronomiS*. 1 (2): 19-24.
- Hartatik, W. dan D. Styorini. 2015. Pengelolaan lahan dan budidaya padi sawah dalam sistem pertanian organik. Hlm. 113-140 *dalam* Sistem Pertanian Organik Mendukung Produktivitas Lahan berkelanjutan (Eds. Rchman *et al.*). Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian. IAARD PRESS.
- Husnain, D. Nursyamsi, dan J. Purnomo. 2015. Penggunaan bahan agrokimia dan dampaknya terhadap pertanian ramah lingkungan. Hlm. 7-46 *dalam* Pengelolaan Lahan pada Berbagai Ekosistem Mendukung Pertanian Ramah Lingkungan. AARD-PRESS
- IFOAM. 2009. One Earth, Many Hands. 2008 Annual Report. International Federation of Organic Movement. Trial Count, Bonn.
- IFOAM. 2005. Principles of Organic Agriculture. IFOAM General Assembly. Adelaide. Biocert.or.id/infoguide-info.php?id=76-23k 25 September 2007.
- IPCC (Intergovernmental Panel of Climate Change). 2007. Climate Change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change (Parry, M.L., O.F. Canziani, J.P. Palutikof, P.J. van der Linden, C.E. Hanson (eds.)). Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.

- IPCC (Intergovernmental Panel of Climate Change). 2014. Climate Change 2014. Syntesis Repport. (R.K. Pachauri dan L. Meyer (*Eds*)). A Report of The Intergovernmental Panel on Climate Change. UNEP. WMO.
- Johnson, J.M.F, D.C. Reicosky, R.R. Almars, T.J. Sauer, R.T. Venterea, C.J. Dell. 2005. Green house gas contribution and mitigatin potential of agriculture in Central USA. *Soil and Tillage Research*, 83:120-142.
- Kementerian Petanian. 2015. Rencana Strategis Kementrian Pertanian 2015-209. Kementerian Pertanian Republik Indonesia. Jakarta.
- Khan, S. A., Mulvaney, R. L., Ellsworth, T. R., dan Boast, C. W. The Myth of Nitrogen Fertilization for Soil Carbon Sequestration. 2007. *J. Environ. Qual.* 36:1821-1832.
- Küstermann. B., M. Kainz. K.J. Hülsbergen. 2008. Modeling carbon cycles and estimation of greenhouse gas emissions from organic and conventional farming systems. *Renewable Agriculture and Food Systems* 23: 38-52.
- Lernoud, J. dan H. Willer. 2017. Current statistics on oganik worldwide: Area, options,and Market. Hlm. 36-75 *dalam* The world Organic Agriculture. Statistic and Emerging Trends 2017. International Trade Centre. Swiss Confederation. Biofach into Organic.
- Liebeg, M.A., J.A. Morgan, J.D. Reeder, B.H. Ellert, H.T. Gollany, dan G.E. Schuman. 2005. Greenhouse gas emission and mitigation contribution of agriculture practices in Nortwestern USA and Western Canada. *Soil Tillage Research*, 83(1): 25-52.
- Maeder, P., A. Fliessbach, D. Dubois, L. Gunst, P. Fried, U. Niggli. 2002. Soil fertility and biodiversity in orgnic farming. *Science*, 296 (5573): 1694-1697. DOI: 10.1126/science.10711148.
- Martens, D.E. , W.E. Emmerich, J.E.T. McLain, T.N. Johnsen. 2005. Atmospheric carbon mitigation potential of agriculture management in The Southwestern USA. *Soil Tillage Research*, 83(1): 95-115.
- Maryowani,H. 2012. Engembangan pertanian organik di Indonesia. *Forum Penelitian Agro-Ekonomi.* 30 (2): 91-108.

- Meisterling, K., C. Samaras, dan V. Schweizer. 2009. Decisions to reduce green house gases from agriculture and product transport: LCA case study of organic and conventional wheat. *Journal of Cleaner Production*. 17: 222–230. Elsevier. doi:10.1016/j.jclepro.2008.04.009.
- Modelaers, K. J. Aertsens, dan G.V. Huylenbroech. 2009. A metanalyses of differenes in environmental impact between organic and convensional farming. *British Food Journal*, 111 (10): 1098-1119. <http://doi.org/10.1108/00070700910992925>.
- Nemecek, T., D. Dubois, O. Huguenin, E.G. Gaillard. 2011, Lifecycle assessment of Swiss farming systems: I. Integrated and organic farming. *Agriculture Systems*, 104 (3): 217-232. <http://doi.org/10.1016/j.agry.2010.10.002>
- Panday. J. dan A. Singh. 2012. Opportunities and constrain organic farming an India persfective. *Journal Scientific*. 56:47-72. Banaras Hindu University. Varanasi
- Peigne. J.. B.C.Ball. J. R. Estrade.dan C.David. 2007. Is conservation tillage suitable for organic farming? a review. *Soil Use and Management*. British Society of Soil Science. doi: 10.1111/j.1475-2743.2006.00082.x.
- Pimentel, D., P. Hepperly, J. Hanson, d. Douds, and R. Seidel. 2005. Environmental, energic, and economic comparison of organic and convensional farming systems. *Biosciences* 55(7):573-582. [http://doi.org/10.1641/0006-3568\(2005\)055\(0573.EIA\(0\)2.0Co;2](http://doi.org/10.1641/0006-3568(2005)055(0573.EIA(0)2.0Co;2)
- Reganold, J.P. dan J.M. Wachter. 2016. Organic agriculture in the twenty first century. *Nature Plant Article*, 15211. Doi:10.1038/inplant.2015.221.
- Rochayati, S. dan Husnain. 2015. Pengembangan Pertanian Organik di Indonesia. Hlm. 53-62. *dalam* Sistem Pertanian Organik Mendukung Produktivitas Lahan berkelanjutan (Eds. Rchman *et al.*). Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian. IAARD PRESS.
- Setyanto, P. A. Wihardjaka, R. Kartikawati. 2013. Inovasi teknologi pertanian untuk mitigasi dan adaptasi terhadap perubahan iklim.

- Hlm. 215-265 *dalam* Politik Pembangunan Pertanian menghadapi Perubahan Iklim. IAARD-PRESS.
- Setyorini, D. 2015. Pupuk Organik untuk Budidaya Pertanian Organik. Hlm. 23-52 *dalam* Sistem Pertanian Organik Mendukung Produktivitas Lahan berkelanjutan (Eds. Rahman *et al.*). Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian. IAARD PRESS.
- Susanto, I.R. 2015. Sustainable organic farming for environmental health: A social development model. International Journal of Scientific and Technology Research. 4 (05).
- Sutton dan Bleeker 2013, Environmental Science: The shape of nitrogen to come. Nature. doi:10.1038/nature11594.
- Tuomisto, H.L., I.D. Hodge, P. Riordan, D.W. Macdonald. 2012. Does organic farming reduce environmental impact? A meta-analysis of European research. Journal of Environmental Management, 112:309-320. Elsevier. <http://doi.org/10.1016/j.jenvman.2012.08.018>.
- UNDP. 2007. Sisi Lain Perubahan Iklim. Mengapa Indonesia Harus Beradaptasi untuk Melindungi Rakyat Miskinnya. United Development Programme Indonesia. UNDP Indonesia Country Office, Jakarta.
- Venkat. K. 2012. Comparison of Twelve Organic and Conventional Farming Systems: A Life Cycle Greenhouse Gas Emissions Perspective. Journal of Sustainable Agriculture. 36:620–649. Taylor & Francis Group. LLC. ISSN: 1044-0046 print/1540-7578 online. DOI: 10.1080/10440046.2012.672378
- Willer, H. and J. Lernoud. 2017. The world of organic Agriculture 2017. *In* Willer H. dan J. Lernoud (Eds). The World of Organic Agriculture Statistics and Emerging Trends 2017. FiBL Forschungsinstitut für biologischen Landbau/Research Institute of Organic Agriculture) and IFOAM (The International Federation of Organic Movement) Organic International. Switzerland.

MEMBANGUN DATABASE MENDUKUNG ASURANSI PERTANIAN DALAM RANGKA MENGHADAPI PERUBAHAN IKLIM

Rizatus Shofiyati dan Sahat M. Pasaribu

PENDAHULUAN

Perubahan iklim merupakan suatu fenomena yang ditandai dengan berubahnya pola iklim dunia yang mengakibatkan terganggunya kelangsungan hidup manusia, dan tanaman. Pertanian merupakan sektor yang rawan terdampak terhadap perubahan iklim. Pengaruh perubahan iklim ini terjadi karena menurunnya sumber daya (lahan dan air), infrastruktur pertanian (irigasi) hingga produksi melalui produktivitas, luas tanam dan panen. Dampaknya akan mengancam ketahanan pangan nasional.

Pertanian yang merupakan sektor yang rentan terhadap perubahan iklim, sehingga perlu mendapat perlindungan dari peluang kegagalan. Asuransi pertanian merupakan salah satu alternatif perlindungan terhadap petani. Asuransi pertanian berkembang pesat di negara-negara maju dan cukup efektif untuk melindungi petani dari kegagalan panen yang berasal dari kejadian perubahan iklim ekstrem dan serangan hama penyakit tanaman.

Sebenarnya perjalanan program asuransi pertanian di Indonesia sudah cukup lama. Sejak tahun 1982 telah tiga kali, yaitu 1982, 1984, dan 1985, dibentuk Kelompok Kerja Persiapan Pengembangan Asuransi Panen. Tahun 1999 dilakukan pengembangan Asuransi Pertanian (Sumaryanto dan Nurmanaf, 2007). Akan tetapi menurut Pasaribu (2013), tahap implementasi atau uji coba secara resmi baru dilakukan pada akhir tahun 2015 melalui program Asuransi Usaha Tani Padi (AUTP), disusul tahun 2016 Asuransi Usaha Tani Sapi (AUTS), dan akan terus dikembangkan hingga 2019.

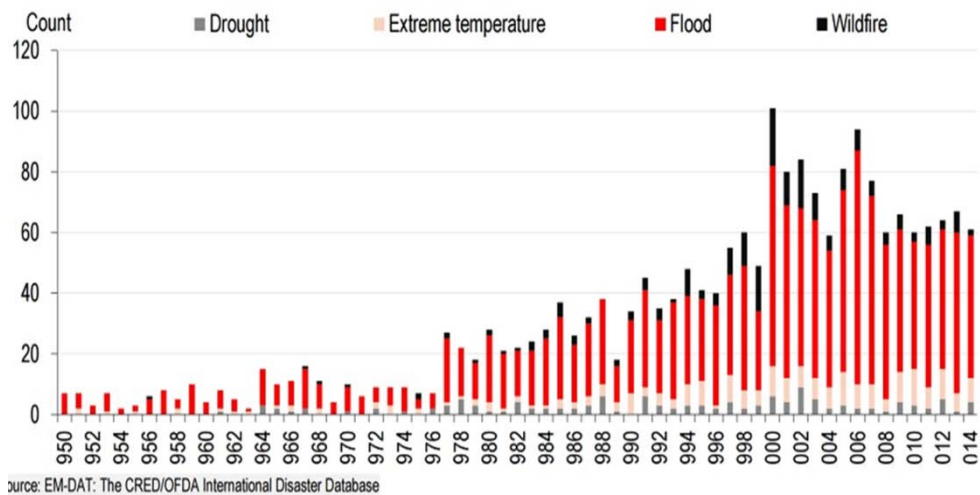
Ketersediaan data dan informasi, serta teknologi sangat diperlukan untuk mempercepat pemantauan tanaman pertanian. Oleh karenanya perlu dibangun database pertanian dan dukungan teknologi untuk program

asuransi pertanian di Indonesia. Pemerintah memerlukan sistem database pertanian pada setiap tingkat administrasi di Indonesia untuk mendapatkan informasi faktor - faktor risiko di tingkat petani. Database ini harus mampu menyediakan informasi untuk pengambilan keputusan yang dapat membantu program asuransi pertanian di Indonesia. Data tersebut dapat membantu proses bisnis Asuransi Pertanian yang sedang berjalan, untuk monitoring risiko klaim yang terjadi di provinsi dan kabupaten (Suhendra *et al.* 2013). Dukungan teknologi penginderaan jauh juga diperlukan untuk mempercepat pemantauan tanaman pertanian melalui pemetaan resiko pertanian. Teknologi penginderaan jauh yang mempunyai kemampuan dapat memberikan informasi secara keruangan resolusi tinggi sampai rendah, berseri waktu (histori dan *real time*), berbagai sensor (optik dan SAR), bisa membantu mempercepat tahapan proses pada program asuransi pertanian.

Dalam tulisan ini disajikan pentingnya dukungan database pertanian untuk asuransi pertanian dalam menghadapi perubahan iklim.

DAMPAK PERUBAHAN IKLIM TERHADAP PERTANIAN

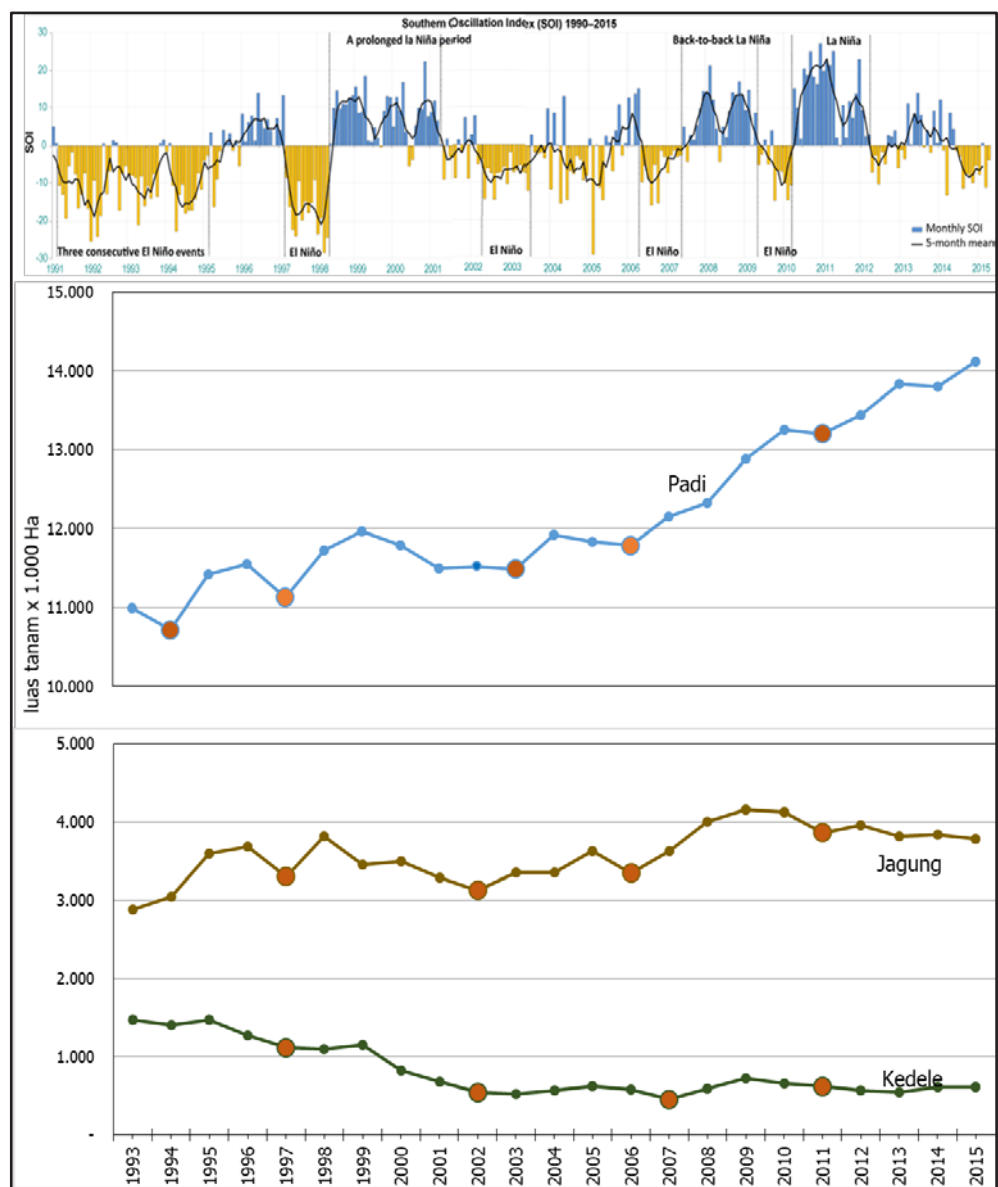
CRED/OFDA International Disaster Database (2015) melaporkan bahwa seperti yang digambarkan pada grafik (Gambar 1), perubahan iklim menyebabkan meningkatnya frekuensi kekeringan, banjir, suhu ekstrem, dan kebakaran. Kejadian iklim ekstrim yang menimbulkan bencana kekeringan dan banjir telah meningkat secara konsisten di Indonesia (Boer dan Perdinan, 2008). Banjir khususnya di lahan sawah semakin sering terjadi. Menurut Boer (2012), berdasarkan data Badan Nasional Pengendalian Bencana, dalam periode 2001 – 2004 telah terjadi 530 bencana banjir di berbagai wilayah di Indonesia dan cenderung terjadi peningkatan jumlah daerah yang mengalami banjir. Dalam periode 1844-1960 kejadian kemarau panjang yang menyebabkan bencana kekeringan terjadi dengan frekuensi satu kali dalam empat tahun. Frekuensinya meningkat menjadi 1 kali dalam 2-3 tahun dalam periode 1961-2006 (Boer *et al.*, 2007). Fenomena El Nino telah terjadi sebanyak lebih dari 75% kejadian (Boer dan Subbiah, 2005).



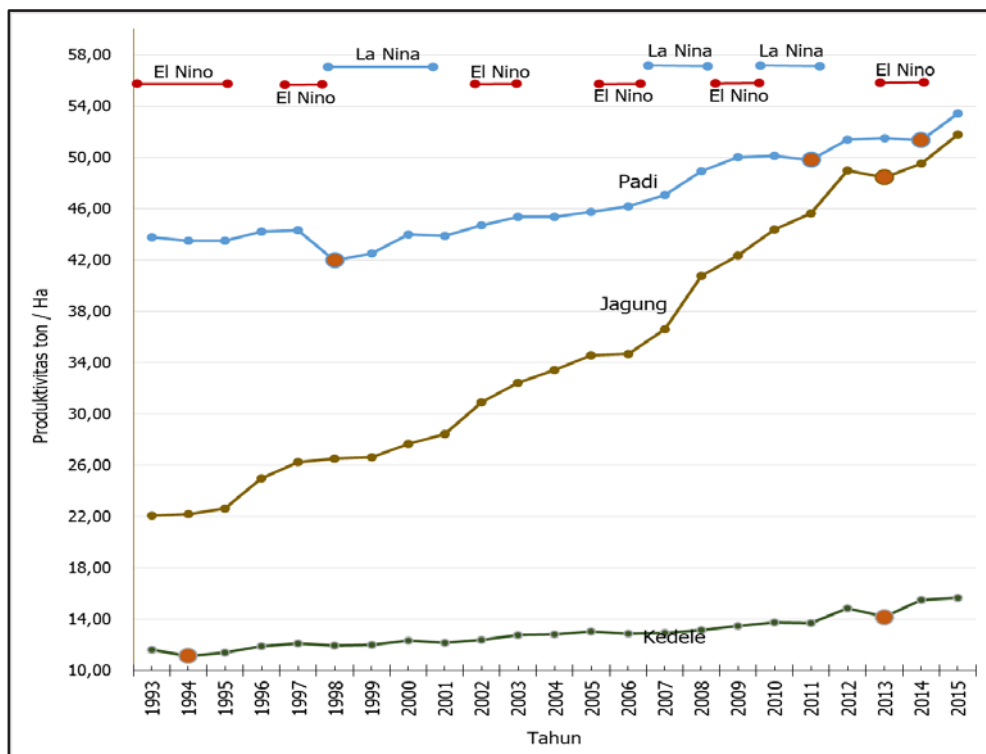
Gambar 1. Frekuensi bencana di dunia (1950 – 2014)

Pertanian merupakan sektor yang rentan terhadap perubahan iklim karena berpengaruh terhadap pola tanam, waktu tanam, indeks pertanaman, produksi dan kualitas hasil. Perubahan iklim akibat adanya kekeringan, banjir, dan serangan OPT berdampak terhadap produksi tanaman melalui menurunnya luas panen dan produktivitas tanaman. Perubahan jumlah dan pola curah, serta pergeseran musim berpengaruh terhadap pola dan waktu tanam serta intensitas pertanaman (Badan Litbang Pertanian, 2011). Menurut Las *et al.* (2008), iklim ekstrim dapat menyebabkan: (a) kegagalan panen dan tanaman, penurunan indeks pertanaman yang berujung pada penurunan produktivitas dan produksi; (b) kerusakan sumber daya lahan pertanian; (c) peningkatan frekuensi, luas, dan intensitas kekeringan; (d) peningkatan kelembaban; dan (e) peningkatan intensitas gangguan Organisme Pengganggu Tanaman (OPT). Sedangkan menurut Sumaryanto (2012), dampak perubahan iklim terhadap pertanian bersifat langsung dan tidak langsung dan mencakup aspek biofisik maupun sosial ekonomi. Dampak biofisik antara lain mencakup: (i) efek fisiologis pada tanaman maupun ternak/ikan, (ii) perubahan sumber daya lahan dan air, (iii) meningkatnya gangguan OPT, dan (iv) peningkatan permukaan laut dan salinitas, dan sebagainya. Dampak sosial ekonomi lain meliputi: (i) turunnya produktivitas dan produksi, (ii) fluktuasi harga

komoditas pangan, (iii) meningkatnya jumlah penduduk rawan pangan, dan sebagainya.



Gambar 2. Luas tanam pajale di Indonesia (1993 – 2015)



Gambar 3. Produktivitas pajale di Indonesia (1993 – 2015)

Berdasarkan data BPS (1993 – 2015) yang disajikan pada Gambar 2 dan Gambar 3, El-Nino dan kekeringan berdampak lebih dominan terhadap penurunan luas areal panen seluruh komoditas dibanding terhadap penurunan produtivitas. Rata-rata untuk tingkat nasional penurunan luas areal panen seluruh komoditas pangan 0,25-11.25 %, sedangkan produktivitas mengalami penurunan 0,08-2,27 %. Data nasional menunjukkan bahwa pada tahun El Niño, luas tanaman padi yang terkena kekeringan berkisar antara 300-850 ribu ha. Pada tahun La Niña, luas tanaman padi yang terkena banjir berkisar antara 200-350 ribu Ha. Luas areal padi sawah terkena kekeringan meningkat dari 0.3-1,4% menjadi 3,1-7,8% kejadian El Niño. Sedangkan saat La Niña, areal yang puso meningkat dari 0.004-0,41% menjadi 0.04-1,87% dan yang terkena banjir dari 0.75-2,68% menjadi 0,97-2,99%. Penurunan produksi akibat banjir dan kekeringan meningkat dari 2,4-5% menjadi lebih dari 10% (Badan Litbang Pertanian, 2011).

Indonesia sebagai negara agraria akan menderita akibat perubahan iklim terutama kekeringan dan banjir, karena fenomena ini akan menurunkan produksi pangan dan kapasitas produksi. Indonesia akan memiliki masalah serius akibat perubahan iklim jika tidak segera dilakukan penanganan teknis maupun non teknis melalui kebijakan yang dilakukan. Hasil kajian FAO (2005) menunjukkan variabilitas dan perubahan iklim mempengaruhi 11% lahan pertanian di negara-negara berkembang yang dapat mengurangi produksi bahan pangan.

ASURANSI PERTANIAN DAN PERMASALAHANNYA

Usaha pertanian merupakan sektor yang rentan terhadap perubahan iklim dan dihadapkan pada risiko ketidakpastian yang cukup tinggi. Oleh karenanya diperlukan perlindungan bagi petani dengan memberikan jaminan bagi petani dari kerusakan tanaman atau gagal panen; menyediakan modal kerja; menghindari kredit dari pelepas uang; dan meningkatkan kinerja usaha pertanian. Asuransi pertanian menjadi penting sebagai upaya untuk melindungi petani. Asuransi Pertanian merupakan instrumen kebijakan pembangunan pertanian untuk melindungi petani dan usaha pertanian.

Kebijakan perlindungan usahatani diamanatkan oleh UU No. 19/2013 tentang Perlindungan dan Pembiayaan Petani. Perlindungan usahatani semakin penting untuk merespon dampak perubahan iklim global terhadap keberhasilan usaha pertanian. Kementerian Pertanian akan terus melaksanakan pembangunan pertanian pada 7 (tujuh) komoditas utama, yaitu padi, jagung, kedelai, tebu, sapi, cabai, dan bawang merah (Kementerian Pertanian, 2015). Diantara instrumen kebijakan yang saat ini mendapatkan perhatian dan terus disosialisasikan adalah program asuransi pertanian. Program asuransi usahatani padi dan ternak sapi kini telah berlangsung dan semakin diminati petani/peternak dan semakin membutuhkan berbagai inovasi terapan sebagai pendukung teknis dalam pengembangannya.

Berbagai jenis asuransi pertanian, dimana menurut Insyafiah dan Indria Wardhani (2014) terdapat tiga jenis asuransi, yaitu :

- 1) Asuransi tanaman berbasis ganti rugi (Indemnity-based crop insurance) :

- a. Asuransi dengan risiko bernama (named peril insurance)
 - b. Asuransi tanaman dengan beberapa risiko (multi peril crop insurance/MPCL)
- 2) Asuransi tanaman berbasis indeks (Index-based crop insurance) :
- a. Asuransi berdasarkan hasil dalam suatu wilayah (area-yield insurance)
 - b. Asuransi berdasarkan iklim (weather insurance)
- 3) Asuransi pertanian yang lain :
- a. Asuransi ternak (livestock insurance)
 - b. Asuransi perikanan (aquaculture insurance)
 - c. Asuransi Perkebunan (forestry insurance)
 - d. Asuransi rumah kaca (greenhouse insurance)

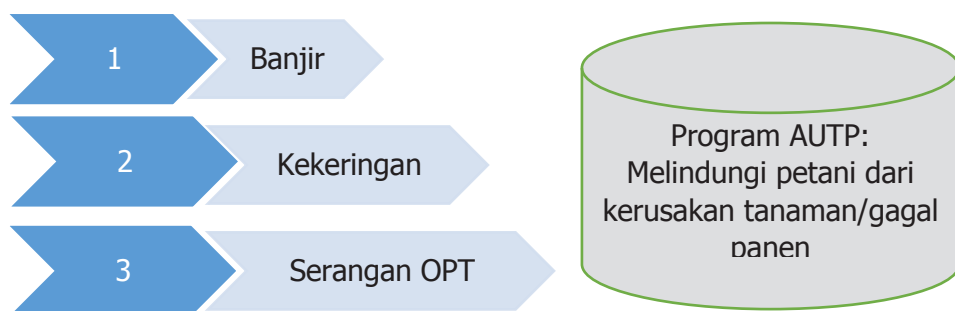
Dalam pelaksanaannya asuransi pertanian masih mengalami berbagai permasalahan. Keterbatasan dalam pemrosesan asuransi pertanian merupakan salah satu permasalahan yang sering terjadi, dimana periode antara tanggal penerbitan notifikasi dan cut off date yang pastinya tidak mencukupi bagi petani untuk mengetahui dan memilihnya.

Asuransi pertanian telah diterapkan di beberapa negara berkembang seperti Argentina, Brazil, Cyprus, India, Malaysia, Mauritius, Philippines, Syria, Windward Islands (Robert, 2005) dan negara maju seperti Cina (Colea dan Gibson, 2010). Di beberapa negara maju yang telah memanfaatkan asuransi pertanian, permasalahan terjadi dengan tidak ada standar pemberitahuan tetap. Setiap wilayah mengeluarkan notifikasi dengan caranya sendiri yang sekali lagi menghambat proses penyiaran informasi ini kepada petani yang berada jarak jauh. Sementara di negara-negara berkembang, permasalahan yang sering terjadi adalah penyelesaian klaim memerlukan waktu yang lama, membutuhkan tenaga penilai yang banyak yang menyebabkan tingginya biaya administrasi, terutama untuk verifikasi ke lapangan ketika gagal panen, dan tinggi moral hazard di lapangan. Oleh karenanya, asuransi pertanian ini memerlukan banyak data yang berkualitas tinggi dan biaya investasi yang tinggi, misalnya biaya mesin pencatat curah hujan/iklim di beberapa wilayah.

Di Indonesia, skim asuransi usahatani padi (AUTP) yang saat ini dilaksanakan mengadopsi model berdasarkan biaya pengeluaran usahatani (indemnity-based) dengan tingkat kerusakan tanaman padi (yang

ditanggung) mencapai 75% per unit luasan dan nilai pertanggungan sebesar Rp. 6 juta/ha/musim tanam. Nilai premi sebesar Rp. 180.000/ha/musim tanam (3% dari nilai biaya produksi yang ditetapkan sebesar Rp. 6 juta/ha), nilai pertanggungan diatas diduga sudah cukup memadai. Dalam kaitan ini, luas lahan yang diajukan sebagai obyek yang ditanggung oleh setiap peserta program AOTP menjadi salah satu faktor yang sangat penting yang perlu didukung oleh ketersediaan teknologi.

Program AOTP dilaksanakan untuk melindungi petani dari risiko kerugian akibat banjir, kekeringan, dan atau serangan organisme pengganggu tumbuhan (OPT) (Gambar 5). Program ini diharapkan dapat membantu petani menyediakan modal kerja pokok (*initial working capital*) untuk memulai kembali kegiatan usahatani tanpa harus mencari pinjaman kepada pelepas uang yang berbunga tinggi. Petani akan merasa tenang melaksanakan kegiatan usahatani karena jaminan ketersediaan biaya usahatani jika terjadi risiko kerusakan tanaman/gagal panen.



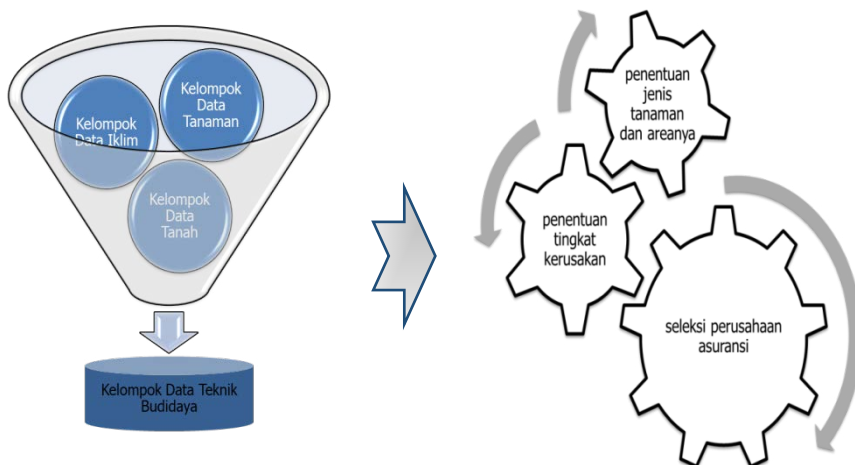
Gambar 5. Skim AOTP melindungi petani dari kerusakan tanaman

DATABASE ASURANSI PERTANIAN UNTUK PERUBAHAN IKLIM

Menurut Organisasi Pangan dan Pertanian PBB, FAO (2017), informasi tentang keadaan dan kesehatan biofisik lahan sebagai faktor utama untuk menghasilkan produktivitas tanaman berkelanjutan merupakan sebuah ukuran yang akan membantu mengurangi perubahan iklim. Informasi biofisik lahan memperkuat kapasitas adaptasi terhadap perubahan iklim dan mitigasi dampak negatifnya terhadap sektor pertanian. Bencana-bencana, seperti kekeringan dan banjir, hama dan penyakit tanaman, penggenangan pantai, naiknya kadar garam, serta

pengikisan lapisan tanah yang terjadi akibat perubahan iklim, dapat mengancam ketahanan pangan lokal. Faktor biofisik, genetik, dan pengelolaan merupakan tiga faktor utama yang terpengaruh dengan adanya perubahan iklim. Gangguan yang terjadi pada faktor biofisik dan genetik dapat diatasi melalui teknologi dan pengelolaan pertanian yang beradaptasi terhadap perubahan iklim.

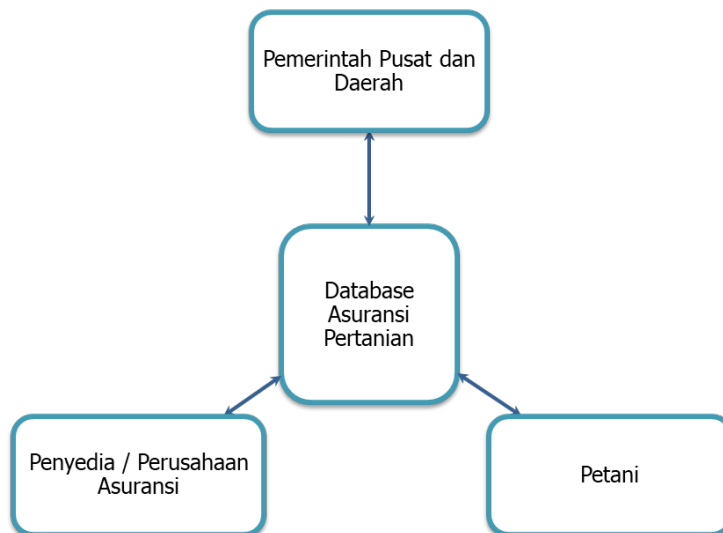
Database informasi kondisi lahan pertanian termasuk petaninya juga dapat digunakan untuk merampingkan proses dan mengotomatisasi fungsi administratif. Input yang diperlukan oleh sebuah database asuransi pertanian dapat dikelompokkan ke dalam empat kelompok yaitu: kelompok data iklim, kelompok data tanah, kelompok data tanaman dan kelompok data teknik budidaya. Dari keempat kelompok tersebut, data iklim merupakan kelompok data yang sangat dinamis dan memiliki variasi yang sangat tinggi, tidak hanya secara spasial tetapi juga secara temporal. Kelompok data kedua yang dinamis adalah data tanaman atau kondisi tanaman. Penampilan suatu tanaman dari waktu ke waktu dan dari suatu tempat sangat bervariasi terutama karena adanya variasi iklim secara temporal dan spasial. Sedangkan data tanah lebih konstan dimana perubahannya nya relatif tidak terlalu cepat atau besar, kecuali jika terjadi bencana seperti tanah longsor, gunung meletus, tsunami, dan lain-lain. Adapun kelompok data teknik budidaya mengikuti ketiga kelompok lainnya.



Gambar 6. Kelompok data dan manfaatnya dalam asuransi pertanian

Database yang berisi informasi terpadu memberikan kesempatan bagi pengambil kebijakan, pengelola pertanian dan jasa asuransi, maupun petani untuk dapat dimanfaatkan dalam mendukung layanan asuransi pertanian. Database asuransi pertanian ini sudah sangat dibutuhkan, karena dapat mempercepat pengiriman layanan, menyatukan database terfragmentasi, mencapai satu tampilan data, mengurangi atau bahkan menghilangkan proses manual. Dengan demikian pemerintah dan pengelola asuransi pertanian dapat memberikan layanan asuransi kepada petani lebih cepat dari sebelumnya.

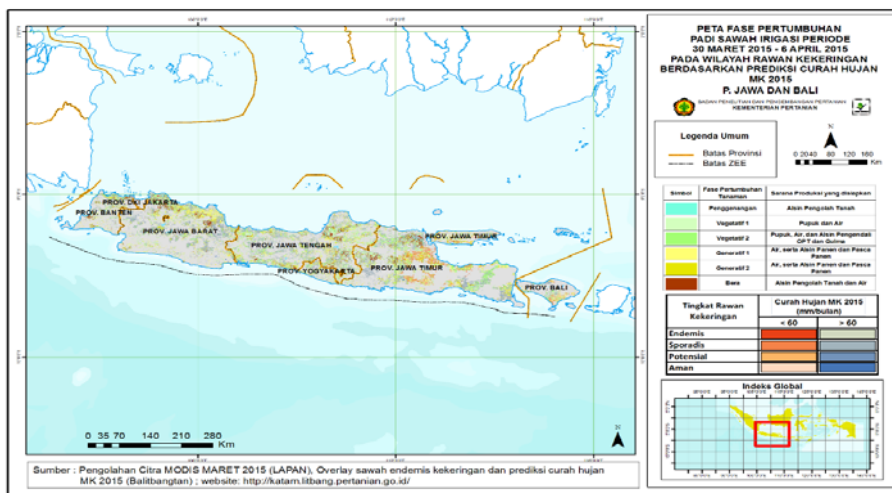
Terdapat tiga komponen yang bisa memanfaatkan database asuransi pertanian, yaitu 1) penentuan jenis tanaman dan areanya, 2) penentuan tingkat kerusakan, dan 3) seleksi perusahaan asuransinya (terkait dengan penawaran premi dan klaim). Melalui database asuransi pertanian, pemerintah (pemberi subsidi) dan petani dapat memanfaatkan informasi yang tersedia untuk melakukan tiga hal tersebut. Manfaat database asuransi pertanian dapat memberikan solusi pada pengguna pada tiga tingkat, yaitu : 1) Pemerintah Pusat dan Daerah, 2) Penyedia atau Perusahaan Asuransi, dan 3) Petani. Ketiga pengguna tersebut dapat juga berperan sebagai menyuplai data pada database asuransi pertanian.



Gambar 7. Pengguna dan Pensuplai data pada database asuransi pertanian

Database asuransi pertanian dapat digunakan untuk memetakan resiko pertanian, sehingga dapat membantu proses bisnis asuransi pertanian yang sedang berjalan. Selanjutnya klaim yang terjadi di provinsi dan kabupaten dilakukan atau dipantau melalui pemetaan risiko klaim. Dalam sistem database dapat dikembangkan pendaftaran dan klaim asuransi pertanian secara online dan dapat memberikan informasi secara interaktif kepada pengguna.

Beberapa database informasi pertanian yang dapat dikembangkan atau dimanfaatkan untuk mendukung asuransi pertanian telah dikembangkan di Badan Litbang Pertanian. Database tersebut dibangun dalam bentuk Sistem Informasi berbasis Web-GIS yang mempermudah pengguna untuk mendapatkan informasi baik secara spasial, maupun seri waktu. Sistem Informasi KATAM (Kalender Tanam) dan SC (Standing Crop) merupakan sistem informasi yang berisi database pertanian. Informasi yang disajikan pada kedua sistem tersebut berupa kondisi lahan pertanian yang diperoleh dari citra satelit dan prediksi kondisi iklim yang akan terjadi. Kombinasi dari kedua sistem tersebut dapat digunakan untuk memantau wilayah-wilayah yang sudah terdampak atau potensi terkena kekeringan atau banjir, atau kemungkinan serangan OPT. Data yang tersedia dapat digunakan mendukung asuransi pertanian. Salah satu peta hasil integrasi KATAM dan SC yang disajikan dalam bentuk spasial (Gambar 8).



Gambar 8. Peta Integrasi Standing Crop dari citra satelit dan Kalender Tanam (KATAM, 2015)

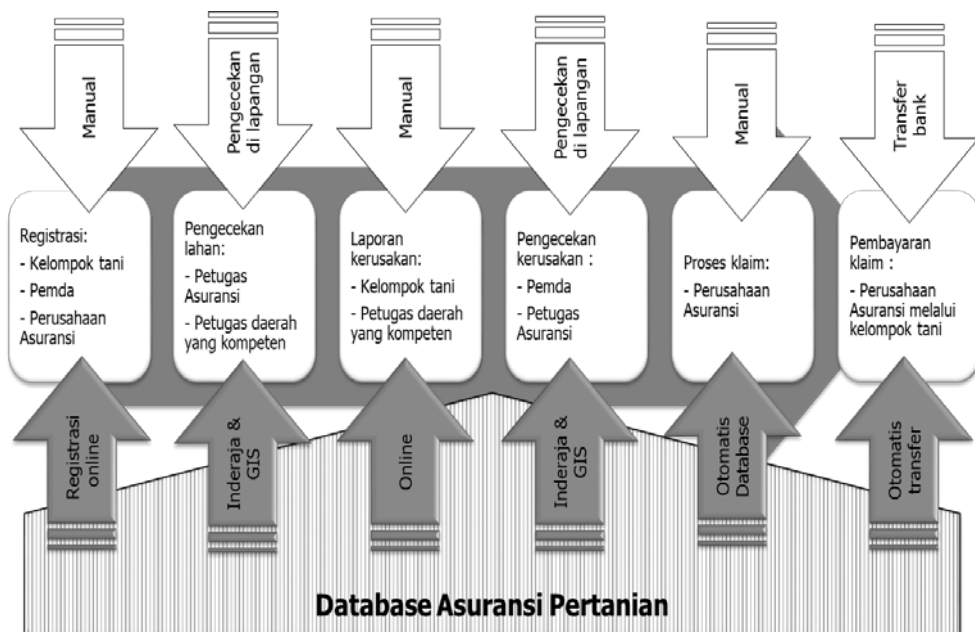
TEKNOLOGI PENGINDERAAN JAUH UNTUK MENDUKUNG DATABASE ASURANSI PERTANIAN

Program asuransi pertanian pada dasarnya memindahkan risiko ke pihak lain yang tidak mengalami kerugian melalui kegiatan asuransi. Dengan mekanisme pelaksanaan yang disepakati, sejak pendaftaran kepesertaan per kelompok hingga pengumpulan premi (20% berasal dari petani), luas areal yang diajukan untuk diasuransikan harus sah (data validity). Harus diakui bahwa validitas data tentang luas areal yang diajukan petani, termasuk luas pada petak alami diduga tidak diperiksa dengan baik dan belum menjadi bagian yang penting sebagai data dasar yang memengaruhi kelancaran pelaksanaan skim asuransi pertanian.

Risiko dan ketidakpastian usaha pertanian akibat perubahan iklim global memerlukan adopsi dan adaptasi dengan adanya inovasi dan teknologi. Penginderaan jauh merupakan salah satu teknologi yang bisa dimanfaatkan untuk Asuransi Pertanian (Herbold, 2014, Setiyono dan Nelson, 2014). Terdapat beberapa jenis asuransi pertanian yang bisa memanfaatkan teknologi penginderaan jauh, yaitu asuransi tanaman berbasis ganti rugi, asuransi tanaman berbasis indeks, dan asuransi perkebunan. Skema asuransi pertanian menggunakan teknologi penginderaan jauh disajikan pada Gambar 9. Penggunaan penginderaan jauh dapat mempercepat beberapa tahapan proses pada asuransi pertanian, antara lain saat pengecekan luas lahan saat pendaftaran dan klaim.

Beberapa negara seperti Amerika Serikat, Canada dan Jepang telah memanfaatkan teknologi indera untuk asuransi pertanian berbasis indeks (Smith dan Watts, 2010). Indeks Vegetasi dan Indeks Curah Hujan yang digunakan di Amerika Serikat untuk asuransi pertanian menggunakan teknologi indera. Indeks Vegetasi (VI) didasarkan pada data U.S. Geological Survey's Earth Resources Observation and Science (EROS) Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) yang dianalisis dari data satelit yang mengamati perubahan jangka panjang kondisi kehijauan vegetasi di permukaan bumi sejak tahun 1989. Indeks lainnya yang menggunakan citra satelit adalah Indeks Curah Hujan (RI). Indeks ini didasarkan pada data cuaca yang dikumpulkan dan dipelihara oleh Pusat Ramalan Cuaca National Oceanic (NOAA). Indeks tersebut mencerminkan jumlah curah hujan yang diterima relatif terhadap rata-rata jangka panjang untuk area dan kerangka waktu tertentu. Kedua indeks tersebut dapat

membagi pola cuaca yang berbeda pada negara tersebut menjadi enam wilayah, dengan petunjuk yang tersedia di negara-negara bagian tertentu (USDA, 2010).



Gambar 9. Skema implementasi penginderaan jauh untuk asuransi pertanian

Fakta menunjukkan bahwa dalam beberapa kali melakukan uji coba, sering terjadi ketidakcocokan data luas lahan yang diklaim saat penutupan asuransi. Ketidakcocokan data antara luas areal yang diklaim (menurut polis) dengan luas areal menurut fakta lapangan telah mengakibatkan terjadinya ketidaksesuaian antara luas areal yang diajukan untuk mendapatkan santunan atau ganti kerugian dengan luas areal yang dapat diklaim, sehingga mengakibatkan perselisihan/konflik diantara para pelaku di lapangan. Pertanyaannya adalah mengapa hal tersebut terjadi? Pada masa pendaftaran menjadi peserta AUP, petani hanya memberikan informasi luas areal yang akan diasuransikan secara lisan atau menurut sertifikat lahan yang dimiliki. Luas areal yang dicantumkan dalam formulir pendaftaran tidak mengalami verifikasi. Selanjutnya, luas lahan yang ditanami tidak selalu sama dengan luas areal yang diakui atau sesuai dengan luas areal yang tercantum dalam sertifikat lahan yang dimiliki dan

diajukan petani. Selisih luas areal yang ditanam dengan luas areal yang didaftarkan menjadi nyata setelah terjadi klaim kerusakan tanaman/gagal panen. Hal ini akan memengaruhi besarnya jumlah klaim yang diterima petani. Untuk menghindari terjadinya perselisihan karena perbedaan luas lahan tersebut, disarankan agar pada saat pendaftaran dilakukan verifikasi data terlebih dahulu atau menyepakati bahwa luas lahan yang diklaim akan diukur kembali sebelum dilakukan penutupan asuransi.

Perusahaan asuransi memerlukan alat yang dapat digunakan untuk mengukur luas lahan yang didaftarkan atau diklaim. Teknologi penginderaan jauh (penginderaan jauh) yang menghasilkan citra sangat bermanfaat untuk membantu pengukuran luas lahan yang diasuransikan dengan tingkat akurasi yang tinggi. Selain sebagai alat pengukur luas, teknologi ini juga diharapkan dapat memberikan informasi indikatif tentang perubahan yang terjadi atas tanaman yang diamati, khususnya perubahan warna tanaman yang bersangkutan. Terjadinya perubahan warna dapat diikuti oleh tindakan pemeriksaan di lapangan sebelum diambil kesimpulan (kerusakan tanaman/gagal panen) yang bermanfaat bagi para peserta asuransi. Dalam teknologi penginderaan jauh menggunakan wahana, seperti pesawat nirawak (drone) dan pesawat berawak jenis glider (LAPAN Surveillance Aircraft / LSA) dinilai dapat membantu pengukuran yang akurat tentang luas lahan yang diasuransikan (Goroshi dan Aggarwal, 2017). Drone atau LSA merupakan salah satu teknologi terapan yang berfungsi sebagai alat bantu dalam skim asuransi pertanian (AUTP). Selain sebagai alat yang dapat membantu mengukur luas lahan, teknologi ini juga bermanfaat untuk memberikan informasi indikatif melalui kondisi tanaman yang diasuransikan, sehingga dapat dilakukan langkah-langkah tindak lanjut atas informasi indikatif tersebut, misalnya pengecekan lapangan, penentuan serangan hama atau penyakit tanaman, dan lain-lain.

Penggunaan wahana tersebut untuk mengukur luas areal lahan yang diasuransikan tampaknya cukup efektif menyediakan citra atau gambar yang dibutuhkan perusahaan asuransi. Citra ini dapat dijadikan database yang kelak dapat digunakan di kemudian hari pada lokasi yang sama, misalnya untuk asuransi komoditas sejenis atau komoditas lain yang ditanam pada lahan tersebut. Gambar 10 menunjukkan luas areal tertentu dari kemungkinan satu sertifikat lahan. Komoditas bawang merah (diasumsikan telah dilaksanakan skim asuransi usahatani bawang merah) tidak memanfaatkan seluruh lahan yang tersedia, sebagian lahan juga

digunakan untuk komoditas lain. Jika terjadi klaim atas komoditas bawang merah yang rusak misalnya, maka luas areal yang diajukan untuk diklaim hanyalah luas areal yang ditanami dengan komoditas bawang merah, bukan keseluruhan arealnya. Gambar 11 menunjukkan citra hasil pemotretan menggunakan wahana LSA pada kegiatan kajian pemantauan *Standing Crop* padi sawah di daerah Subang. Wahana tersebut dapat digunakan untuk memantau wilayah yang lebih luas dengan tingkat kedetailan yang bisa digunakan untuk mengukur lahan yang diasuransikan. Demikian pula kejadian banjir dan kekeringan dalam wilayah yang cukup luas dapat dipantau menggunakan alat tersebut.

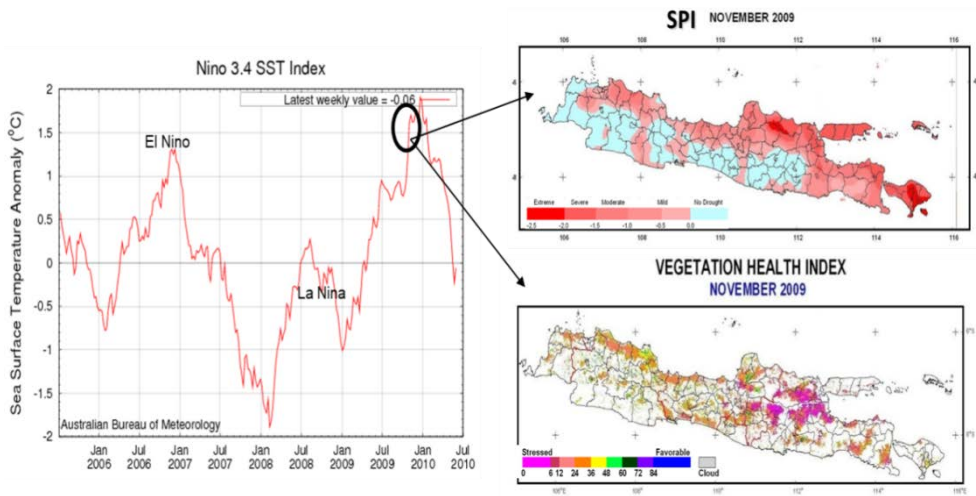
Selain itu, asuransi berbasis indeks dapat memanfaatkan kemampuan teknologi penginderaan jauh dalam menentukan daerah yang mengalami bencana akibat perubahan iklim, seperti kekeringan, banjir, longsor, kebakaran, dan lain-lain. Salah satu kemampuan data satelit penginderaan jauh dalam mengidentifikasi wilayah-wilayah terdampak El Nino yang disajikan secara spasial diperlihatkan pada Gambar 12. Hipple (2007) menjelaskan data indeks vegetasi, indeks air, dan indeks air permukaan dari satelit IRS AwiFS dan NOAA AVHRR dan *data mining* dapat digunakan untuk meningkatkan integritas program asuransi pertanian.



Gambar 10. Citra hasil pemotretan drone pada lahan yang ditanami bawang merah



Gambar 11. Citra hasil pemotretan LAPAN Surveillance Aircraft (LSA) pada lahan sawah (LAPAN, 2014)



Gambar 12. Wilayah terdampak El Nino dari data satelit Landat TM (Roswintiarti *et al.*, 2010)

Membangun database dengan dukungan teknologi penginderaan jauh diharapkan dapat bermanfaat untuk berbagai keperluan di luar skim asuransi pertanian, seperti data luas untuk mendapatkan bantuan program atau kredit. Diluar perusahaan asuransi, pemanfaat utama database ini adalah dinas terkait/pemda setempat yang dapat berbagi (share) informasi tentang luas areal suatu komoditas pada suatu periode waktu tertentu. Informasi ini akan menjadi salah satu masukan yang sangat berharga dalam perencanaan pembangunan ekonomi wilayah, terutama perencanaan pembangunan pertanian dan perdesaan.

KESIMPULAN

Database untuk Asuransi Pertanian sangat diperlukan, terutama untuk memberikan ketepatan data saat pendaftaran dan klaim Asuransi Pertanian. Pemanfaatan teknologi sangat dibutuhkan untuk mendukung pembangunan pertanian. Teknologi penginderaan jauh (penginderaan jauh) dapat digunakan untuk membantu para pemangku kepentingan mengukur luas lahan yang ditanami komoditas tertentu secara akurat.

Selain sebagai alat pengukur luas lahan, teknologi ini juga bermanfaat untuk memberikan informasi indikatif melalui kondisi tanaman yang diasuransikan, sehingga dapat dilakukan langkah-langkah tindak lanjut atas informasi indikatif tersebut. misalnya pengecekan lapangan, penentuan serangan hama atau penyakit tanaman, dan lain-lain. Data tersebut dapat digunakan untuk pemetaan resiko pertanian yang dapat membantu untuk monitoring risiko klaim yang terjadi di provinsi dan kabupaten, yang selanjutnya dapat membantu proses bisnis Asuransi Pertanian yang sedang berjalan.

IMPLIKASI KEBIJAKAN

Teknologi tepat guna perlu digunakan oleh perusahaan asuransi dalam pelaksanaan skim asuransi pertanian. Teknologi penginderaan jauh disarankan dapat digunakan perusahaan untuk mengukur luas lahan yang diasuransikan. Data luas lahan ini sangat bermanfaat mengurangi terjadinya perselisihan (konflik) antar pemangku kepentingan, khususnya dalam proses klaim asuransi.

Teknologi peninderaan jauh juga dapat digunakan sebagai instrumen untuk membangun database pertanian oleh para pemangku kepentingan, terutama oleh instansi pemerintah seperti dinas pertanian dan dinas terkait lainnya di daerah. Penggunaan alat seperti drone misalnya akan sangat bermanfaat, terutama dalam perencanaan pembangunan pertanian dan perdesaan.

DAFTAR PUSTAKA

- Boer, R. 2012. Asuransi Iklim Sebagai Jaminan Perlindungan Ketahanan Petani Terhadap Perubahan Iklim. Prosiding Widyakarya Nasional Pangan dan Gizi 10: Pemantapan Ketahanan Pangan dan perbaikan Gizi Berbasis Kemandirian dan Kearifan Lokal, 20-21 November 2012. LIPI, Jakarta.
- Boer, R., and Perdinan. 2008. Adaptation to climate variability and climate change: its socio-economic aspect. Proceeding of the EEPSEA Conference On Climate Change: Impacts, Adaptation, And Policy In

South East Asia With A Focus On Economics, Socio-Economics And Institutional Aspects, 13-15 February 2008, Bali (<http://www.eepsea.cc-sea.org>).

- Boer, R. and A.R. Subbiah. 2005. Agriculture drought in Indonesia. In V.K. Boken, A.P. Cracknell and R.L. Heathcote (eds). Monitoring and predicting agriculture drought: A global study, pp: 330-344. Oxford University Press, New York.
- Boer, R., Sukardi, D. Hilman *et al.* 2007. Climate Variability and Climate Change And Their Implications In Indonesia. Ministry of Environment, Jakarta.
- Colea, J.B dan R. Gibson. 2010. Analysis and Feasibility of Crop Revenue Insurance in China. International Conference on Agricultural Risk and Food Security 2010. Agriculture and Agricultural Science Procedia 1 (2010) : 136–145.
- FAO. 2005. "Impact of Climate Change and Diseases on Food Security and Poverty Reduction". Special event background document for the 31st session of the committee on world food security. Rome, 23-26 May 2005.
- FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations), 2017. GAEZ - Global Agro-Ecological Zones. (<http://www.fao.org/nr/gaez/en/>).
- Goroshi, S. dan P.K. Aggarwal. 2017. Testing of remote sensing technologies for crop insurance in India: Field testing of technologies for crop loss assessment for supporting agricultural insurance. CGIAR Research Program on Climate Change, Agriculture and Food Security (CCAFS) South Asia. (<https://ccaafs.cgiar.org/news/testing-remote-sensing-technologies-crop-insurance-india#.Wfjwi7puKM8>).
- Herbold, J. 2014. Remote sensing: A suitable technology for crop insurance. Presentasi pada Geospatial World Forum 2014, May 9, 2014, Geneva, Switzerland.
- Hipple, J. 2007. Enhancing Crop Insurance Program Integrity with Remote Sensing and Data Mining. Office of Strategic Data Acquisition & Analysis, USDA Risk Management Agency.

- Insyafiah dan I. Wardhani. 2014. Kajian Persiapan Implementasi Asuransi Pertanian Secara Nasional. Badan Kebijakan Fiskal Pusat Pengelolaan Risiko Fiskal, Kementerian Keuangan.
- KATAM. 2015. Peta Fase Pertumbuhan Padi Sawah irigasi Periode 30 Maret – 6 April 2015 Pada Wilayah Rawan Kekeringan Berdasarkan Prediksi Curah Hujan MK 2015 P. Jawa dan Bali. Badan Litbang Pertanian, Kementan.
- Kementerian Pertanian. 2015. Rencana Strategis Kementerian Pertanian Tahun 2015 – 2019. Kementerian Pertanian, Jakarta
- LAPAN. 2014. Laporan Hasil Pemanataan Lahan Pertanian Subang Menggunakan LAPAN Surveillance Aircraft (LSA) tanggal 11 September 2014. Pusat Teknologi Penerbangan, LAPAN.
- Las, I., E. Surmaini, A Ruskandar. 2008. Antisipasi Perubahan Iklim: Inovasi Teknologi dan Arah Penelitian Padi di Indonesia dalam : Prosiding Seminar Nasional Padi 2008. Inovasi Teknologi Padi Mengantisipasi Perubahan Iklim Global Mendukung Ketahanan Pangan. BB Padi.
- Nelson, A. 2011. Using remote sensing for crop insurance. International Rice Research Institute.
(http://www.microinsurance.ph/data/uploads/agroinsurance/rf_rtd_remote-sensing-crop-insurance_13dec2011-compatibility-mode.pdf).
- Pasaribu, S.M., Penerapan Asuransi Usaha Tani Padi Di Indonesia: Alternatif Skenario Melindungi Petani dan Usaha Tani. 2013. Laporan Penelitian, Pusat Sosial Ekonomi dan Kebijakan Pertanian. Penelitian Badan Litbang Pertanian, Pusat Sosial Ekonomi dan Kebijakan Pertanian, Bogor.
- Robert, R.A.J. 2005. Insurance of Crops in Developing Countries. FAO Agricultural Service Buletin 159. Food and Agriculture Organization of United Nations.
- Roswintiarti, O., Parwati, and N. Anggraini. 2010. Potential Drought Monitoring over Agriculture Area in Java Island, Indonesia. Progress report of SAFE Prototype Year 2010 presented at the 2nd SAFE Workshop, Colombo, Sri Lanka, 28-29 June 2010.

- Setiyon, T. dan A. Nelson. 2014. Remote Sensing based Crop Yield Monitoring and Forecasting. Expert Meeting 17 Februari 2014. Food and Agriculture Organization of United Nations.
- Smith, V.H. dan M. Watts. 2010. Index Based Agricultural Insurance in Developing Countries: Feasibility, Scalability and Sustainability. Report of Foundation's Global Development Program, Bill and Melinda Gates Foundation.
- Suhendra, E., E. Kristiani, R.S. Saputra, dan Suharjito. 2013. Analisis Dan Perancangan Sistem Basis Data Asuransi Pertanian Dan Pemetaan Risiko Pertanian Berbasis Web. Makalah kerja Universitas Bina Nusantara.
- Sumaryanto. 2012. Strategi Peningkatan Kapasitas Adaptasi Petani Tanaman Pangan Menghadapi Perubahan Iklim. Forum Penelitian Agro Ekonomi, Volume 30 No. 2, Desember 2012 : 73 – 89.
- Sumaryanto dan A. R. Nurmanaf. 2007. Simpul-Simpul Strategis Pengembangan Asuransi Pertanian Untuk Usahatani Padi Di Indonesia. Simpul Forum Penelitian Agro Ekonomi. Volume 25 No. 2, Desember 2007 : 89 – 103.
- USDA, 2010. Policies. USDA Risk Management Agency, United State Departments of Agriculture. (<https://www.rma.usda.gov/policies/>).

PEMETAAN DAN EVALUASI SUMBER DAYA LAHAN MENDUKUNG PENINGKATAN PRODUKSI PERTANIAN DALAM MENGHADAPI PERUBAHAN IKLIM

Sukarman, Anny Mulyani dan Erna Suryani

PENDAHULUAN

Berdasarkan kepada agenda prioritas Kabinet Kerja seperti yang tercantum dalam NAWA CITA, sektor pertanian telah menetapkan sasaran pembangunan pertanian ke depan yang perlu disesuaikan terkait dengan cakupan pembangunan pertanian yang lebih luas dan skala yang lebih besar guna mengungkit peningkatan pendapatan dan kesejahteraan petani. Dengan mencermati hasil evaluasi selama periode lima tahun terakhir dan perubahan paradigma sebagaimana tertuang dalam Strategi Induk Pembangunan Pertanian (SIPP) 2015-2045, maka sasaran strategis Kementerian Pertanian tahun 2015-2019 adalah (1) Pencapaian swasembada padi, jagung dan kedelai serta peningkatan produksi gula dan daging, (2) peningkatan diversifikasi pangan, (3) peningkatan komoditas bernilai tambah dan berdaya saing dalam memenuhi pasar ekspor dan substitusi impor, (4) penyediaan bahan baku bioindustri dan bioenergi, (5) peningkatan pendapatan keluarga petani, serta (6) akuntabilitas kinerja aparatur pemerintah yang baik (Kementerian Pertanian 2015).

Dalam upaya untuk mencapai sasaran strategis Kementerian Pertanian seperti tersebut di atas, sektor pertanian menghadapi tantangan berat yaitu adanya perubahan iklim (*climate change*). Perubahan iklim yang ditandai dengan gejala semakin tidak menentunya *onset* (awal) musim hujan dan kemarau, serta meningkatnya suhu udara berdampak pada pembangunan pertanian di berbagai negara, termasuk Indonesia. Perubahan *onset* musim hujan dan musim kemarau berpengaruh terhadap penyediaan air bagi tanaman. Peningkatan intensitas dan durasi hujan berpengaruh terhadap peningkatan erosi, pencucian hara, dan banjir. Musim kemarau yang panjang berakibat pada terbatasnya pilihan tanaman yang dapat ditanam, bahkan dapat menyebabkan kekeringan, gagal panen dan peningkatan bahaya kebakaran terutama di lahan gambut. Peningkatan suhu udara dapat menurunkan produksi pertanian dan

meningkatkan serangan hama dan penyakit tanaman. Dengan demikian sebenarnya sektor pertanian merupakan sektor yang menjadi korban (*victim*) dari perubahan iklim (Syakir, 2017).

Agar sasaran strategis Kementerian Pertanian tersebut di atas dapat memenuhi sasaran serta memperhatikan dampak perubahan iklim, maka diperlukan dukungan data dan informasi sumber daya lahan yang terdiri dari tanah, iklim, air, dan biofisik lainnya sebagai dasar perencanaan pembangunan pertanian sesuai dengan SIPP 2015-2045. Sumber daya lahan merupakan sumber daya yang bersifat *renewable*, namun mempunyai batas kemampuan untuk suatu penggunaan tertentu sesuai dengan potensinya. Setiap penggunaan lahan yang melebihi kemampuan dan potensinya secara cepat atau lambat akan mengakibatkan kerusakan lahan tersebut. Pemilihan lahan-lahan yang sesuai dengan potensinya memerlukan instrumen yang secara ilmiah dapat dipertanggung-jawabkan yaitu melalui metode evaluasi kesesuaian lahan (Sukarman dan Mulyanto 2016).

Menurut Pasandaran dan Suherman (2015) mengingat sumber daya lahan yang tersedia untuk tanaman pangan kecenderungannya semakin menipis, maka upaya pengelolaan lahan di suatu wilayah untuk menopang kemandirian pangan tidak saja menjadi kepentingan satu sektor atau sistem birokrasi tertentu saja, tetapi menjadi kepentingan berbagai pihak. Demikian juga mengingat sumber daya lahan adalah bagian integral sumber daya alam maka kebijakan sumber daya lahan dalam suatu wilayah hendak disorot dari berbagai persepektif, oleh karena itu menjadi kepentingan semua pihak. Sumber daya lahan juga terkait dengan sumber daya lainnya seperti air dan vegetasi, dan sumber daya manusia yang mengelolanya. Oleh karena itu data sumber daya lahan diperlukan oleh berbagai sektor yang berkaitan dengan pengelolaan sumber daya alam dan dampak perubahan iklim.

Saat ini data sumber daya lahan yang diperlukan harus yang bersifat operasional terutama untuk perencanaan pembangunan pertanian di tingkat kabupaten/kota. Oleh karena itu data sumber daya lahan yang diperlukan adalah peta pada tingkat semi detail (skala 1:50.000). Pada peta tanah berskala tersebut terkandung informasi lebih detil tentang sifat-sifat tanah, luas, dan penyebarannya di suatu wilayah. Dengan didukung oleh data sumber daya lahan lainnya terutama iklim (curah hujan dan temperatur udara) dan ketersediaan air, dapat digunakan sebagai informasi

dasar dalam penyusunan peta tematik, seperti peta kesesuaian lahan. Peta kesesuaian lahan skala 1:50.000 mempunyai peranan penting dalam memberikan informasi berbagai komoditas pertanian yang sesuai untuk dikembangkan, faktor pembatas pertumbuhan, luas dan penyebarannya di suatu wilayah, sehingga pemerintah dan pelaku agribisnis mempunyai banyak pilihan dalam menentukan komoditas unggulan yang akan dikembangkan. Demikian pula dengan rekomendasi pengelolaan lahan, Peta Tanah skala 1:50.000 selain dapat dijadikan acuan dasar penyusunan rekomendasi pengelolaan lahan dalam upaya peningkatan produktivitas lahan, juga ditujukan untuk tujuan mitigasi dan adaptasi perubahan iklim. Implementasinya di tingkat pemerintah daerah kabupaten/kota, Peta Tanah skala 1:50.000 digunakan untuk penyusunan atau revisi Rencana Tata Ruang Wilayah Daerah, sehingga daerah dapat mengalokasikan ruang yang lebih tepat sesuai dengan potensinya.

Tulisan ini bertujuan untuk membahas permasalahan data sumber daya lahan tingkat semi detail (skala 1 : 50.000) dan pemanfaatannya untuk mendukung peningkatan produksi pertanian dan agribisnis dalam menghadapi perubahan iklim.

PEMETAAN SUMBER DAYA LAHAN TINGKAT SEMI DETAIL

Data sumber daya lahan dihasilkan melalui kegiatan survei dan pemetaan tanah. Hasil dari survei dan pemetaan tersebut terdiri dari laporan lengkap keadaan sumber daya lahan dan peta tanah wilayah yang dipetakan. Peta tanah adalah peta yang menggambarkan penyebaran jenis-jenis tanah di suatu daerah. Pada peta ini terdapat legenda yang secara singkat menerangkan satuan tanah dan faktor-faktor lingkungannya dari masing-masing satuan peta tanah, serta dilengkapi dengan buku laporan yang memuat uraian-uraian yang lebih lengkap. Pada dasarnya peta tanah dibuat untuk tujuan pertanian maupun non pertanian seperti dalam bidang perikanan dan pengembangan daerah rekreasi.

Peta tanah dibuat untuk tujuan tertentu, sehingga peta yang dihasilkan dibuat pada skala peta tertentu. Semakin detil skala peta, maka data/informasi yang disajikan semakin rinci. Secara spasial penyebaran dari masing-masing satuan peta tanah yang digambarkan juga semakin rinci menurut ukuran luasnya. Kerincian dari data/informasi yang dihasilkan

sangat ditentukan oleh intensitas pengamatan di lapangan dan skala peta. Atas dasar tersebut, Soekardi *et al.* (1989) telah membagi jenis peta tanah di Indonesia yang dilaksanakan oleh Pusat Penelitian Tanah dan Agroklimat (nama pada waktu itu) atau Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Sumber daya Lahan Pertanian (nama sekarang) kedalam 7 jenis peta tanah seperti yang tersaji dalam Tabel 1.

Tabel 1. Jenis peta tanah dan satuan peta tanah di Indonesia

Jenis peta	Skala	Manfaat
Super Detail lapangan.	$\geq 1 : 5.000$	Untuk perencanaan penelitian
Detil	$1 : 5.000 - 10.000$ tertentu, kebun	Untuk perencanaan proyek percobaan, rencana pengairan.
Semi detil Kabupaten/kota	$1 : 25.000 - 50.000$	Perencanaan di tingkat
Tinjau	$1 : 100.000 - 500.000$	Perencanaan di tingkat provinsi
Eksplorasi	$1 : 1.000.000 - 2.500.000$	Perencanaan di tingkat nasional
Bagan penyebaran tanah	$\leq 1 : 2.500.000$	Sebagai petunjuk kasar di suatu negara.

Sumber: : Soekardi *et al.* (1989)

Dari Tabel 1 terlihat bahwa dalam upaya mendukung peningkatan produksi pertanian dan pengembangan agribisnis, peta tanah tingkat semi detail merupakan peta yang sesuai karena pengembangan komoditas unggulan saat ini yang diperlukan adalah perencanaan pada tingkat kabupaten/kota. Peta tanah semi detail (skala $1 : 50.000$) merupakan peta yang harus dijadikan data dasar dalam menentukan jenis-jenis komoditas unggulan yang akan dikembangkan. Mengingat bahwa berbagai program pemerintah baik tingkat pusat maupun di tingkat kabupaten/kota yang sedang dijalankan saat ini, banyak memerlukan data sumber daya lahan yang lebih operasional, maka pemetaan sumber daya lahan/tanah pada tingkat semi detail (skala $1 : 50.000$) berbasis wilayah kabupaten atau kota sangat diperlukan dan perlu diselesaikan secara cepat dan tepat.

Peta Tanah Semi Detail

Peta tanah semi detail adalah peta berskala 1 : 50.000 – 1 : 25.000 yang menyajikan penyebaran (spasial) karakteristik sumber daya tanah suatu wilayah yang terdiri dari satuan (karakteristik) tanah, relief/lereng, bentuk lahan (*landform*), dan bahan induk. Karakteristik tanahnya meliputi klasifikasi tanah dan sifat-sifat tambahan seperti tekstur, kedalaman tanah, drainase, reaksi tanah, kapasitas tukar kation, dan kejenuhan basa. Peta tanah dapat diinterpretasi untuk berbagai macam peta tematik, antara lain peta kesesuaian lahan untuk berbagai jenis komoditas pertanian, peta arahan penggunaan lahan untuk pengembangan pertanian pada tingkat kabupaten, peta wilayah prioritas pengembangan pertanian, peta pewilayahan komoditas pertanian, peta zona agroekologi (AEZ), peta ketersediaan lahan untuk perluasan areal pertanian, peta tingkat bahaya erosi, peta lahan kritis, dan peta tunggal sifat tanah (*single value*). Contoh peta *single value* adalah peta kandungan C organik, peta pH tanah, dan peta status hara, misal P atau K (Hikmatullah *et al.* 2014).

Sebagai penjabaran dari kebijakan *One Map Policy*, seluruh peta tanah semi detail yang dibuat oleh Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Sumber daya Lahan Pertanian disusun pada peta dasar rupa bumi Indonesia (RBI) digital yang dikeluarkan oleh Badan Informasi Geospasial (BIG) skala 1 : 50.000 atau skala 1 : 25.000. Standar format peta tematik memiliki karakteristik antara lain bentuk dan ukuran peta, skala peta, judul peta, instansi pembuat peta, arah utara peta, indeks peta, peta situasi, legenda peta, keterangan umum, letak geografis/UTM, ukuran garis (poligon satuan peta, jalan, sungai, nama tempat, garis pantai, batas administrasi, batas pemukiman), dan lainnya. Penyajian peta tanah tersebut di atas mengikuti standar seperti yang tertuang dalam Standar Nasional Indonesia (SNI) No. 6502.3:2010, tentang Spesifikasi Penyajian Peta Rupabumi Bagian 3, skala 1 : 50.000 (Badan Standarisasi Nasional 2010).

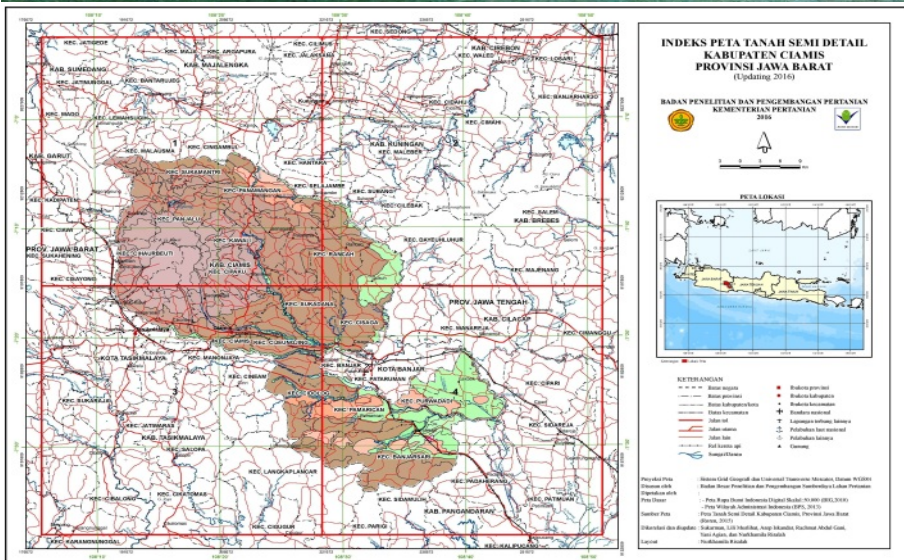
Dengan meningkatnya peranan data spasial dan permintaan informasi sumber daya tanah untuk mendukung pembangunan pertanian, serta semakin pentingnya peranan basis data sumber daya tanah/lahan, maka dipandang perlu untuk melakukan reorientasi pelaksanaan survei dan pemetaan tanah. Oleh karena itu saat ini metode survei dan pemetaan tanah sebagai cara untuk menghasilkan peta tanah semi detail

(skala 1 : 50.00) telah mengikuti metode terbaru seperti dihasilkan oleh Hikmatullah *et al.* (2014), sedangkan untuk pengamatan tanah di lapangan telah di terbitkan pedoman pengamatan terbaru yang dipublikasi oleh Sukarman *et al.* (2016). Buku pedoman metode survei dan pengamatan tanah di lapangan tersebut saat ini sedang diproses menjadi standar nasional baku mengikuti Standar Nasional Indonesia (SNI). Salah satu metode survei dan pemetaan tanah yang sudah distandarisasi secara nasional adalah Pemetaan Lahan Gambut skala 1 : 50.000, yaitu Metode Pemetaan Berbasis Citra Penginderaan Jauh, SNI 7925:2013 (Badan Standarisasi Nasional 2013). Salah satu peta tanah gambut skala semi detail (1: 50.000) yang dihasilkan dengan metode tersebut adalah Peta Tanah Gambut di Kecamatan Danau Paris dan Singkil Utara, Kabupaten Singkil, Provinsi Aceh (Sukarman, 2015).

Kondisi Eksisting Pemetaan Tanah Semi Detail Saat Ini.

Kegiatan survei dan pemetaan tanah tingkat semi detail skala 1:50.000 telah dimulai sejak tahun 1975, namun karena keterbatasan sumber daya (dana, manusia), wilayah yang telah dipetakan sampai akhir tahun 2015 tercatat sebanyak 262 kabupaten dari 511 kabupaten di seluruh Indonesia. Peta-peta tanah semi detail yang dihasilkan tersebut sangat beragam baik format maupun isi dan legenda petanya, karena berasal dari berbagai sumber instansi pemerintah dan swasta serta dibuat dengan metodologi dan waktu yang berbeda. Sebagian dari peta-peta tersebut memiliki data kurang lengkap data spasial maupun data tabularnya, sehingga perlu diverifikasi, diperbaiki dan dilengkapi.

Pada peta tanah semi detail yang telah dihasilkan perlu keseragaman, perbaikan dan kelengkapan data spasial maupun tabularnya sehingga menjadi peta tanah yang berkualitas dan akurat, melalui kegiatan korelasi dan updating peta tanah. Berdasarkan kondisi data/peta tanah semi detail yang telah dihasilkan tahun sebelumnya, pada Tahun Anggaran 2017 dilakukan korelasi dan *updating* peta tanah sebanyak 275 kabupaten/kota di Indonesia. Dari peta tanah tersebut diturunkan peta kesesuaian lahan komoditas pertanian strategis dan unggulan serta penyusunan rekomendasi pengelolaan lahan mendukung komoditas pertanian strategis. Salah satu contoh peta tanah semi detail (skala 1 : 50.000) berbasis kabupaten adalah Peta Tanah Semi Detail Kabupaten Ciamis (Gambar 1).



Gambar 1. Peta Tanah Semi Detail Kabupaten Ciamis (BBSDL, 2016a)

PETA TANAH SEBAGAI SUMBER INFORMASI DATA SUMBER DAYA LAHAN

Peta Tanah, selain menyajikan data penyebaran spasial satuan peta tanah dan luasannya di suatu wilayah, juga memuat berbagai karakteristik sifat tanah dan biofisik lainnya yang disusun dalam suatu tabel yang disebut sebagai legenda peta tanah. Unsur-unsur yang digunakan dalam

menyusun satuan peta tanah terdiri dari unsur satuan tanah, proporsi, satuan *landform*, satuan relief/lereng, dan satuan bahan induk.

Satuan tanah adalah tanah-tanah yang mempunyai sifat-sifat sama atau hampir sama, sifat-sifat tersebut berkaitan dengan potensinya, khususnya untuk pertanian. Satuan tanah terdiri dari : Macam tanah (Klasifikasi Tanah Nasional), kedalaman tanah, drainase, tekstur, reaksi tanah (pH), kapasitas tukar kation (KTK) tanah dan kejenuhan basa (KB). Klasifikasi tanah nasional yang digunakan adalah klasifikasi tanah versi terbaru tahun 2016 (Subardja *et al.* 2016). Selain itu disajikan juga padanannya dengan sistem Soil Taxonomy (*Soil Survey Staff* 2014) sampai kategori subgrup.

Proporsi tanah diprediksi dari hasil pengamatan lapang melalui transek *landscape* untuk menduga pola penyebaran tanah di lapangan dengan memperhatikan hubungan tanah-*landscape* (Steers dan Hajek, 1979; Van Wambeke dan Forbes, 1986). Proporsi satuan tanah pada setiap SPT dibedakan menurut CSR/FAO (1983) dengan simbol dan arti sebagai berikut: P = sangat dominan (>75%), D = dominan (50-75%), F = sedang (25-49%), M = sedikit (10-24%), dan T = sangat sedikit (< 10%). Di dalam peta, tanah yang dimunculkan dalam setiap SPT hanya yang mempunyai proporsi minimal 25% atau dengan simbol, P, D dan F.

Selain sumberdata karakteristik seperti yang tercantum dalam legenda peta tanah, peta tanah juga disertai dengan laporan lengkap yang menguraikan tentang keadaan biofisik dan sosial ekonomi daerah yang dipetakan atau disurvei. Keadaan biofisik tersebut berupa data iklim, rincian relief atau bentuk wilayah, uraian mengenai bahan induk yang ditunjang oleh uraian mengenai bahan induk dari peta geologi, keadaan hidrologi, penggunaan lahan, dan vegetasi.

Data iklim yang disajikan dalam laporan pemetaan sumber daya lahan adalah curah hujan, suhu udara, kelembaban udara, dan evapotranspirasi rata-rata bulanan selama 5-10 tahun terakhir. Data tersebut dikumpulkan dari beberapa stasiun pengamat iklim/pencatat curah hujan yang ada di dalam wilayah kabupaten yang dipetakan atau yang terdekat. Sumber data berasal dari BMKG atau instansi lain yang berkepentingan terhadap data tersebut, antara lain PU dan Dinas Pertanian. Peta zone Agroklimat Oldeman *et al.* (1975; 1977; 1978; 1980),

tipe hujan menurut Schmidt dan Ferguson (1951), dan pewilayahan curah hujan menurut Balitklimat (2003), juga disajikan dalam laporan ini.

Berdasarkan karakteristik seperti yang tercantum dalam legenda peta tanah, dan laporan hasil pemetaan maka dari hasil pemetaan tanah dapat diinterpretasikan untuk berbagai macam peta tematik, antara lain peta kesesuaian lahan untuk berbagai jenis komoditas pertanian, peta arahan penggunaan lahan untuk pengembangan pertanian pada tingkat kabupaten, peta wilayah prioritas pengembangan pertanian, peta pewilayahan komoditas pertanian, peta zona agroekologi (AEZ), peta ketersediaan lahan untuk perluasan areal pertanian, peta tingkat bahaya erosi, peta lahan kritis, dan peta tunggal sifat tanah (*single value*). Contoh peta *single value* adalah peta kandungan C organik, peta pH tanah, dan peta status hara (misal P atau K).

DAMPAK PERUBAHAN IKLIM TERHADAP SUMBER DAYA LAHAN

Secara umum, perubahan iklim akan berdampak terhadap penciptaan dan degradasi (penurunan fungsi) sumber daya lahan, air, dan infrastruktur terutama irigasi yang diantaranya menyebabkan terjadinya ancaman kekeringan atau banjir. Di sisi lain, kebutuhan lahan untuk berbagai penggunaan seperti pemukiman, industri, pariwisata, transportasi, dan pertanian terus meningkat, sejalan dengan meningkatnya jumlah penduduk dan kemajuan zaman. Secara absolut, lahan yang tersedia relatif tetap, bahkan cenderung menciut dan terdegradasi, baik akibat tidak tepatnya pengelolaan maupun dampak perubahan iklim. Kondisi tersebut menyebabkan laju konversi lahan akan semakin sulit dibendung dan sistem pengelolaan lahan akan semakin intensif, bahkan cenderung melebihi daya dukungnya (Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian, 2011).

Sementara itu Yustika dan Agus (2014) mengemukakan bahwa perubahan iklim mempunyai pengaruh terhadap degradasi tanah, air, dan pertumbuhan serta produksi tanaman. Degradasi tanah dapat dipicu oleh berbagai faktor kemunduran sifat fisik, kimia, dan proses biologi tanah. Kemunduran sifat fisik tanah disebabkan karena erosi, pemadatan, rekahan, dan kerusakan struktur tanah. Kemunduran sifat kimia tanah disebabkan pencucian hara, pengasaman, dan salinisasi, sedangkan kemunduran sifat biologi tanah karena berkurangnya bahan organik tanah dan biodiversitas biota tanah.

Perubahan pola hujan yang mengakibatkan intensitas hujan meningkat dapat menimbulkan peningkatan aliran permukaan dan erosi (Nearing *et al.* 2004). Aliran permukaan berasal dari kelebihan infiltrasi (*infiltration excess overland flow*) yang terjadi bila intensitas hujan melebihi laju infiltrasi. Faktor-faktor yang mempengaruhi sifat aliran permukaan antara lain: (a) curah hujan: jumlah, intensitas dan distribusi; (b) temperatur; (c) tanah: tipe, jenis *substratum* dan topografi (tanah berpasir akan mempunyai laju aliran permukaan yang lebih rendah dibandingkan dengan tanah berliat); (d) luas daerah aliran dan panjang lereng (laju aliran permukaan akan lebih tinggi dengan semakin panjangnya lereng); (e) keberadaan, tinggi dan bentuk kanopi serta kerapatan tanaman/tumbuhan penutup tanah; dan (f) sistem pengelolaan tanah (Arsyad, 2010).

Dampak perubahan iklim terhadap sektor yang berkaitan dengan sumber daya air antara lain meningkatnya kejadian cuaca dan iklim ekstrim yang berpotensi menimbulkan banjir, tanah longsor, dan kekeringan. Kondisi tersebut diperparah oleh semakin menurunnya daya dukung lahan akibat meningkatnya tekanan terhadap lahan. Data dari Badan Nasional Penanggulangan Bencana (BNPB) menunjukkan bahwa kejadian bencana di Indonesia dalam periode 1815-2011 didominasi oleh faktor hidrometeorologi dan interaksinya. Data inventarisasi kejadian banjir menunjukkan kejadian antar-musim mengalami peningkatan dari tahun ke tahun dengan pertumbuhan eksponensial. Data kekeringan berdasarkan pemantauan pada tahun 2002 menunjukkan bahwa fluktuasi kejadian kekeringan terjadi antar musim dan mengalami peningkatan walaupun belum terlihat *trend* yang nyata. Menurut Kartiwa *et al.* (2013) salah satu resiko dari terjadinya iklim ekstrim akibat perubahan iklim adalah resiko penurunan ketersediaan air, resiko banjir, resiko kekeringan, resiko tanah longsor, dan intrusi air laut. Selain itu curah hujan yang berlebihan dapat juga menyebabkan terjadi erosi dipercepat yang melebihi nilai erosi yang dapat ditolerir.

Sementara itu Sutrisno *et al.* (2002) mengemukakan bahwa akibat dari curah hujan yang tinggi pada Daerah Aliran Sungai (DAS) dapat menyebabkan kerusakan sumber daya lahan oleh erosi dan sedimentasi. Erosi yang besar pada lahan pertanian di suatu DAS akan terbawa oleh aliran permukaan ke sungai dan dapat menimbulkan masalah yang merugikan. Kerusakan tanah di tempat terjadinya erosi berupa sifat-sifat

fisik, kimia, maupun biologi dan mengakibatkan turunnya produktivitas lahan. Kerusakan-kerusakan di tempat pengendapan adalah tertimbunnya lahan pertanian, pelumpuran, pendangkalan sungai, dan pendangkalan waduk yang menyebabkan umur guna waduk berkurang.

Di sisi lain sektor Pertanian yang paling terdampak akibat perubahan iklim, juga dianggap sebagai penyebab terjadinya perubahan iklim karena adanya kegiatan pertanian, yang menghasilkan emisi gas rumah kaca (GRK). Meskipun pada kenyataannya, kontributor sektor pertanian hanya sekitar 4% jauh lebih kecil dari sektor industri dan energi sebesar 24% (Syakir 2017). Hasil penelaahan Tim Bappenas (2011 *dalam* Supiandi dan Sukarman, 2012) mendapatkan bahwa rata-rata emisi selama periode tahun 2000 – sampai dengan 2006 yang diduga sebesar 928 Mt CO₂ tahun⁻¹ yang paling besar bersumber dari kebakaran dan hilangnya biomassa dan kerusakan hutan yaitu 552 Mt CO₂ tahun⁻¹. Sisanya berasal dari oksidasi bahan organik.

Sebaran Wilayah Yang Rentan Terhadap Perubahan Iklim

Indonesia dengan luas daratan sekitar 191 juta ha, mempunyai keragaman sumber daya lahan dan iklim, wilayah Barat yang beriklim basah dan wilayah Timur yang beriklim kering, serta variasi tanah dari pegunungan sampai pesisir pantai. Seluruh wilayah tersebut sebagian rentan terhadap perubahan iklim dan kejadian iklim ekstrim. Beberapa wilayah yang rentan terhadap perubahan pola curah hujan dan iklim ekstrim baik itu bila perubahannya menjadi lebih basah atau menjadi lebih kering, sebagai berikut:

Wilayah pesisir dan pulau-pulau kecil

Wilayah pesisir dan pulau-pulau kecil yang jumlahnya 17.000 pulau, akan menjadi sasaran utama dan terdampak langsung akibat perubahan pola curah hujan ataupun iklim ekstrim, terutama kejadian rob atau naiknya permukaan air laut dan intrusi air laut berupa peningkatan kadar garam (salinitas). Berdasarkan data tanah eksplorasi nasional (Puslitbangtanak 2000), landform yang akan terkena dampak perubahan iklim berupa naiknya permukaan air laut dan intrusi adalah landform basin alluvial (lakustrin), delta/dataran estuarine, dataran pasang surut dan

pesisir pantai, yang luasnya mencapai 23,9 juta ha atau 12,85% dari total daratan Indonesia. Daerah pesisir pantai dan dataran pasang surut menyebar hampir di seluruh Indonesia, sedangkan delta (estuarine) menyebar di seluruh provinsi di Kalimantan dan beberapa di Sumatera. Sedangkan untuk lahan gambut, perubahan pola curah hujan yang lebih kering (El-Nino), berdampak terhadap meningkatnya titik api dan kebakaran lahan gambut. Sebaran gambut terluas berada di Pulau Sumatera, Kalimantan dan Papua.

Tabel 2. Sebaran landform yang rentan terhadap perubahan iklim di lahan basah (diolah dari Puslitbangtanak 2000)

Landform	Sub Landform	Luas	
		- ha -	- % -
Aluvial	Basin aluvial (lakustrin)	1.007.857	4,2
Fluvio-marin	Delta atau dataran estuarine	2.225.391	9,3
Gambut	Dataran gambut	4.955.971	20,7
	Kubah gambut	6.934.406	29,0
Marin	Dataran pasang surut	7.312.813	30,6
	Pesisir pantai	1.474.924	6,2
Total		23.911.362	100,0

Wilayah perbukitan dan pegunungan

Sebagian besar wilayah Indonesia terdiri dari perbukitan dan pegunungan dengan lereng 25%. Tabel 3 menyajikan sebaran landform yang mempunyai sub landform perbukitan dan pegunungan, seluas 87,8 juta ha atau 47,20% dari total daratan Indonesia. Kedua sub landform perbukitan dan pegunungan tersebut menyebar di seluruh Indonesia, terluas berada di 5 pulau besar Papua, Kalimantan, Sumatera, Sulawesi, dan Jawa. Kedua landform tersebut terutama yang berada di wilayah beriklim basah dengan curah hujan tinggi diiringi dengan intensitas tinggi dan durasi lama akan memicu erosi dan longsor.

Tabel 3. Sebaran landform yang rentan terhadap perubahan iklim di lahan kering (diolah dari Puslitbangtanak 2000)

Landform	Sub Landform	Luas	
		ha	%
Karst	Pegunungan karst	4.648.137	5,3
	Perbukitan karst	4.203.597	4,8
Tektonik/Struktur	Pegunungan tektonik	30.096.065	34,3
	Perbukitan tektonik	21.728.632	24,7
Volkan	Kerucut volkan	3.818.924	4,3
	Pegunungan volkan	14.698.530	16,7
	Perbukitan volkan	8.650.182	9,8
Total		87.844.067	100,0

Tabel 4 menyajikan sebaran lahan yang berada di perbukitan dan pegunungan serta jenis tanahnya. Masing-masing jenis tanah mencerminkan karakteristik tanah dan kepekaannya terhadap perubahan pola curah hujan dan iklim ekstrim. Di antara jenis tanah yang tertera pada Tabel 3, maka tanah yang paling rentan terhadap pola curah hujan yang lebih tinggi dan iklim ekstrim adalah Haplusterts. Tanah ini mempunyai sifat mengembang pada saat musim hujan dan mengkerut pada musim kemarau serta mempunyai bidang luncur (*slickenside*). Karena mempunyai sifat tersebut, serta posisinya yang berada pada lahan yang berlereng, maka kepekaan tanah ini terhadap pola curah hujan dan iklim ekstrem akan semakin tinggi, sehingga kejadian longsor pada tanah ini akan semakin sering terjadi.

Dari Tabel 4 terlihat bahwa sebaran tanah terluas di perbukitan dan pegunungan adalah Hapludults dengan luas 28,9 juta ha, terluas di Kalimantan dan Papua. Tanah ini juga mempunyai sifat yang rentan terhadap perubahan pola curah hujan yang tinggi, karena tanah ini mempunyai lapisan argilik, yang padat dan kedap air, sehingga tanah lapisan atasnya lebih mudah tergerus erosi dan longsor.

Tabel 4. Sebaran landform dan tanah yang rentan terhadap perubahan iklim di lahan kering (diolah dari Puslitbangtanak 2000)

Great group tanah	Perbukitan dan pegunungan			Luas	
	Karst	Tektonik	Volkan	ha -	-% -
Dystrudepts	39.556	15.284.077	1.720.511	17.044.144	19,4
Eutrudepts	493.564	3.239.759	1.465.695	5.199.018	5,9
Eutradox	-	-	317.419	317.419	0,4
Haplohumults	-	144.860	1.135.645	1.280.505	1,5
Hapludalfs	-	55.860	-	55.860	0,1
Hapludands	-	-	5.333.403	5.333.403	6,1
Hapludolls	-	4.393.322	212.547	4.605.869	5,2
Hapludox	-	2.953.801	2.070.781	5.024.582	5,7
Hapludults	-	21.739.389	7.181.050	28.920.439	32,9
Haplustepts	188.571	2.879.779	3.956.559	7.024.909	8,0
Haplusterts	-	-	690.150	690.150	0,8
Haplustolls	1.009.615	263.063	470.715	1.743.393	2,0
Haprendolls	2.337.474	-	-	2.337.474	2,7
Kandiudults	-	710.444	2.247.855	2.958.299	3,4
Kanhapludults	-	160.343	-	160.343	0,2
Udivitrands	-	-	28.133	28.133	0,0
Udorthents	4.782.954	-	-	4.782.954	5,4
Ustipsamments	-	-	337.173	337.173	0,4
Total	8.851.734	51.824.697	27.167.636	87.844.067	100,0

KESESUAIAN LAHAN DAN ARAHAN PENGEMBANGAN KOMODITAS PERTANIAN

Kementerian Pertanian melalui Permentan No 19/2015 tentang Rencana Strategis Kementerian Pertanian 2015-2019 fokus pada pengembangan 9 komoditas strategis, yaitu padi, jagung, kedelai, bawang merah, cabai merah, gula/tebu, daging/pakan ternak, kakao, dan kelapa sawit. Pengembangan setiap komoditas ini memerlukan instrumen peta kesesuaian lahan sebagai panduan untuk menerapkan teknologi yang diperlukan untuk meningkatkan produksi dan produktivitas tanaman. Peta

ini dapat diperoleh melalui kegiatan pemetaan sumber daya lahan yang dilanjutkan dengan evaluasi kelas kesesuaian lahannya.

Evaluasi kesesuaian lahan merupakan proses penilaian keragaan (*performance*) lahan jika digunakan untuk penggunaan tertentu (FAO, 1976). Evaluasi dilakukan dengan cara membandingkan (*matching*), antara karakteristik/kualitas lahan dengan persyaratan tumbuh tanaman. Proses penilaian evaluasi lahan ini menggunakan sifat dan karakteristik tanah serta iklim untuk setiap satuan peta tanah sebagai input utama. Sementara peta status kawasan, peta penggunaan lahan, dan data kebijakan lainnya digunakan sebagai input pendukung penetapan komoditas yang diarahkan untuk suatu hamparan lahan.

Mengingat bahwa evaluasi lahan untuk 9 komoditas strategis dilakukan untuk setiap kabupaten/kota maka data sumber daya lahan/tanah yang diperlukan adalah pada skala yang operasional, yaitu skala 1 : 50.000 atau semi detail. Selain jumlah kabupaten/kota jumlahnya sangat banyak (511 kabupaten/kota), maka diperlukan perangkat lunak kesesuaian lahan yang handal sehingga bisa diolah secara terkomputerisasi dengan hasil cepat dan presisi tinggi. Oleh karena itu proses evaluasi lahan dilakukan secara terkomputerisasi menggunakan perangkat lunak SPKL versi 2.0 (Bachri *et al.* 2015).

Penyusunan Peta Kesesuaian Lahan

Evaluasi kesesuaian lahan menggunakan dataset dari hasil kegiatan pemetaan tanah semi detail skala 1 : 50.000. Pendekatan, teknik, dan prosedur evaluasi kesesuaian lahan mengikuti BBSDLP (2011). Evaluasi dilakukan dengan cara membandingkan (*matching*), antara karakteristik/kualitas lahan dengan persyaratan tumbuh tanaman. Klasifikasi kesesuaian lahan dilakukan hingga tingkat subkelas ditambah faktor pembatas (tingkat subkelas, contoh: S2wa). Proses evaluasi lahan dilakukan secara terkomputerisasi menggunakan perangkat lunak SPKL versi 2.0 (Bachri *et al.* 2015).

Hasil pemrosesan di perangkat lunak ini adalah subkelas kesesuaian lahan masing-masing komoditas untuk setiap satuan peta tanah. Selanjutnya data ini diolah menggunakan perangkat lunak GIS (*Geographic Information System*), disajikan dalam peta kerja untuk verifikasi di

lapangan. Jadi, hasil dari tahap ini adalah peta kesesuaian lahan sementara yang kemudian menjadi peta kerja saat verifikasi lapangan.

Kegiatan verifikasi peta kesesuaian lahan di lapangan dilakukan terhadap peta kesesuaian lahan sementara. Lokasi verifikasi adalah areal yang : (i) belum memiliki titik pengamatan tanah, (ii) berada pada penggunaan lahan sawah, tegalan, kebun campuran, perkebunan, atau semak belukar, (iii) berada pada lahan hutan produksi (HP), hutan produksi konversi (HPK), dan areal penggunaan lain (APL), dan (iv) mewakili kelas relief dan posisi lereng. Selain verifikasi di lapangan, dilakukan juga diskusi dengan para pengambil kebijakan di daerah yaitu Dinas Pertanian dan Bappeda, untuk memperoleh informasi komoditas unggulan daerah dan pengumpulan data-data pendukung, seperti Rencana Tata Ruang Wilayah (RTRW), Rencana Pembangunan Jangka Menengah Daerah (RPJMD), dan Statistik Kabupaten Dalam Angka.

Data pendukung lainnya diambil dari hasil wawancara dengan petani meliputi hasil tanaman, perlakuan terhadap tanaman, ketersediaan infrastruktur jalan usaha tani dan jaringan irigasi serta pemanfaatan alat dan mesin pertanian, stabilitas harga dan kemudahan pemasaran hasil pertanian, serta kemauan petani setempat untuk menanam komoditas tanaman tertentu (preferensi petani).

Data hasil verifikasi lapang digunakan untuk meninjau ulang dataset karakteristik lahan yang disiapkan pada tahap sebelumnya, jika hasil evaluasi lahan tidak sesuai dengan kondisi lapangan, maka dataset hasil *update* ini selanjutnya diproses kembali dengan SPKL versi 2.0 (Bachri *et al.* 2015) guna memperoleh kelas kesesuaian lahan setiap komoditas versi final.

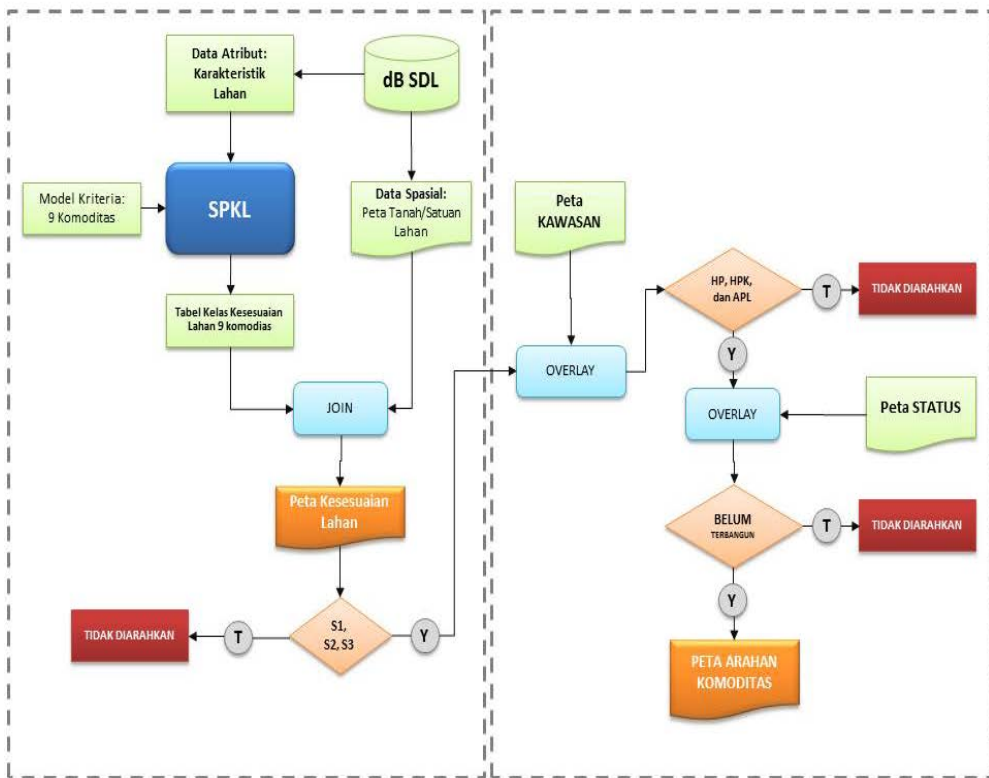
Legenda peta menyajikan kelas kesesuaian lahan dan faktor-faktor pembatasnya. Jika faktor pembatas lebih dari satu, maka hanya 3 faktor pembatas yang dimasukkan ke dalam legenda peta. Pembeda kelas pada Peta Kesesuaian Lahan ini disimbolkan dengan warna dan kode. Peta kesesuaian lahan dibuat per komoditas. Selain itu, luas kelas kesesuaian lahan per kecamatan dihitung, disajikan dan dibahas dalam naskah atlas peta kesesuaian lahan dan arahan komoditas. Contoh legenda Peta Kesesuaian Lahan untuk Komoditas tanaman kedelai di Kabupaten Hulu Sungai Selatan disajikan dalam Tabel 5

Tabel 5. Sebaran Kelas Kesesuaian Lahan dan Faktor Pembatas Tanaman Kedelai di Kabupaten Hulu Sungai Selatan, Kalimantan Selatan

KECAMATAN	N – eh	N – rc	S3 – wa	S3 - wa/nr/na	S3 - wa/nr/eh	S3 - wa/rc/na	S3 - wa/rc/xs	Total
Angkinang						5.849		5.849
Daha Barat		4.272				9.622	3.093	16.987
Daha Selatan		2.002				23.223	1.491	26.716
Daha Utara		4.119				20.054	968	25.140
Kalumpang						12.060		12.060
Kandangan						8.814		8.814
Loksado	9.114		22.567	154		356		32.192
Padang Batung	7.887		3.364	2.879	2.334	3.646		20.109
Simpur						8.603		8.603
Sungairaya	727				905	4.598		6.231
Telaga Langsat	2.909			1.776		1.311		5.995
Total	20.637	10.392	25.931	4.809	3.240	98.137	5.551	168.696

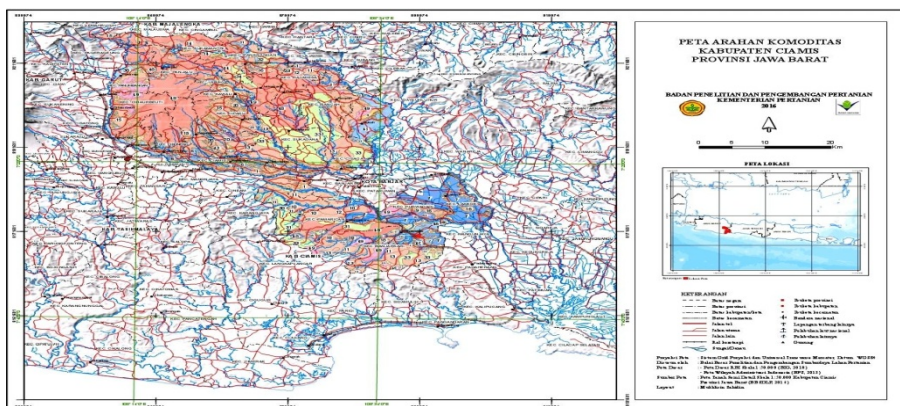
Penyusunan Peta Arah Pengembangan Komoditas dan Rekomendasi Pengelolaan

Kesesuaian lahan untuk pengembangan 9 komoditas telah tersedia untuk seluruh kabupaten yang dievaluasi. Kesesuaian lahan ini merupakan kesesuaian lahan secara biofisik sehingga dimungkinkan suatu hamparan lahan sesuai untuk lebih dari satu komoditas. Untuk tujuan optimalisasi pemanfaatan lahan dan keberlanjutan sistem budidaya (*farming system*), komoditas yang direkomendasikan perlu ditetapkan. Faktor-faktor yang dipertimbangkan dalam penyusunan arahan pengembangan komoditas pertanian adalah peta kesesuaian lahan, peta status kawasan hutan, peta status penguasaan lahan, tipe penggunaan lahan, dan kebijakan pemerintah daerah tentang komoditas unggulan daerah, serta minat petani. Gambar 2 menyajikan diagram alir penyusunan peta arahan pengembangan komoditas.



Gambar 2. Diagram Alir Penyusunan Peta Arah Pengembangan Komoditas Strategis

Pada tahun anggaran 2016 penyusunan peta kesesuaian lahan dan arahan komoditas pertanian untuk 9 komoditas pertanian strategis telah diselesaikan sebanyak 262 kabupaten/kota dan pada tahun anggaran 2017 direncanakan akan diselesaikan sebanyak 275 kabupaten/kota di seluruh Indonesia. Namun sampai pertengahan tahun 2017, peta tanah, kesesuaian lahan serta arahan pengembangan komoditas pertanian baru dikerjakan sebanyak 120 kabupaten/kota (Tabel 6). Salah satu contoh dari Atlas Peta Kesesuaian Lahan dan Arahan Komoditas Pertanian yang sudah diselesaikan pada tahun anggaran 2016 adalah Kabupaten Ciamis (Gambar 3, 4, dan 5), sedangkan pada tahun anggaran 2017 salah satu peta kesesuaian lahannya adalah Peta Kesesuaian Lahan Kabupaten Bandung Barat untuk beberapa komoditas.



Gambar 5. Peta Arahlan Komoditas Pertanian Strategis Kabupaten Ciamis (BBSDLP, 2016b)

Tabel 6. Jumlah kabupaten/kota yang sudah dinilai kesesuaian lahan dan arahan pengembangan komoditas pertanian pada tahun 2016-2017

Pulau Utama/ Tahun	Sumatera	Jawa	Kalimantan	Sulawesi	Bali/Nusa Tenggara	Maluku	Papua	Jumlah
2016	55	40	47	65	29	11	15	262
2017	58	57	-	5	-	-	-	120

Sumber : diolah dari data Atlas Kesesuaian Lahan dan Arahan Pengembangan Pertanian (BBSDLP 2016) dan Draft Atlas Kesesuaian Lahan dan Arahan Pengembangan Pertanian (BBSDLP 2017)

Dari uraian di atas terlihat bahwa dari data sumber daya lahan tingkat semi detail dapat dihasilkan kesesuaian lahan lahannya untuk berbagai komoditas unggulan atau komoditas prioritas yang dapat dikembangkan, baik untuk meningkatkan produksi maupun untuk pengembangan agribisnis. Pilihan komoditas yang dapat dikembangkan tersebut perlu ditindaklanjuti dengan berbagai upaya pengelolaan lahannya melalui pemanfaatan teknologi yang tersedia dengan mempertimbangkan upaya adaptasi perubahan iklim.

Sebagai tindak lanjut dari arahan komoditas yang dihasilkan dari kegiatan pemetaan tanah dan evaluasi lahan adalah menyusun rekomendasi pengelolaan lahan (RPL). Informasi yang disajikan dalam

RPL mencakup deskripsi agroekosistem, faktor-faktor pembatas lahan disertai dengan upaya penanggulangannya, varietas rekomendasi, dan teknologi budidaya. Informasi lengkap dalam RPL ini diharapkan dapat mempercepat pemahaman aplikasi inovasi teknologi oleh berbagai pemangku kepentingan di lapangan, sehingga peningkatan produksi pertanian dan agribisnis dapat segera terwujud. Paket-paket rekomendasi pengelolaan untuk setiap kabupaten disajikan dalam bentuk kumpulan buku paket rekomendasi pengelolaan lahan. Tabel 7 menyajikan ringkasan hasil evaluasi dan arahan pengembangan lahan pertanian di Kabupaten Cirebon.

Tabel 7. Ringkasan hasil evaluasi dan arahan pengembangan pertanian di Kabupaten Cirebon

No	Arahan	Keterangan
1	Lahan direkomendasikan	
	- Luas	79.513,31 ha (74,9%)
	- Komoditas rekomendasi	Padi, jagung, kedelai, bawang merah, cabai merah, tebu dan pakan ternak
	- Jumlah paket	171 paket RPL
	- Sistem pengelolaan	Intensifikasi (I), Ekstensifikasi (E), dan Diversifikasi (D)
2	Lahan tidak direkomendasikan	
	- Luas	26.641,3 ha (25,1%)
	- Lahan tidak sesuai (N)	Lahan tidak sesuai secara biofisik
	- Tidak Rekomendasi (TR)	Lahan tidak sesuai karena status lahan berupa kawasan hutan
	- Lain-lain	Lahan berupa pemukiman, tubuh air dan lain-lain

Sumber : Tim Peneliti Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian (2016)

Paket rekomendasi pengelolaan lahan tergolong sangat lengkap dan rinci, meliputi rekomendasi varietas, musim, penyiapan benih, penyiapan lahan, jarak tanam, pupuk (dosis dan waktu pemupukan), cara memupuk, amelioran, pemeliharaan, pengendalian OPT, dan cara panen serta pasca panen dengan mempertimbangkan adaptasi perubahan iklim. Diharapkan dengan rekomendasi terinci dan lengkap tersebut maka produksi setiap komoditas pertanian yang ditanam dapat akan menghasilkan produksi yang optimal

Rekomendasi Adaptasi Perubahan Iklim

Dalam kaitannya dengan dampak perubahan iklim terhadap sektor pertanian, sesuai dengan Pedoman Umum Adaptasi Perubahan Iklim Sektor Pertanian (Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian, 2011), maka beberapa hal yang disarankan dalam rekomendasi tersebut adalah sebagai berikut :

1. Teknologi adaptasi tanaman pangan dan hortikultura
 - Perbaikan manajemen pengelolaan air, termasuk sistem dan jaringan irigasi.
 - Pengembangan teknologi panen air (embung, dam parit) dan efisiensi penggunaan air seperti irigasi tetes dan mulsa.
 - Pengembangan jenis dan varietas tanaman yang toleran terhadap stres cekaman lingkungan seperti kenaikan suhu udara, kekeringan, genangan (banjir), dan salinitas.
 - Pengembangan teknologi pengelolaan tanah dan tanaman untuk meningkatkan daya adaptasi tanaman.
 - Pengembangan sistem perlindungan usahatani dari kegagalan akibat perubahan iklim atau *crop weather insurance*.
2. Teknologi adaptasi tanaman perkebunan
 - Pengembangan komoditas yang mampu bertahan dalam kondisi cekaman kekeringan dan kelebihan air.
 - Penerapan teknologi pengelolaan tanah dan tanaman untuk meningkatkan daya adaptasi tanaman.
 - Pengembangan teknologi hemat air.
 - Penerapan teknologi pengelolaan air, terutama pada lahan yang rentan terhadap kekeringan.
3. Teknologi adaptasi menghadapi ancaman kelangkaan air dan kekeringan
 - Penyesuaian waktu dan pola tanam berdasarkan atlas kalender tanam.
 - Teknologi panen hujan (*water harvesting*).
 - Teknologi irigasi.

Inovasi teknologi adaptif untuk mengantisipasi dampak perubahan iklim antara lain adalah:

- Varietas unggul yang rendah emisi GRK, toleran kekeringan dan genangan, berumur genjah (ultra genjah), dan toleran salinitas.

- Teknologi pengelolaan lahan dan air, pengolahan tanah, sistem irigasi *intermitten*, pengelolaan lahan gambut secara berkelanjutan, dan pengomposan.
- Teknologi *zero waste* dan pemanfaatan limbah (organik) pertanian, pupuk organik, pakan ternak, teknologi biogas, bioenergi dan jajar legowo.

PENUTUP

Rencana Pembangunan Jangka Menengah Nasional 2015-2019 Kementerian Pertanian terutama dalam meningkatkan kedaulatan pangan dan adaptasi perubahan iklim memerlukan dukungan data sumber daya lahan yang bersifat operasional untuk tingkat kabupaten atau kota. Data dasar sumberdaya lahan yang operasional untuk tingkat kabupaten/kota adalah hasil survei dan pemetaan pada tingkat semi detail atau skala 1 : 50.000- 1: 25.000, yaitu berupa peta tanah semi detail dengan laporannya. Dari 511 kabupaten/kota yang ada di seluruh Indonesia, sampai akhir tahun 2016 baru 262 kabupaten/kota yang data sumber daya lahannya tersedia dengan baik dan akan diselesaikan lagi 120 kabupaten/kota pada tahun 2017.

DAFTAR PUSTAKA

Arsyad, S. 2010. Konservasi Tanah dan Air Edisi Kedua. Bogor: IPB Press.

Bachri, S., Y. Sulaeman, Ropik, H. Hidayat, A. Mulyani. 2016. Sistem Penilaian Kesesuaian Lahan versi 2.0. Badan Besar Penelitian dan Pengembangan Sumber daya Lahan Pertanian. Bogor.

Badan Standarisasi Nasional. 2010. Standar Nasional Indonesia (SNI) No. 6502.3:2010, tentang Spesifikasi Penyajian Peta Rupabumi Bagian 3, skala 1 : 50.000

Badan Standarisasi Nasional. 2013. Standar Nasional Indonesia (SNI) No. 7925:2013, tentang Metode Pemetaan Berbasis Citra Penginderaan Jauh, skala 1 : 50.000

BBSDLP. 2011. Petunjuk Teknis Evaluasi Lahan untuk Komoditas Pertanian. Edisi Revisi 2011. Badan Besar Penelitian dan Pengembangan Sumber daya Lahan Pertanian. Bogor.

BBSDLP. 2014. Sumber daya Lahan Pertanian Indonesia: Luas, penyebaran, dan potensi ketersediaan. Laporan Teknis No.1/BBSDLP/10/2014. Badan Besar Penelitian dan Pengembangan Sumber daya Lahan Pertanian. Bogor.

BBSDLP. 2016a. Atlas Peta Kesesuaian Lahan dan Arah Komoditas Pertanian Kabupaten Cirebon. Provinsi Jawa Barat, skala 1 : 50.000. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian, Kementerian Pertanian.

BBSDLP. 2016b. Atlas Peta Kesesuaian Lahan dan Arah Komoditas Pertanian Kabupaten Ciamis. Provinsi Jawa Barat, skala 1 : 50.000. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian, Kementerian Pertanian.

BBSDLP. 2016c. Atlas Peta Tanah Semi Detail Kabupaten Ciamis, Provinsi Jawa Barat, skala 1 : 50.000. Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Sumber daya Lahan Pertanian.

BBSDLP. 2017a. Peta Tanah Semi Detail Kabupaten Bandung Barat, Provinsi Jawa Barat, skala 1 : 50.000. Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Sumber daya Lahan Pertanian.

Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian. 2011. Pedoman Umum Adaptasi Perubahan Iklim Sektor Pertanian. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian, Kementerian Pertanian. 67 Hal.

FAO. 1976. A Framework for Land Evaluation. Soil Resources Management and Conservation Service and Water Development Division. FAO Soil Bulletin No. 32. FAO-UNO, Rome.

Hikmatullah, S. Ritung, Sukarman dan K. Nugroho. 2014. Petunjuk Teknis Survei dan Pemetaan Tanah Tingkat Semi Detail Skala 1:50.000. Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Sumber daya Lahan Pertanian (BBSDLP), Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian, Kementerian Pertanian. Bogor. 34 hal.

Kartiwa, B., Surmaini, H. Sosiawan dan P. Rejekiningrum. 2013. Dampak perubahan iklim terhadap keragaan sumber daya air. Dalam

- Soeparno *et al.* (Eds). Politik Pembangunan Pertanian Menghadapi Perubahan Iklim, hlm 95 – 108. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian, Kementerian Pertanian.
- Kementerian Pertanian. 2015. Rencana Strategis Kementerian Pertanian Tahun 2015-2019. Biro Perencanaan, Sekretariat Jenderal, Kementerian Pertanian. 339 hal.
- Pasandaran, E. dan Suherman. 2015. Kebijakan investasi dan pengelolaan sumber daya lahan mendukung kemandirian agribisnis. Dalam Pasandaran *et al.* (Eds). Memperkuat Kemampuan Swasembada Pangan. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian, Kementerian Pertanian. IAARD Press. hal 11 – 29.
- Puslitbangtanak. 2000. Peta Tanah Eksplorasi Nasional, skala 1:1.000.000. Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanah dan Agroklimat, Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian, Departemen Pertanian.
- Soekardi, M, N. Suharta dan S. Ritung. 1989. Macam-macam peta tanah dan kegunaannya. Informasi Penelitian Tanah, Air, Pupuk dan Lahan. Pusat Penelitian Tanah, Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian.
- Soetrisno, N., E. Pasandaran dan N. Pujilestari. 2013. Antisipasi perubahan dan keragaan iklim terhadap pergeseran siklus hidrologi dan sistem pertanian Indonesia. Dalam Soeparno *et al.* (Eds). Politik Pembangunan Pertanian Menghadapi Perubahan Iklim, hlm 170 – 194. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian, Kementerian Pertanian.
- Steers C.A. and B.F. Hajek. 1979. Determination of map unit composition by random selection of transects. Soil Sci. Soc. Am. J. 43: 156-160.
- Sukarman. 2005. Identifikasi Unsur-unsur Satuan Peta Tanah Semi Detail Menggunakan Citra Landsat-7 ETM dan Model Elevasi Digital di Daerah Bogor. Disertasi Doktor. Fakultas Sekolah Pascasarjana, Institut Pertanian Bogor, 246 hal.
- Sukarman dan S. Ritung. 2013. Perkembangan dan strategi percepatan pemetaan sumber daya lahan di Indonesia. Jurnal Sumber daya Lahan Vol 7, No. 1/2013:1-14

- Sukarman. 2015. Penggunaan Metode Pemetaan Lahan Gambut Berbasis Citra Penginderaan Jauh (SNI 7925:2013). *Dalam* Rejekiningrum *et al.* (Eds). Prosiding Seminar Nasional Sistem Informasi dan Pemetaan Sumber daya Lahan Mendukung Swasembada Pangan. Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Sumber daya Lahan Pertanian, Bogor. hal 231-246.
- Sukarman, S. Ritung, M. Anda dan E. Suryani. 2016. Pedoman Pengamatan Tanah di Lapangan. Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Sumber daya Lahan Pertanian, Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian, Kementerian Pertanian.
- Sukarman dan B. Mulyanto. 2016. Ketersediaan lahan untuk tanaman pertanian : basis dan peluang pengembangan. Dalam Pasandaran *et al.* (Eds). Sumber daya Lahan dan Air, Prospek Pengembangan dan Pengelolaan. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian. hal 585-600.
- Supiandi S dan Sukarman. 2011. Pengelolaan lahan gambut untuk pengembangan kelapa sawit di Indonesia. Jurnal Sumber daya Lahan Vol. 6 No. 2, tahun 2011: 55-66.
- Syakir, M. 2017. Sinergi adaptasi dan mitigasi dalam menghadapi perubahan iklim. Keynote Speech dalam Lokakarya dan Seminar Nasional Adaptasi dan Mitigasi Perubahan Iklim. Bogor 13-14 September 2017.
- Tim Peneliti Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian. 2016. Paket RPL, Rekomendasi Pengelolaan Lahan untuk Pengembangan dan Peningkatan Produksi Komoditas Strategis Berbasis Agroekosistem dan Kesesuaian Lahan Kabupaten Cirebon, Provinsi Jawa Barat. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian. 224 hal.
- Van Wambeke A., and T. Forbes. 1986. Guidelines for Using Soil Taxonomy in the Name of Map Unit. SMSS Tech. Monograph No.6, Cornell University, Ithaca, New York.
- Yustika R. D. dan F. Agus. 2014. Peran konservasi tanah dalam beradaptasi terhadap perubahan iklim. Dalam Agus *et al.* (eds) Konservasi tanah Menghadapi Perubahan Iklim, Hal 1 – 29. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian, Kementerian Pertanian.

BAB III.
KEARIFAN LOKAL MENGHADAPI PERUBAHAN
IKLIM

KEARIFAN LOKAL MENGHADAPI PERUBAHAN IKLIM

Pengaruh perubahan iklim terhadap produksi pertanian dapat secara langsung ataupun tidak langsung. Peningkatan temperatur udara dapat memperpendek fase generatif dan meningkatnya hama dan penyakit, terjadinya banjir dan kekeringan yang semakin meluas, seluruhnya akan menyebabkan pengurangan produksi. Untuk mengatasi perubahan iklim, diperlukan politik Pertanian dalam menghadapi perubahan iklim nasional dan perubahan iklim global. Tetapi sampai saat ini, Indonesia belum memiliki politik terhadap perubahan iklim yang efektif. Untuk maksud tersebut diperlukan suatu kerangka instrumen kebijakan yang layak. Kearifan lokal dapat dijadikan basis untuk memperkuat ketangguhan masyarakat dalam mengadaptasi perubahan iklim dan kemampuan mitigasi. Dalam melakukan penanggulangan perubahan iklim, diperlukan berbagai strategi pendekatan yang bersifat terpadu yang meliputi pendekatan teknis-teknologi, biofisik, sosial dan ekonomi, serta pendekatan politis.

Praktek praktek kearifan lokal yang terkait dengan iklim khususnya praktek yang bersifat adaptif di antaranya: (a) praktek-praktek sekolah lapangan dalam mengadaptasi perubahan iklim yang berbasis kearifan lokal; (b) membangun kemampuan adaptif dan mitigatif, (c) kebijakan memperkuat kemampuan petani. Untuk menerapkan saran tersebut, diperlukan kerangka dasar kebijakan yang ditunjang oleh dukungan kelembagaan nasional yang dijadikan rujukan berbagai produk perundang undangan memungkinkan terjadinya pendekatan keterpaduan antar berbagai pihak seperti birokrasi pemerintah, swasta, dan lembaga swadaya masyarakat.

Pada dasarnya, kearifan lokal berperan lebih dulu dalam mengantisipasi kerusakan lingkungan/ekosistem serta perubahan iklim. Dalam hal tertentu kearifan lokal lebih berperan dalam menjaga ekosistem dari pada hukum yang ditetapkan dalam mengatur pola masyarakat. Mitos, ritual, dan pitutur luhur erat kaitannya dengan alam, mampu mengatur masyarakat sedemikian rupa dalam hubungannya dengan lingkungan.

Kearifan lokal yang berkaitan dengan upaya pencegahan bencana alam, pelestarian hutan dan pengelolaan sumber daya air, antara lain

bertujuan guna mengurangi dampak negatif perilaku dan perubahan iklim, termasuk bencana alam. Namun demikian praktek adaptasi perubahan iklim harus melibatkan seluruh elemen masyarakat melalui kolaborasi jangka panjang. Dengan demikian pendekatan untuk mencegah atau mengurangi dampak perubahan iklim terhadap ekosistem memerlukan strategi integratif yang melibatkan berbagai sektor, bidang keilmuan dan profesi, dan aspek-aspek lain yang terlibat di dalamnya.

Bentuk-bentuk kearifan lokal di masyarakat dapat berupa nilai, norma, kepercayaan, dan aturan-aturan khusus. Berdasarkan bentuk tersebut kearifan lokal mempunyai fungsi yang bermacam-macam. Kondisi demikian menunjukkan betapa luas ranah kearifan lokal, mulai dari yang sifatnya sangat teologis sampai yang sangat pragmatis dan teknis.

Sebagai contoh, kearifan lokal *palintangan* dapat dijadikan rujukan untuk menentukan pergerakan matahari. Pada waktu siang hari, pergerakan matahari menunjukkan arah timur dan barat, dan pergerakan bulan pada malam hari menuntun manusia dalam menentukan hari dalam hitungan bulan. Selanjutnya bintang Crux (pari), Scorpio, dan Biduk, dapat dijadikan rujukan untuk menunjuk arah selatan, menunjukkan arah tenggara, dan menunjuk arah utara. Rasi Orion (luku, waluku) digunakan untuk menentukan musim atau kalender kegiatan bercocok tanam.

Kearifan lokal yang dapat dihubungkan dengan perubahan iklim pada umumnya menekankan pada upaya pencegahan degradasi lahan dan lingkungan dalam berbagai bentuk dan strategi. Kearifan lokal untuk mencegah degradasi lahan akibat erosi/longsor adalah nyabuk gunung. Antisipasi terhadap banjir juga dapat dilakukan dengan penerapan nasehat atau larangan, tabu, dan pikukuh yang berkaitan dengan pencegahan banjir dan longsor melalui pendidikan untuk tidak merambah hutan.

Adaptasi keragaman iklim yang dipertajam oleh adanya perubahan iklim sudah biasa dilakukan oleh masyarakat yang memiliki kearifan lokal seperti Subak. Pada saat terjadi iklim ekstrim seperti el nino sudah biasa dilakukan sistem peminjaman air antar daerah hulu dan hilir.

Dalam hal sistem pinjam air, tidak berlaku antar para petani saja, bahkan juga bisa antar Subak. Jika salah satu subak kekurangan pasokan air, maka mereka akan meminjam air ke subak lainnya yang airnya cukup. Kearifan lokal lainnya yang masih dirujuk oleh masyarakat petani di berbagai wilayah Sulawesi Selatan antara lain mappalili atau appalili, tudang sipulung atau

empo sippitangari, dan mappadendang. Kontribusi kearifan lokal sebagai budaya lokal dan kapital sosial dalam pembangunan pertanian jangka pendek memberikan manfaat dalam perencanaan, pelaksanaan, dan pengelolaan usaha pertanian, khususnya pada usaha pertanian tanaman pangan padi

KEARIFAN LOKAL SEBAGAI LANDASAN MEMBANGUN KEMAMPUAN PETANI MENGHADAPI PERUBAHAN IKLIM

Effendi Pasandaran dan Muhammad Syakir

PENDAHULUAN

Menurut pengkajian terakhir dari Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) tahun 2014 tingkat emisi gas rumah kaca (GRK) adalah tertinggi sepanjang sejarah. Produksi Pertanian dan pergeseran tataguna lahan sebagai akibat pembangunan pertanian adalah salah satu sumber utama terjadinya emisi. Dampak perubahan iklim terhadap produksi pertanian akan menjadi semakin buruk terutama pada negara negara berpenghasilan rendah karena banyak penduduknya yang sangat tergantung pada ketahanan pangan. Karena itu Paris Agreement yang disponsori oleh United Nations Framework Convention on Climate change (UNFCCC) telah menetapkan prioritas utama untuk menyelamatkan ketahanan pangan dan mengurangi kelaparan sebagai akibat ancaman terhadap proses produksi pertanian sebagai dampak perubahan iklim (UNFCCC, 2015). Hal tersebut sudah lama diperingatkan misanya oleh IPCC 2007, dan Stern, 2007, kalau tidak dilakukan upaya mitigasi dan adaptasi baik secara global, nasional, maupun di tingkat lokal oleh elemen-elemen masyarakat sendiri.

Indonesia dianggap merupakan salah satu penyumbang GRK terbesar setelah Amerika, Cina dan Eropa. Lahan Pertanian Sawah merupakan penyumbang gas CH₄ yang cukup signifikan karena kondisi sawah yang tergenang air memudahkan terjadinya pembentukan gas CH₄. Menurut laporan World Bank , 2007, sektor pertanian merupakan penyumbang utama emisi metana yaitu sebanyak 59 persen dari total emisi metana nasional dan sawah dapat mengemisi 70 persen dan 86 persen N₂O.

Selanjutnya disebutkan bahwa emisi yang bersumber dari lahan sawah dipengaruhi oleh berbagai faktor antara lain pengelolaan hara, pengelolaan air, serta pengelolaan tanam tanaman pada usahatani sawah.

FAO, 2017. Menyebutkan bahwa emisi metana juga dipengaruhi oleh fermentasi dalam proses pencernaan ternak ruminansia.

Pengaruh perubahan iklim terhadap produksi pertanian dapat secara langsung ataupun tidak langsung (Kang, *et al*, 2009). Peningkatan temperatur udara dapat memperpendek fase generatif dan meningkatnya hama dan penyakit yang dapat menyebabkan pengurangan produksi. Ditambahkan oleh FAO (2017), terjadinya penyebaran hama dan penyakit antar wilayah (transboundary) akan semakin meningkat. Demikian pula terjadinya risiko banjir dan kekeringan yang semakin meluas akan mengurangi produksi. Inundasi permukaan air laut dimasa yang akan datang akan mempengaruhi lahan pertanian didaerah pesisir (Amien dan Runtunuwu, 2008).

Indonesia sendiri telah mengalami gejala keragaman iklim seperti pola musim hujan dan kemarau yang tidak menentu, seperti makin panjangnya musim kemarau atau makin pendeknya musim hujan dan demikian juga sebaliknya. Dampak elnino terhadap produksi pertanian Indonesia khususnya produksi padi telah dikaji oleh Naylor, *et al*, 2007, khususnya di daerah persawahan Jawa dan Bali dapat menjadi acuan untuk menetapkan langkah adaptasi dan mitigasi yang diperlukan.

Politik Pertanian dalam menghadapi perubahan iklim nasional diperlukan untuk mendukung politik menghadapi perubahan iklim global. Menurut Giddens (2008) dewasa ini kita belum memiliki politik terhadap perubahan iklim yang efektif.

Oleh karena itu tulisan ini tidak bermaksud menjawab tantangan permasalahan perubahan iklim secara menyeluruh tetapi berupaya membangun kerangka serta instrumen kebijakan yang diperlukan yang dapat dianggap layak dan efektif untuk menghadapi masalah dan tantangan pengelolaan sumber daya alam dan lingkungan di masa sekarang dan yang menjadi semakin kompleks di masa yang akan datang karena terjadinya perubahan iklim. Tulisan ini juga mengasumsikan kearifan lokal dapat dijadikan basis dalam memperkuat ketangguhan masyarakat dalam mengadaptasi dan beradaptasi terhadap perubahan iklim dan sekaligus mengembangkan kemampuan mitigasi. Tujuan spesifiknya adalah mengulas praktek-praktek kearifan lokal yang terkait dengan iklim khususnya praktek yang bersifat adaptif selanjutnya mengulas praktek-praktek sekolah lapangan dalam mengadaptasi

perubahan iklim. Berdasarkan pelajaran pelajaran yang diperoleh, akan dibangun kerangka kebijakan yang mencerminkan berbagai strategi yang perlu di tempuh dalam jangka pendek dan jangka panjang.

SEKOLAH LAPANGAN BERBASIS KEARIFAN LOKAL

Sekolah lapangan adalah wahana belajar bagi masyarakat petani untuk membangun kemampuan dan ketangguhan mereka secara berkelompok dalam mengelola usahatannya secara ekologis dan berkelanjutan (Wienarto, *et al*, 2009). Beberapa contoh sekolah lapangan dalam membangun kemampuan berbasis kearifan lokal adalah sekolah lapangan jasa lingkungan untuk melindungi DAS mikro baik di hulu dan hilir secara terpadu (Thorburn and Craig, 2009). Perintisan sekolah lapangan di Indonesia dimulai dari SLPHT. Dimulai dengan pilot proyek dengan bekerjasama dengan FAO pada tahun 1989 selanjutnya dilanjutkan oleh dukungan finansial World Bank dalam melatih petani petani yang berpartisipasi dalam pelaksanaan sekolah lapangan (Maryono, 2008, Kuswara, *et al* 2009). Menurut van den Berg (2004) sejak pelaksanaan di Indonesia, SLPHT telah di praktekkan di tigapuluh negara tidak saja pada komoditi padi tetapi juga komoditi lainnya seperti sayur sayuran dan kapas. Dampak SLPHT meliputi aspek teknis, sosial dan politik. Dari segi teknis diperoleh pemahaman tentang ciri ciri ekologi, peningkatan hasil, dan pengurangan risiko produksi, sedangkan dari aspek sosial diperoleh pemahaman tentang dinamika kelompok dan keterampilan, sedangkan dari segi politik diperoleh pemahaman tentang keterkaitan antara penelitian dan penyuluhan, serta kemampuan bernegosiasi.

Abbas *et al* (2006) membahas peran sekolah lapangan sebagai instrumen penyuluhan pertanian masa depan demikian pula Diltz mengemukakan bahwa sekolah lapangan dapat dijadikan instrumen pembaharuan penyuluhan pertanian. Asumsi dasar pelaksanaannya adalah memberlakukan petani sebagai ahli dalam usahatannya sendiri (Padmanegara, 2006).

Sebagaimana sekolah lapangan pengendalian hama terpadu (SLPHT) yang menjadikan analisis agroekosistem sawah sebagai dasar untuk pengorganisasian dan tindakan maka SL jasa lingkungan memiliki fokus pada siklus hidrologi sebagai dasar perngorganisasian yang

dipadukan dengan kerangka perikehidupan berkelanjutan (sustainable livelihoods framework) yaitu suatu model konseptual yang membantu masyarakat menganalisis strategi penghidupan mereka terkait dengan faktor-faktor kerentan dari luar dan dalam (Kuswara, *et al* 2009).

Pola pendidikan sekolah lapangan bukan sekedar *learning by doing*, belajar dari lapangan, tetapi suatu proses sehingga para peserta dapat menguasai suatu proses yang menuju kepada *discovery learning* atau penemuan ilmu atau pengetahuan, yang bersifat dinamis dan dapat diterapkan dalam manajemen usahatani ataupun kehidupan sehari-hari. Sekolah lapangan diharapkan dapat menjadi wadah menuju petani tangguh dimasa yang akan datang.

Beberapa ciri sekolah lapangan yang menunjukkan perbedaan dengan sistem penyuluhan yang sering dilaksanakan seperti *training and visit* adalah (1) adanya sarana belajar ciptaan sendiri atau *self generated learning materials* disamping usahatani yang tersedia, (2) adanya fasilitator yang telah mempunyai pengalaman dalam pelaksanaan sekolah lapangan yang mengajak peserta untuk terlibat dalam proses pendidikan.

Kearifan lokal adalah pengetahuan lokal yang diwariskan masyarakat petani secara tradisional atau temuan-temuan baru sebagai hasil pengalaman yang muncul dari peristiwa yang terjadi berulang-ulang. Sauri dan Puspadi (2009) misalnya membahas kearifan lokal masyarakat Batu Nampar, Lombok, dalam mengantisipasi dan adaptasi perubahan iklim terhadap pertanian. Gotongroyong dalam istilah lokal disebut *besiru* yang sebetulnya merupakan suatu upaya masyarakat untuk mengantisipasi hari hujan yang relatif pendek dengan curah hujan yang relatif rendah agar dapat menyelesaikan kegiatan usahatani secara cepat. Penentuan kelompok terkait dengan kemampuan tenaga kerja yang perlu dipersiapkan dalam mengatasi hari hujan yang pendek. Biasanya ada musyawarah dalam kelompok *besiru* dalam menentukan jadwal kerja. Ada petanda-petanda alam yang perlu dipelajari oleh kelompok *besiru* misalnya Nyale yang merupakan musim dan gejala alam yang akan terjadi pada tahun tersebut. Budaya pertanian yang terkait dengan petanda iklim misalnya pembuatan dan manajemen embung, penanaman tanaman penguat terasering, pemeliharaan resim air melalui tanaman keras seperti bambu dan pepohonan lainnya.

Menurut Phongphit dan Nantasuan (2002) kearifan lokal bersifat akumulatif berdasarkan pengalaman turun-temurun pada masyarakat, kelompok masyarakat ataupun individu biasanya atas inisiatif orang-orang arif-pedesaan. Manajemen pengetahuan meliputi penemuan, pertukaran dan transfer pengetahuan termasuk pengalaman pribadi. (Wasko and Faraj, 2005). Selanjutnya dikemukakan bahwa Pengalaman pribadi tidaklah mudah ditransfer tetapi tetap merupakan salah satu strategi dalam manajemen pengetahuan. Menurut Taylor and the Loe (2012) pengetahuan lokal penting untuk mendukung investigasi teknis, pengembangan kebijakan, dan perbaikan proses pengambilan keputusan mengenai lingkungan lokal. Partisipasi diperlukan dalam pertukaran pengetahuan dan hal ini merupakan kapital sosial yang ada pada masyarakat (Coleman, 1988).

Demikian juga Nurwati (2009) menyoroti pemanfaatan pranata-mangsa sebagai instrumen penyuluhan pertanian terkait dengan sifat-sifat iklim di Nusa Tenggara Barat. Ia menyimpulkan bahwa ada kaidah waktu atau musim yang penentuannya berdasarkan (i) perubahan sifat-sifat alam seperti air, angin, udara, tanah dan perbintangan (ii) perkembangan tumbuh-tumbuhan (flora) dan perkembangan hewan (fauna). Ada nilai-nilai ilmiah yang dapat dipelajari berdasarkan hukum alam yang sangat kompleks.

Pranata mangsa banyak dipraktikkan diberbagai wilayah seperti Bali, Sulawesi Selatan, dan pulau Jawa. Pranata mangsa sangat terkait dengan petanda-petanda iklim. Ada tanda-tanda yang mendahului perubahan alam yang dapat dijadikan antisipasi seperti bentang alam, laut, maupun angkasa. Ada petanda yang dapat dijadikan respons terhadap perubahan cuaca dan dapat dijadikan tolok ukur keberhasilan antisipasi.

Dengan landasan pengetahuan tentang fenomena iklim. Petanda-petanda yang bersifat lokal ataupun regional, maka sekolah lapangan iklim dapat dijadikan wadah untuk menggali dan mengkaji lebih lanjut bersama kelompok petani. Telah banyak petanda lokal yang telah berkembang di kalangan masyarakat petani yang belum terdokumentasi secara baik. Pengetahuan lokal atau *indigenous knowleges* yang dihasilkan dapat di rasionalkan melalui pengkajian landasan ilmiahnya sehingga tidak hilang ditelan waktu.

Pengamatan dari hari ke hari, pengalaman dari musim ke musim dalam mengaitkan unsur-unsur pengetahuan lama dan baru itu merupakan mekanisme belajar yang utama bagi petani. Melalui kombinasi antara unsur-unsur pengetahuan yang telah tersimpan dalam alam pikirnya dengan rangsangan baru itulah pengetahuan lokal petani semakin diperkaya (Winarto, *et al*, 2013)

Peserta belajar dalam sekolah lapangan antara lain ditentukan oleh wilayah keberadaan manusia sebagai makhluk sosial yang dapat dibedakan antara wilayah pekerjaan, wilayah interaksi dan wilayah peran. Wilayah pekerjaan menyangkut lingkungan secara teknis termasuk lingkungan sosial. Secara realita petani berhubungan erat dengan lingkungan setempat atau komponen ekosistem seperti tanah, tanaman, air, cuaca dengan segala keragamannya, dan serangga pengganggu tanaman.

Dengan demikian ada pemahaman-pemahaman yang bisa dikembangkan dalam domain ini. Pertama, memahami unsur agroekosistem seperti fungsi sinar matahari, tanah, air, bahan organik, dan banyak fungsi lainnya. Kedua, tanaman, hewan, dan mikroorganisme dalam suatu lokalitas yang terkait dengan berbagai proses biofisik merupakan suatu kesatuan ekosistem. Ketiga, kesadaran perlunya pengelolaan ekosistem yang baik hendaknya merupakan salah satu ciri utama dalam proses belajar melalui sekolah lapangan terutama perannya dalam memanfaatkan sumber daya lahan dan air (Pasandaran dan Haryono, 2013).

Wilayah hubungan antarsesama dimaksudkan untuk (i) membangun dinamika kelompok yang kuat yang mencakup komunikasi, kerjasama, sikap kritis pengembangan keterampilan baik individu maupun kelompok (ii) mengajak peserta memahami nilai-nilai yang terkandung dalam sifat-sifat alam yang berhubungan dengan praktek pengambilan keputusan dalam budidaya tanaman (iii) memahami proses perubahan yang terjadi dalam hal perubahan cuaca dan keragaman iklim, (iv) memahami partisipasi kelompok masyarakat dalam mempelajari tanda-tanda perubahan, dan membangun kerjasama dalam pengembangan pengetahuan lokal (v) membangun kembali kearifan lokal yang sudah ada termasuk gotongroyong dan berbagai ritual.

Wilayah Peran dimaksudkan untuk mengidentifikasi peserta dalam berbagai peran yang dilakukan dan memfasilitasi peserta sebagai subyek

belajar, memfasilitasi komunikasi dan interaksi berbagai pihak, membangun visi lokal tentang iklim menganalisa aturan aturan yang diperlukan untuk mendukung terwujudnya visi, menyusun rencana kerja bersama termasuk pengaturan tata ruang yang diperlukan.

MEMBANGUN KEMAMPUAN ADAPTIF DAN MITIGATIF

Degradasi sumber daya alam dan perubahan iklim merupakan tantangan besar yang dihadapi masyarakat global pada umumnya dan bangsa Indonesia khususnya. Kedua faktor tersebut baik sendiri-sendiri maupun oleh interaksi satu terhadap lainnya mempengaruhi kinerja sektor pertanian termasuk produksi pangan. Lahan dan air merupakan elemen sumber daya alam yang dipengaruhi proses degradasi melalui perubahan fungsi dan jasa ekosistem. Proses tersebut telah berlangsung cukup lama mungkin sejak empat dasawarsa terakhir dan bersama-sama dengan perubahan iklim pengaruhnya terhadap jasa ekosistem seperti merayap sehingga tidak terasa dampaknya menjadi besar (Pasandaran *et al*, 2013)

Masalah ekologis dan perubahan iklim seperti disebutkan diatas telah mendorong manusia secara global apabila tidak ada upaya upaya yang serius menurut Lester Brown (2015) dapat menghantar manusia sampai kepada ujung penghidupan (*world on the edge*). Tidak perlu menunggu sampai generasi berikutnya menghadapi masalah tersebut. Masalah dunia bukan hanya masalah defisit fiskal tetapi yang terutama adalah masalah ekologis. Menurut Leahy dalam *Earth Island Journal* dalam Brown (2015) terjadinya degradasi sumber daya lahan melalui erosi merupakan *silent global crisis*.

Pada tahun 2010 Perserikatan Bangsa Bangsa mengumumkan bahwa secara global disamping erosi telah terjadi perluasan padang gurun (*desertification*). Antara tahun 1978 dan 1987 telah terjadi tambahan padang gurun sebesar 810 mil persegi dan sejak 1987 melonjak jadi 1390 mil persegi. Hal tersebut tidak saja terjadi di Cina tetapi juga di Afrika Timur.

Iklim menjadi semakin tidak stabil. Kurun waktu dimana kecenderungan iklim dapat di prediksi telah menjadi sejarah. Menurut Brown lebih lanjut kita telah menuju jaman temperatur yang semakin tidak dapat di prediksi. Pengaruh peningkatan temperatur terhadap ketahanan

pangan semakin mengkhawatirkan. Apabila temperatur meningkat selama masa pertumbuhan hasil tanaman akan berkurang. Menurut berbagai pakar ekologi tanaman diperkirakan penambahan temperatur satu derajat selsius akan menurunkan hasil sebesar 10 persen. Pengaruh terhadap fotosintesis walaupun mula-mula meningkat namun setelah *leveling off* sampai temperatur 35 derajat selsius mulai menurun. Naylor *et al* (2007) juga mempunyai pandangan yang sama dalam mengukur dampak elnino terhadap produksi padi di pulau Jawa.

Penurunan kemampuan global dalam kemampuan ekologis pada hakekatnya akan menghantar manusia secara global tidak saja pada keterpurukan ekonomi tetapi juga keterpurukan sosial karena pemikiran-pemikiran ekonomi dewasa ini masih tidak sinkron dengan perkembangan ekosistem padahal ekonomi sangat tergantung pada ekosistem. Munculnya negara-negara gagal dewasa ini akan semakin meluas dan dipercepat. Stabilitas harga pangan dunia menjadi terancam terutama karena langkanya ketersediaan air dan di berbagai negara besar seperti India dan Cina karena merosotnya permukaan airtanah. Hal ini akan diperparah dengan semakin langkanya ketersediaan energi yang berasal dari minyak bumi.

Pandangan yang sama telah dikemukakan oleh Beddington (2015) yang meramalkan bahwa pada tahun 2030 dunia memerlukan lima puluh persen produksi dan energi dan lebih banyak dari tahun 2015 demikian pula air tawar lebih banyak 30 persen walaupun upaya adaptasi dan mitigasi dengan *business as usual* sedang berlangsung. Ancaman ini disebut sebagai *perfect storm*. Tidak akan terjadi ambruk total tetapi apa yang dihadapi akan menjadi sangat mengkhawatirkan kalau tidak terjadi langkah-langkah yang lebih serius menghadapi persoalan tersebut. Produksi pertanian diupayakan oleh berbagai negara agar terus meningkat karena ditantang oleh perubahan iklim, kenaikan harga energi dan peningkatan populasi penduduk. Namun karena terbatasnya ketersediaan sumber daya lahan dan air maka diduga akan terjadi kelangkaan pangan, energi, dan air dan akan menyebabkan peningkatan jumlah negara gagal, dan meningkatnya ketegangan internasional. Akan terjadi peningkatan jumlah migrasi karena meningkatnya konflik. Ketegangan tidak saja terjadi dinegara-negara miskin yang sedang berkembang tetapi juga dinegara-negara besar seperti India dan China.

Adaptasi adalah suatu respons terhadap stimulus iklim dan akibatnya baik yang bersifat antisipatif maupun reaktif yang dapat mereduksi dampak negatif ataupun yang dapat memberi peluang-peluang yang menguntungkan (Sutarya, *et al*, 2009). Kegiatan adaptif yang bersifat antisipatif misalnya perubahan pola tanam dalam menghadapi perkiraan terjadinya musim kemarau yang panjang. Kegiatan adaptif yang bersifat reaktif misalnya penanaman kembali setelah terjadinya banjir. Belum ada data komprehensif yang menunjukkan keberhasilan kegiatan adaptif namun ada kasus-kasus yang terjadi yang menunjukkan keberhasilan dalam mengantisipasi musim kemarau yang panjang (Hananto dan Hutahean, 2016).

Sekolah lapangan dapat mempraktekan kajian-kajian adaptif termasuk (i) pengaturan kalender tanam (ii) penggantian tanaman berdasarkan ketersediaan air dengan tanaman hemat air atau tanaman yang tahan terhadap banjir (iii) kajian tentang penerapan mulsa sebagai instrumen manajemen kelembaban air di daerah lahan kering dan penerapan bahan organik untuk mengikat air dalam tanah, (iv) kajian keanekaragaman tanaman yang mempunyai karakter toleran terhadap kekeringan dan genangan air yang dalam, dan dalam wilayah yang luas jaringan sekolah lapangan dapat mengkaji komposisi spasial berdasarkan pertimbangan ekonomi dan ekologi.

Mitigasi adalah kegiatan yang dilakukan bersama-sama dalam skala yang luas yang dapat mereduksi gas rumah kaca dan yang dapat memulihkan degradasi sumber daya alam. Kegiatan yang dilakukan dapat berupa mobilisasi sumber daya manusia untuk melaksanakan gerakan penghijauan atau kegiatan yang telah melembaga seperti gotongroyong memperbaiki jaringan dan pengelolaan irigasi, perbaikan resapan air melalui upaya konservasi dan *water harvesting*. Praktek pengelolaan usaha tani yang dapat menghemat penggunaan karbon (Dariah, *et al*, 2015) atau *carbon efficient farming* dalam skala luas merupakan contoh kegiatan mitigatif.

Sekolah lapangan dapat mendukung-kegiatan mitigatif dalam hal (i) memperkuat kearifan lokal dalam memperbaiki lingkungan lokal yang mampu mereduksi GRK (ii) memperbaiki daerah resapan (*catchment area*) melalui konservasi dan perbaikan komposisi tanaman (iii) merancang aturan lokal yang memperbaiki tata ruang yang mampu mendukung kehidupan lokal baik dari perspektif ekologis dan sosial.

Wilayah pengkajian sekolah lapangan dapat dilakukan bersama sama baik yang bersifat adaptif dan mitigatif dengan pendekatan yang bersifat antisipatif maupun reaktif. Untuk maksud tersebut perlu dibangun materi pembelajaran sekolah lapangan menghadapi keragaman iklim. Dalam sekolah lapangan materi pembelajaran hendaknya disusun bersama petani dan kelompoknya dengan sebanyak mungkin memanfaatkan potensi lokal. Pembelajaran sedapat mungkin dilakukan di lapangan sehingga petani dapat bersama-sama menghayati proses yang terjadi dan merasakan perkembangan yang selama ini kurang diperhatikan.

Pendekatan proses belajar dimulai dari (i) melaksanakan, (ii) kemudian mengungkapkan, (iii) menganalisis dan (iv) selanjutnya menyimpulkan. Proses dapat dilaksanakan berulang-ulang dalam menuju proses pemantapan kesimpulan. Semua orang yang terlibat dalam proses pembelajaran adalah murid sekali gus guru yang sama sama mencurahkan perhatian pada obyek yang dituju. Konsekwensinya proses belajar mengajar menjadi proses komunikasi dalam berbagai bentuk seperti diskusi kelompok, diskusi pleno, dan bermain peran dengan media yang memungkinkan terjadinya dialog kritis antar berbagai individu yang terlibat dalam proses belajar.

Dalam kerangka adaptasi dan mitigasi perubahan iklim yang menjadi sarana belajar utama adalah indikator perubahan alam seperti perubahan karakteristik aliran air, karakteristik musim seperti musim kemarau yang panjang, musim hujan dan wilayah banjir. Belajar dari pengalaman tokoh masyarakat juga diperlukan terutama tokoh-tokoh yang menginisiasi kearifan lokal atau yang mempunyai pengetahuan yang dalam dan luas mengenai kearifan lokal.

Informasi dan teknologi yang berasal dari luar juga dikaji bersama sebagai bahan kajian untuk dianalisis dan disimpulkan. Proses pembelajaran hanya dapat dimulai apabila ada kesadaran individu yang kemudian dikembangkan menjadi kesadaran kelompok berdasarkan keingintahuan (*curiosity*) yang mendorong petani untuk bertanya atau mengamati.

KERANGKA KEBIJAKAN MEMPERKUAT KEMAMPUAN PETANI

Secara global perubahan iklim telah menjadi isu politik dan menjadi perhatian publik namun masih ada perbedaan dalam hal langkah-langkah

kebijakan yang diperlukan karena pemahaman yang bersifat parsial dan cenderung berorientasi kepentingan ekonomi nasional. Amerika Serikat dibawah kepemimpinan Donald Trump malahan menarik diri dari Paris Agreement 2015 dan belum diketahui apa efek dari penarikan tersebut. Apakah Donald Trump akan konsisten dengan pandangannya?. Di Indonesia sendiri walaupun sudah ada rencana definitif nasional politik perubahan iklim masih belum efektif antara lain disebabkan oleh politik sektoral yang tidak bertumpu pada suatu kerangka dasar yang terintegrasi dan berorientasi jangka panjang. Menurut Giddens (2008) pembahasan publik tentang perubahan iklim cenderung dilakukan dalam lingkup terbatas dan terkotak-kotak.

Pengkajian pengaruh keragaman iklim terhadap produksi pangan telah dilakukan misalnya oleh Boer (2007) yang menghitung estimasi penurunan produksi pangan yang disebabkan oleh kenaikan suhu udara. Demikian pula dampak elnino terhadap produksi padi Indonesia oleh Naylor, *et al* (2007). Keragaman iklim bersama-sama dengan degradasi sumber daya alam juga mempengaruhi performa jasa ekosistem dengan semakin beragam dan meluasnya gejala-gejala ekstrim seperti banjir dan kekeringan yang menyebabkan terjadinya gagal panen khususnya tanaman padi (Pasandaran, *et al*, 2011). Meningkatnya frekwensi terjadinya banjir ekstrim juga dilaporkan oleh Putuhena, *et al* (2002) diberbagai wilayah sungai di pulau Jawa. Masih ada pengaruh pengaruh lainnya seperti perubahan pola tanam dan bergesernya golongan tanam (Shofiyati,2013) yang belum dapat dihitung akibatnya terhadap produksi pangan.

Masyarakat petani adalah pengguna jasa ekosistem terbesar dalam produksi pangan dan pertanian pada umumnya oleh karena itu setiap strategi penguatan ketahanan pangan termasuk upaya adaptasi dan mitigasi terhadap perubahan iklim pada tingkat lokal, regional, atau nasional hendaknya berpangkal dari pola pikir bahwa masyarakat petani merupakan arus utama yang perlu di fasilitasi untuk memperkuat kreatifitasnya sehingga muncul suatu masyarakat belajar (*learning society*) yang mampu menggunakan potensi penuh yang ada pada mereka. Seperti yang telah dibahas sebelumnya sekolah lapangan adalah metode yang digunakan dalam membangun kemampuan adaptif dan mitigatif.

Oleh karena itu upaya mitigasi dan adaptasi terhadap perubahan iklim tidak dapat dilakukan sendiri-sendiri karena hanya menghasilkan kegiatan yang sporadis dan tidak menghasilkan dampak yang besar dalam

mengatasi permasalahan yang dihadapi. Demikian pula diperlukan suatu pendekatan keterpaduan baik dalam hal aturan kelembagaan ditingkat nasional maupun lokal demikian pula koherensi antara berbagai peraturan dengan langkah-langkah kebijakan.

Untuk melaksanakan upaya-upaya keterpaduan yang dapat menghasilkan suatu dampak yang luas diperlukan strategi jangka panjang yang merujuk pada suatu kerangka dasar yang dapat diterima oleh berbagai pihak dan berdasarkan prinsip-prinsip operasional yang secara konsisten dilaksanakan oleh berbagai pihak.

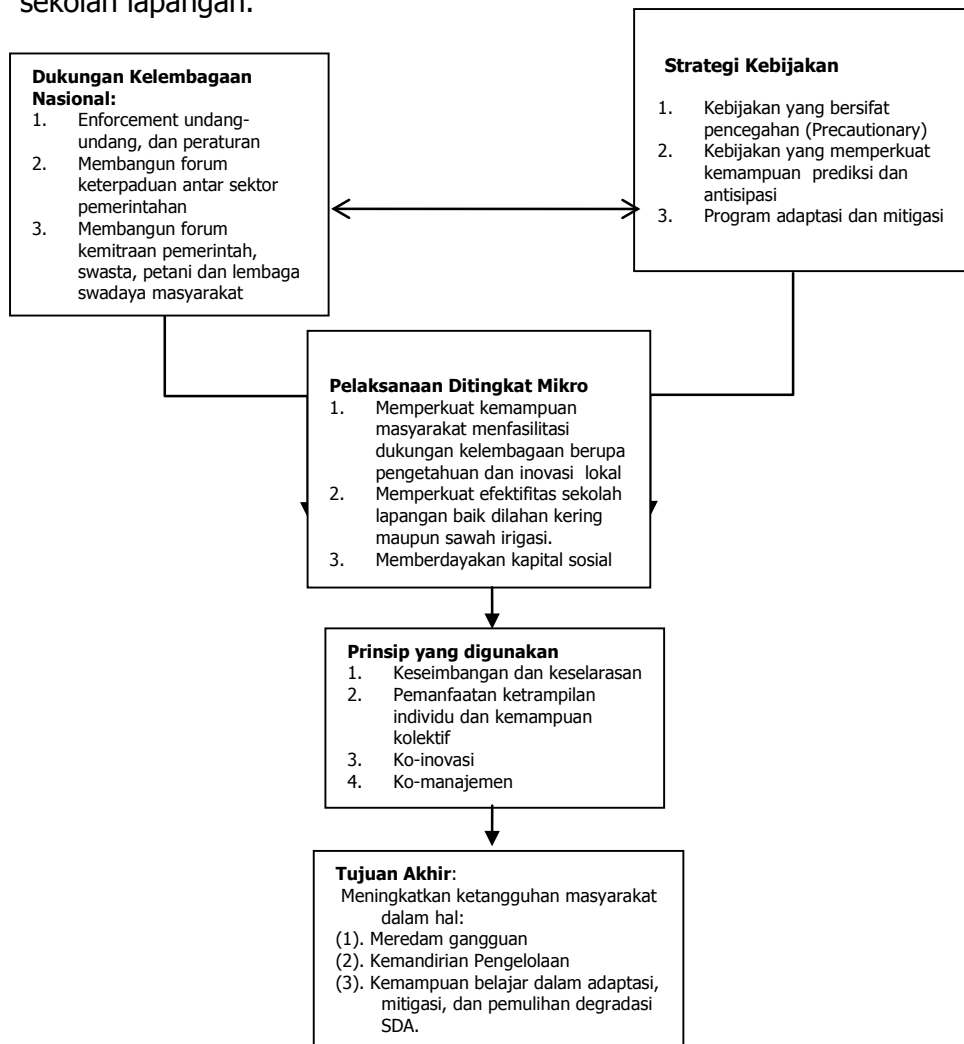
Oleh karena perubahan iklim adalah kepentingan bersama maka pengelolaan adaptif merupakan salah satu instrumen untuk memperkuat ketangguhan masyarakat dalam menghadapi perubahan iklim. Namun demikian upaya memperkuat kemampuan adaptif masyarakat petani diharapkan dapat sekaligus memperkuat ketangguhan mitigatif karena baik upaya kebijakan maupun dukungan kelembagaan memerlukan pendekatan keterpaduan.

Perubahan iklim sering diinterpretasikan petani sebagai sesuatu yang tidak lazim. Merujuk pada Crate dan Nuttall (2009:9), perubahan iklim kerap kali dipahami masyarakat lokal bukan sebagai sesuatu yang akan terjadi di masa depan, melainkan sebagai sesuatu yang terjadi secara tiba-tiba yang mendorong mereka untuk berjuang dalam memahami, menegosiasikan, dan meresponnya (Winarto *et al*, 2013). Dipihak lain dengan adanya petanda iklim yang dikuasai masyarakat lokal petani diharapkan dapat membangun dan memperkuat kearifan lokal yang ada (Istiqlal Amin, 2009)

Secara umum tujuan strategi kebijakan yang ditempuh adalah memperkuat ketangguhan masyarakat petani dalam menangani kerusakan ekologi dan dampak perubahan iklim secara terencana dalam jangka panjang Gambar 1 menunjukkan hubungan antara determinan yang mendukung terwujudnya tujuan. Ketangguhan masyarakat (*society resilience*) direfleksikan dalam tiga hal yaitu (i) kemampuan dalam menyangga gangguan (*disturbance*), (ii) kemampuan dalam melakukan pengelolaan mandiri (*self-organizing*), dan (iii) kemampuan belajar adaptasi dan mitigasi.

Kemampuan meredam gangguan pada hakekatnya adalah kemampuan mengantisipasi gangguan dan melakukan tindakan untuk

mengatasi gangguan melalui penyesuaian-penyesuaian yang diperlukan. Semakin baik kemampuan meredam semakin meningkat kemampuan adaptif. Pertanyaannya adalah bagaimana caranya memperkuat kemampuan adaptif? Untuk menjawab pertanyaan ini, paling sedikit dua faktor yang perlu diperhatikan, yaitu praktek-praktek adaptif dan mitigatif yang baik (*good adaptive practices*) dan besarnya wilayah yang mempraktekkan kemampuan adaptif tersebut. Sekolah lapangan adalah contoh dari praktek adaptif dan mitigatif yang baik mulai dari tingkat kelompok usahatani kemudian dikembangkan melalui jaringan kemitraan sekolah lapangan.



Gambar 1 menjelaskan bahwa ditingkat nasional diperlukan dukungan aturan-aturan kelembagaan (*enabling Institutional environment*) baik berupa undang-undang maupun peraturan yang memungkinkan terbangunnya pendekatan keterpaduan antar sektor pemerintahan, dan terbangunnya kemintraan antar berbagai pihak seperti pemerintah, swasta, masyarakat petani, dan lembaga swadaya masyarakat.

Gambar 1. Kerangka dasar kebijakan adaptasi dan mitigasi terhadap perubahan iklim berbasis kearifan lokal.

Selanjutnya ada strategi kebijakan yang perlu ditempuh dengan tujuan kebijakan yang sedapat mungkin bersifat *precautionary* yaitu mengupayakan terjadinya pencegahan agar tidak terjadi proses yang berdampak negatif lebih lanjut seperti degradasi sumber daya lahan dan air, penurunan produktifitas, dan kelangkaan produksi pertanian seperti kelangkaan pangan. Walaupun prediksi perubahan dan keragaman iklim sulit dilakukan namun tetap diupayakan kebijakan yang mendorong kemampuan antisipatif melalui kearifan lokal. Selanjutnya dikembangkan berbagai program yang mendukung upaya adaptasi dan mitigasi tidak saja dari bantuan pemerintah tetapi juga dari pihak lain seperti swasta, masyarakat petani, dan lembaga swadaya masyarakat. Baik dukungan kelembagaan nasional maupun strategi kebijakan yang ditempuh bermuara pada dukungan untuk melaksanakan kemampuan ditingkat mikro yaitu memperkuat kemampuan masyarakat lokal dalam pelaksanaan sekolah lapangan dengan memberdayakan kapital sosial yang ada dan fasilitasi dukungan teknologi dan inovasi lainnya yang berasal dari luar yang perlu dikaji lebih lanjut dalam wadah sekolah lapangan.

Dalam pelaksanaan ditingkat mikro, ada prinsip-prinsip yang perlu diperhatikan dalam pelaksanaannya yaitu : 1) keseimbangan dan keselarasan dengan mempertimbangkan berbagai faktor yang mempengaruhi proses pengambilan keputusan ditingkat lapangan sehingga diperoleh perpaduan yang dianggap paling baik dan untuk selanjutnya dikaji terus-menerus berbagai perpaduan tersebut dalam menghadapi perubahan dan keragaman iklim. 2) pemanfaatan keterampilan individu untuk menghasilkan kemampuan kolektif yang maksimal dan 3) kesepakatan Bersama bahwa inovasi yang dihasilkan adalah inovasi bersama (ko-inovasi) dan 4) manajemen bersama.

Hasil pelaksanaan ditingkat mikro yang tangguh karena didukung secara nasional oleh kelembagaan dan strategi yang memadai dan prinsip prinsip pelaksanaan yang ditunjang oleh kearifan lokal yang semakin progresif maka tujuan akhir diharapkan dapat tercapai. Tujuan yang ingin dicapai adalah meningkatkan ketangguhan masyarakat petani yang merupakan arus utama dalam hal meredam gangguan yang berasal dari luar karena keragam iklim, membangun kemandirian pengelolaan dan membangun kemampuan belajar dalam adaptasi,mitigasi dan pemulihan degradasi sumber daya alam.

Seperti telah dibahas sebelumnya kerangka dasar kebijakan tersebut diharapkan dapat menjadi acuan baik dalam jangka pendek maupun jangka panjang untuk mendukung upaya memperkuat ketangguhan sosial dalam menghadapi keragaman dan perubahan iklim. Bila kerangka dasar seperti gambar 1 tentang pendekatan penyuluhan yang selama ini dilaksanakan dianggap tidak memadai, diperlukan penyesuaian-penyesuaian melalui sistem penyuluhan dalam lingkup yang luas yaitu melalui sekolah lapangan iklim berbasis kearifan lokal dan konsolidasi jejaring sosial dalam hubungannya dengan jejaring ekosistem pada berbagai jenjang mulai dari suatu lokalita, wilayah, nasional, dan global. Penyesuaian yang diperlukan antara lain menyangkut peran penyuluh sebagai fasilitator sekolah lapangan dan konsekwensinya peran penyuluh untuk bekerja bersama petani dilapangan dan belajar dari petani sebagai umpan balik terhadap pelaksanaan kebijakan yang ada.

Dalam proses pelaksanaan diperlukan berbagai tahap. Pertama , pemahaman awal tentang kearifan lokal yang ada yang terkait dengan perubahan dan keragaman iklim.Tahap ini mengasumsikan bahwa telah ada kearifan lokal yang memerlukan pemahaman oleh peserta sekolah lapangan. Dengan demikian lokasi dibatasi pada lokalita yang telah mempunyai kearifan lokal. Pada lokalita yang belum ada melalui proses pengembangan kemitraan diharapkan akan ada perluasan pendekatan dengan pemahaman bahwa sekolah lapangan diterapkan dalam skala yang lebih luas sehingga efeknya terjadi dalam skala luas.

Asumsi lain yang perlu diperhatikan Kearifan lokal itu sendiri tidak berada di ruang vakum, dan selalu dapat berinteraksi dengan perubahan alam, maupun pengaruh dari luar. Sehingga di dalam sekolah lapangan, praktek-praktek dan kelembagaan yang ada perlu dikaji, diuji dan diaktualisasikan terhadap kondisi ekosistem dan sosial ekonomi masyarakat

yang berkembang. Dengan demikian praktek yang kurang cocok dapat diperbaiki dan yang sudah baik dapat diperkuat untuk kemaslahatan masyarakat lokal.

Tahap kedua adalah proses pembelajaran yang berulang. Dalam tahap ini sekolah lapangan memungkinkan proses yang mengakomodasi berbagai pengetahuan yang ada baik antar komunitas maupun diluar komunitas yang ada. Tujuannya adalah terciptanya kemampuan menghasilkan suatu masyarakat belajar atau *learning society* yang terus menerus meningkatkan keterampilan individu dan kolektif dalam skala luas dan dalam jangka panjang akan dapat secara efektif melakukan antisipasi, adaptasi, dan mitigasi dari dampak perubahan iklim.

Tahap ketiga adalah peningkatan keterampilan individu dan kolektif sebagai konsekuensi lebih lanjut dari munculnya masyarakat belajar. Keterampilan individu dan kolektif diharapkan dapat mendorong kemampuan inovasi bersama dan manajemen bersama. Inovasi bersama dan manajemen bersama akan mendorong munculnya ketangguhan sosial dalam menghadapi berbagai gangguan baik dari dalam maupun dari luar.

Dalam interaksinya dengan ekosistem akan muncul ketangguhan ekologis yaitu melalui proses pembelajaran berulang, peningkatan keterampilan individu dan peningkatan kemampuan inovatif dan manajemen bersama. Selanjutnya ketangguhan ekologi seperti tertera pada gambar 2 berkontribusi pada upaya memperkuat kemampuan antisipasi perubahan yang akan terjadi dan juga kemampuan adaptasi dan mitigasi.

Ketangguhan sosial pada gambar 2 antara lain bercirikan penerimaan sosial terhadap berbagai strategi adaptasi, mitigasi dan antisipasi. Strategi-strategi yang dihasilkan juga berupa respons sosial terhadap perubahan-perubahan yang terjadi baik didalam ekosistem maupun masyarakat luas. Kemampuan melakukan respons menurut aturan pembagian tugas ataupun praktek-praktek dilapangan yang bersifat adaptif dan mitigatif dapat terjadi bersamaan apabila kearifan lokal bisa mengandung kedua ciri tersebut. Sebagai contoh praktek usahatani yang menghemat air dimusim kemarau bersifat adaptif namun apabila dikombinasikan dengan pembenaman bahan organik sekaligus bersifat mitigatif.

Oleh karena perubahan iklim adalah masalah global dan masalah bangsa Indonesia langkah pertama yang perlu ditempuh adalah identifikasi

berbagai opsi yang akan ditempuh yang diperoleh dari pengetahuan dan pengalaman yang ada selama ini dan selanjutnya melakukan sosialisasi opsi-opsi tersebut kepada masyarakat lokal melalui pendekatan sekolah lapangan.

Opsi-opsi yang diterima masyarakat dalam interaksi dengan kearifan lokal diharapkan akan memperkuat ketangguhan sosial dan ketangguhan ekologis. Yang dimaksud dengan ketangguhan adalah kemampuan menahan goncangan ataupun kemampuan memulihkan goncangan lingkungan secara cepat untuk kembali ke keseimbangan awal ataupun ke keseimbangan baru yang mencerminkan kemampuan adaptasi terhadap kecenderungan yang terjadi. Konsep ketangguhan dalam menghadapi perubahan iklim bersifat dinamis dan multi-keseimbangan. Jadi konsep keseimbangan sebagai salah satu prinsip yang dipakai dalam pelaksanaan sekolah lapangan, seperti pada gambar 1 bersifat dinamis. Sebagai akibatnya prinsip keselarasan juga bersifat dinamis.

Ada hubungan timbal balik antara ketangguhan sosial dan ketangguhan ekologis. Masyarakat yang mempunyai ketangguhan sosial yang tinggi diharapkan mampu menopang ketangguhan ekologis. Sehingga ketangguhan ekologis diharapkan semakin kuat. Ketangguhan sosial yang muncul pada hakekatnya tidak saja ditujukan untuk menghadapi goncangan lingkungan ataupun iklim tetapi juga dalam menghadapi pengaruh-pengaruh dari pihak luar baik yang bersifat politik ataupun penetrasi pola-pola kehidupan yang dapat mengganggu ketangguhan ekologis dan kehidupan masyarakat setempat. Ada pengaruh-pengaruh positif yang perlu diintegrasikan namun ada pengaruh-pengaruh negatif yang perlu ditolak. Demikian pula ketangguhan ekologis berdasarkan proses pembelajaran yang diperoleh akan memberi stimulan bagi masyarakat untuk memperkuat ketangguhan sosial.

Seperti telah dibahas sebelumnya ketangguhan sosial dan ekologis terjadi melalui proses yang berulang. Sekolah Lapangan Iklim yang berbasis kearifan lokal secara terus menerus perlu dilengkapi dengan pengetahuan-pengetahuan lainnya yang juga diintroduksi melalui berbagai pendekatan sekolah lapangan iklim yang ada dewasa ini. Hal ini dimaksudkan agar terjadi pendekatan yang bersifat holistik dan yang dapat dilaksanakan dengan efektif dan efisien. Pendekatan sekolah lapangan yang terus menerus termasuk pengkajian pengetahuan yang berasal dari luar diharapkan dapat memperkaya memori petani karena itu tidak cukup

dilakukan hanya dalam kurun waktu satu atau dua tahun (Stigter dan Winarto, 2012). Karena perubahan iklim adalah peristiwa yang terjadi secara akumulatif maka sekolah lapangan harus terus menerus dilakukan sehingga terjadi akumulasi kearifan lokal.

Oleh karena itu perlu dibangun pendekatan kolaboratif dengan membangun dukungan ilmiah terhadap kearifan lokal yang sudah ada dan selanjutnya perlu pendekatan kelembagaan untuk memanfaatkan potensi penuh yang ada pada masyarakat tani dalam melaksanakan proses adaptasi dan mitigasi.

Seperti telah dibahas sebelumnya pada tingkat masyarakat petani upaya memperkuat ketangguhan sosial yang dilaksanakan melalui pendekatan sekolah lapangan iklim (SLI yang pada akhirnya bermuara pada ketangguhan ekologis, maka dalam proses yang bersamaan secara gradual diharapkan terjadi perbaikan sumber daya alam yang mengalami proses degradasi. Dapatlah disimpulkan bahwa terciptanya ketangguhan sosial sebagai akibat dari berbagai proses yang terjadi sebelumnya merupakan salahsatu prasyarat bagi perbaikan pengelolaan bersama sumber daya alam dalam jangka panjang.

Agar SLI dapat mempunyai dampak yang luas misalnya dalam lingkup seluruh wilayah sungai atau Daerah aliran Sungai (DAS) yang besar maka jaringan antar masyarakat lokal melalui berbagai SLI berbasis kearifan lokal perlu dikembangkan. secara luas meliputi wilayah suatu DAS. Upaya tersebut perlu di tunjang oleh suatu pendekatan penyuluhan yang menyeluruh yang seperti dikemukakan sebelumnya dapat memfasilitasi terwujudnya sekolah lapangan berbasis kearifan lokal pada suatu lokalita. Selanjutnya pendekatan penyuluhan dilaksanakan melalui pendekatan kemitraan yaitu memfasilitasi terwujudnya forum antar kelompok masyarakat pada berbagai jenjang untuk (i) membahas masalah-masalah yang terkait dengan upaya penguatan jaringan, (ii) selanjutnya melakukan pertukaran pendapat dalam membahas perubahan iklim dengan merujuk pada kerangka dasar yang telah ditetapkan dan proses penguatan ketangguhan sosial dan ekologis melalui penguatan kearifan lokal.

Forum yang terdiri dari berbagai pemangku kepentingan tersebut menurut Pasandaran dan Haryono(2013) harus didasarkan pada pendekatan kemitraan setara atau equal partnership dengan tujuan: (i) memperkuat kemampuan kearifan lokal lokal dalam melaksanakan praktek

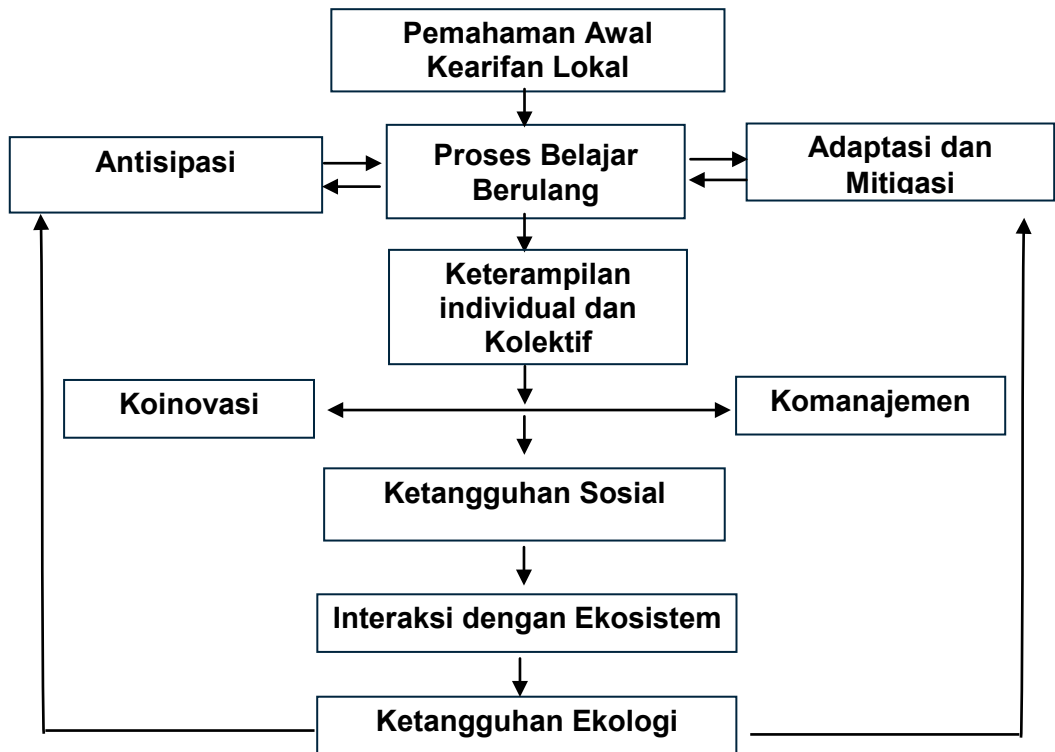
pengelolaan yang baik (*good management practices*), (ii) menjamin hak-hak anggota masyarakat termasuk petani miskin untuk memperoleh akses terhadap jasa ekosistem seperti air, (iii) menjamin terselenggaranya pemanfaatan lahan dan air untuk berbagai tujuan termasuk dukungan terhadap diversifikasi usaha tani, dan (iv) identifikasi masalah-masalah strategis yang bersifat lintas batas (*transboundary issues*) yang perlu dipecahkan untuk memperkuat eksistensi jaringan kemitraan, dan Kebijakan yang memperkuat kemampuan prediksi dan antisipasi, dan mitigasi.

Untuk maksud tersebut diperlukan suatu proses pembelajaran yang berulang-ulang yang kerangka dasarnya seperti tertera pada gambar 2. Proses tersebut dimulai dengan pemahaman awal kearifan lokal oleh peserta sekolah lapangan dan selanjutnya proses proses belajar yang berulang. Melalui proses belajar yang berulang kemampuan antisipasi, adaptasi dan mitigasi dapat ditingkatkan, demikian pula keterampilan individu dan kolektif. Selanjutnya dikembangkan prinsip ko-inovasi dan ko-manajemen yang dalam interaksinya dengan keterampilan individu dan kolektif akan mewujudkan ketangguhan sosial. Pada akhirnya interaksi antara ketangguhan sosial dengan ekosistem secara terus-menerus akan mewujudkan ketangguhan ekologi. Pembentukan ketangguhan ekologi sebagai umpan balik kemampuan antisipasi, adaptasi dan mitigasi akan terus ditingkatkan.

Dalam lingkup wilayah yang luas strategi penyuluhan termasuk keperluan memfasilitasi masyarakat dengan teknologi informasi termasuk teknologi digital dan kemampuan dalam pengelolaan data termasuk didalamnya kemampuan dalam analisis data pada berbagai jenjang bentangan lahan (*landscape*). Pemetaan tentang penerimaan masyarakat diperlukan sebagai langkah operasional mendukung strategi penyuluhan.

Sebagai akibat dari proses belajar yang berulang-ulang yang diterapkan melalui SLI berbasis kearifan lokal diharapkan akan menjadi proses yang dinamis dalam menanggapi berbagai perubahan yang terjadi baik terhadap sinyal yang berasal dari alam maupun dari faktor-faktor luar. Sebagai akibat lebih lanjut aturan-aturan kelembagaan dan praktek-praktek yang terkait dengan mitigasi dan adaptasi harus terus-menerus dievaluasi melalui berbagai forum dan jaringan yang terkait dengan SLI. Inisiatif untuk melaksanakan evaluasi dapat berasal dari birokrasi

pemerintah ditingkat lapangan maupun kelompok masyarakat yang mendapatkan pengetahuan baru melalui proses pembelajaran.



Gambar 2. Kearifan Lokal sebagai Landasan membangun Ketangguhan Sosial dan ekologi

Pada akhirnya proses pembelajaran yang berulang-ulang dan dalam skala yang luas melalui dukungan berbagai pihak yang terkait akan menghasilkan suatu masyarakat belajar yang luas dengan pertukaran dari berbagai kearifan lokal dan pengetahuan lainnya secara dinamis yang dalam jangka panjang menghasilkan ketangguhan sosial dan ekologis yang luas jangkauannya.

PENUTUP

Sekolah Lapangan Iklim berbasis kearifan lokal yang difasilitasi oleh berbagai pihak menempatkan petani baik sebagai individu maupun kolektif secara dinamis melakukan proses pembelajaran untuk memanfaatkan potensi keterampilan dan pengetahuan mereka secara penuh. Disamping pemanfaatan keterampilan dan pengetahuan setempat pelaksanaan sekolah lapangan juga didasarkan pada prinsip-prinsip inovasi dan manajemen sumber daya alam yang ada. Sebagai konsekwensinya diharapkan akan terwujud suatu masyarakat belajar (*learning society*) yang dapat menghasilkan ketangguhan sosial dan ekologis dalam menghadapi dinamika keragaman iklim.

Untuk maksud tersebut diperlukan kerangka dasar kebijakan yang ditunjang oleh dukungan kelembagaan nasional yang dijadikan rujukan berbagai produk perundang-undangan yang terkait dan peraturan peraturan yang memungkinkan terjadinya pendekatan keterpaduan antar berbagai pihak seperti birokrasi pemerintah, pihak swasta, dan lembaga swadaya masyarakat. Tujuan kebijakan didasarkan pada strategi yaitu kebijakan yang bersifat pencegahan, kebijakan yang memperkuat kemampuan prediksi dan antisipasi serta program-program adaptasi dan mitigasi.

Ditingkat lapangan untuk memperkuat pelaksanaan sekolah lapangan berbasis kearifan lokal juga para peserta diperkuat dengan berbagai pengetahuan yang berasal dari luar. Peranan penyuluhan diperlukan dengan pendekatan fasilitasi dan keterlibatan langsung sebagai peserta sekolah lapangan yang tidak menggurui tetapi belajar bersama dengan petani. Pada hakekatnya hal ini adalah pendekatan kemitraan berdasarkan prinsip kesetaraan untuk mewujudkan praktek pengelolaan sumberdaya alam yang baik, menjamin hak anggota untuk memperoleh akses terhadap sumber daya yang ada termasuk pengetahuan dan keterampilan dan akses terhadap jasa ekosistem. Dalam skala luas untuk dapat mengidentifikasi masalah masalah strategis yang bersifat lintas batas yang perlu dipecahkan melalui pendekatan jaringan kemitraan sehingga memungkinkan terwujudnya peningkatan kemampuan antisipasi dan prediksi dalam skala luas.

DAFTAR PUSTAKA

- Abbas, S., Ruyat Wiratmadja, dan E.Pasandaran, 2006. Sekolah Lapangan sebagai Instrumen Penyuluhan Pertanian. Dalam Kasrino,F.E. Pasandaran, dan A.M. Fagi (Penyunting). Membalik Arus Menuai Kemandirian Petani, Yayasan Padi Indonesia
- Dariah, A. 2013. Sistem Pertanian Efisien Karbon Sebagai Bentuk Adaptasi Dan Mitigasi Sektor Pertanian Terhadap Perubahan Iklim. *Dalam*. Haryono, E. Pasandaran, M. Syarwani, A. Dariah, M. Pasaribu, NS Saad (edt) Politik Pembangunan Pertanian Menghadapi Perubahan Iklim. Badan Litbang Pertanian. IAARD PRESS.
- Amien, I., G. Irianto dan E. Pasandaran. 2009. Membanguan Landasan Klimatologis Petanda Iklim Lokal. Dalam. Wienarto, N., I. Amien, Haryono, dan E. Pasandaran (edt). Kearifan Lokal sebagai Landasan Membangun Sekolah Lapangan Iklim. Badan Litbang Pertanian. Jakarta.
- Amien, L. I. and E. Runtuu. 2008. Impacts of and Adaptation to Climate Change: Status and Application in Agriculture. Paper presented at EEPSEA (IDRC Economic and Environmental Program for South East Asia) Climate Change Conference. Bali, Indonesia 13-15 February 2008. Accessed at http://www.eepsea.cc-sea.org/pages/paper/A10%20_Amien.pdf.
- Ananto, EE. dan L. Hutahean, 2016. Irigasi Pedesaan Berbasis Masyarakat. Dalam: Pasandaran, E., R. Heriawan dan M. Syakir (edt) Sumber daya Lahan dan Air Prospek Pengembangan dan Pengelolaan. Badan Litbang Pertanian. IAARD PRESS.
- Nurwati, A. 2009. Pemanfaatan Pranata Mangsa Dalam Penyuluhan Masa Tanam Yang Tepat Di Nusa Tenggara Barat. Dalam. Wienarto, N., I. Amien, Haryono, dan E. Pasandaran (edt). Kearifan Lokal sebagai Landasan Membangun Sekolah Lapangan Iklim. Badan Litbang Pertanian. Jakarta.
- Beddington, J. 2015. Food Energy Water and the Climate: A Perfect Storm of Global Events? Mpst.beddington@bis.gsi.gov.uk
- Beddington, J. 2015. The Perfect Storm Scenario. Population Institute. Mpst.beddington@bis.gsi.gov.uk

- Boer, R. *et al.* (2007), Indonesian Country Report: Climate Variability and Climate Change and Their Implications, edited by G. o. Indonesia, Jakarta, Republik of Indonesia.
- Brown, L, 2015. Outgrowing the Earth: The Food Security Challenge in an Age of Falling Water Table and Rising Temperature, W.W.Norton and CO, Earth Policy Institute: New York.
- Coleman, J.S. 1988. Social Capital in the Creation of Human Capital. Source: The American Journal of Sociology, Vol. 94, Supplement: Organizations and Institutions: Sociological and Economic Approaches to the Analysis of Social Structure (1988), pp. S95-S120 Published by: The University of Chicago Press
- Crate, S.A & Nuttall, M. (2009). Introduction: Anthropology and climate change. Dalam Crate, S.A. & Nuttall, M. (Peny.), *Anthropology and climate change: From encounters to actions* (hlm.9-36). California: Walnut Creek.
- Diltz, Russel. 1994. Sekolah Lapangan, Suatu Upaya Pembaharuan Penyuluhan Pertanian. Ekstensi Vol 1. Th.1.
- FAO, 2017. The Future of food and agriculture. Trends and challenges. Food and Agriculture Organization of the United Nation.
- Giddens, A.2008.The Politics of Climate Changes.Policy network paper. www.policy-network.net
- IPCC. 2007. Climate Change 2007: The Physical Science Basis. IPCC, Geneva, Switzerland. Accessed at <http://www.ipcc.ch>.
- Kang, Y., S. Khan, and X. Ma. 2009. Climate change impacts on crop yield, crop water productivity and food security – A review. Progress in Natural Science. Vol. 19(12): 1665-1674.
- Kuswara, E., E. Pasandaran, N. S. Saad, Rachmanto, D. Susilokarti, Suherman, E. Sutarya, dan N. Wienarto. 2009. Penguatan Penyelenggaraan Latihan Untuk Pemandu (Petani Dan Petugas) Sekolah Lapangan Iklim Berwawasan Kearifan Lokal. Dalam. Wienarto, N., I. Amien, Haryono, dan E. Pasandaran (edt). Kearifan Lokal sebagai Landasan Membangun Sekolah Lapangan Iklim. Badan Litbang Pertanian. Jakarta.

- Maryono, J. 2008. National Dissemination of Integrated Pest Management Technology through Farmers' Field Schools in Indonesia. Universitas Pancasila Tegal.
- Naylor, R., D. S. Batisti, D. J. Vimon, W. P. Falcon, and M. B. Burke. 2007. Assessing risks of climate variability and climate change for Indonesian rice agriculture. PNAS online publication. www.pnas.org/cgi/content/full//0701825104
- Padmanagara, S. 2006. Membalik Arus sebagai Alternatif Percepatan dan Keberlanjutan Pembangunan Pertanian, dalam Kasryno, F., E, Pasandran, dan A.M.Fagi (Penyunting). Membalik Arus Menuai Kemandirian Petani. Yayasan Padi Indonesia.
- Pasandaran, E. dan Haryono. 2013. Pengelolaan Ekosistem Mendukung Ketahanan Pangan Dan Menuju Ekonomi Biru. Dalam: Ariani, M., K. Suradisastra, NS. Saad, R. Hendayana, Haryono, E. Pasandaran (edt) Diversifikasi Pangan dan Transformasi Pembangunan Pertanian. Badan Litbang Pertanian. IAARD PRESS.
- Pasandaran, E., M. Sarwani, dan Haryono. Politik Perubahan Iklim: Membangun Kerangka Dasar Mendukung Strategi Jangka Panjang. Dalam. Haryono, E. Pasandaran, M. Syarwani, A. Dariah, S. Pasaribu, NS Saad (edt) Politik Pembangunan Pertanian Menghadapi Perubahan Iklim. Badan Litbang Pertanian. IAARD PRESS.*
- Pasandaran, E., M. Syam dan I. Las. 2011. Degradasi Sumber Daya Alam: Ancaman Bagi Kemandirian Pangan Nasional. Dalam: Pasaribu, S, H.P. Saliem, Haryono, E. Pasandaran dan F Kasryno (edt). Konversi dan Fragmentasi Lahan Ancaman terhadap kemandirian pangan. Badan Litbang Pertanian. IPB Press.
- Phongphit, Seri, and Wichit Nantasuwon. 2002. *The Learning Process to Sustainable Development*. Bangkok: Charoenwit.
- Putuhena, W.M, W.K. Adidarma, S.M.Yuningsih. 2002. Karakteristik Banjir Puncak Pada Sungai Sungai Di Pulau Jawa. Pusat Penelitian dan Pengembangan Sumber daya Air. Bandung.

- Saury, S dan K. Puspadi. 2009. Kearifan lokal masyarakat desa Batu Nampar dalam mengantisipasi dan adaptasi perubahan iklim terhadap pertanian. Dalam. Wienarto, N., I. Amien, Haryono, dan E. Pasandaran (edt). Kearifan Lokal sebagai Landasan Membangun Sekolah Lapangan Iklim. Badan Litbang Pertanian. Jakarta.
- Shofiyati, R. 2013. Pemodelan Pola Tanam Padi Sawah Melalui Analisis Tingkat Keandalan Algoritma: "Composite Orthogonal Transformation" dari Kombinasi Citra Alos Multispektral dan SAR (Modelling of Rice Cropping Pattern through Analysis of Reliability Based on Composite Orthogonal Transformation from Combination of Alos Multispectral and SAR. PhD Dissertation, Institut Teknologi Bandung.
- Stern, S. N. 2007. Stern Review on the Economics of Climate Change. www.sternreview.org.uk Accessed March 2007.
- Stigter, K and Y. Winarto. 2012 Extension Agrometeorology as a Contribution to Sustainable Agriculture. New Clues in Science 2 (2012).59 – 63.
- Sutarya, E., E. Kuswara, N. Wienarto, Simon HT, P. Nuchsin, D. Susilokarti dan Suherman. 2009. Hasil Kegiatan Sekolah Lapangan Iklim: Antisipasi Dan Adaptasi Petani Terhadap Perubahan Iklim Berbasis Kearifan Lokal. Dalam. Wienarto, N., I. Amien, Haryono, dan E. Pasandaran (edt). Kearifan Lokal sebagai Landasan Membangun Sekolah Lapangan Iklim. Badan Litbang Pertanian. Jakarta.
- Taylor, B. and RC de Loe. 2012. Conceptualizations of local knowledge in collaborative environmental governance Geoforum Volume 43, Issue 6, November 2012, Pages 1207-1217
- Thorburn, Craig. 2009. Yes We Can: Field Schools for Watershed Resilience and Health, Environment Services Program.
- UNFCCC. 2015. Adoption of The Paris Agreement. United Nations FCCC/CP/2015/L.9/Rev.1

- Van den Berg, Henk. 2004. IPM Farmer Field School: A Synthesis of 25 Impact Evaluations, Wageningen University and FAO Global IPM Facility, Rome, 2004
- Wasko, MM and S. Faraj. 2005. Why Should I Share? Examining Social capital and Knowledge contribution in electronic networks of practice. *MIS Quarterly*. Vol. 29 No 1 pp.35/March 2005
- Wienarto, N., R. Dilts, Alifah S. L., E. Kuswara, Simon H. T., Triyanto P.A., E. Sutarya. 2009. Membangun Ketangguhan Petani Melalui Sekolah Lapangan. Dalam. Wienarto, N., I. Amien, Haryono, dan E. Pasandaran (edt). *Kearifan Lokal sebagai Landasan Membangun Sekolah Lapangan Iklim*. Badan Litbang Pertanian. Jakarta.
- Winarto, Y.T., K. Stigter, B. Dwisatrio, M. Nurhaga, A. Bowolaksono, 2013. Agrometeorological learning strengthening farmers' knowledge to cope better with climate change. *SouthEast Asian Studies* (Kyoto University, Japan), 2(2): 323-349.

KEARIFAN LOKAL DAN KAPITAL SOSIAL DALAM MENGHADAPI PERUBAHAN IKLIM

Sunanto dan Abdul Wahid Rauf

PENDAHULUAN

Budaya masyarakat yang berkembang merupakan pola kehidupan yang sudah mengakar di masyarakat. Dalam melakukan dan mengembangkan kebudayaan yang ada di masyarakat, secara konstitusi dilindungi oleh negara. Negara melindungi budaya masyarakat dalam konservasi budaya dimuat dalam UUD 1945 pasal 32 (Anonim, 1945). Budaya yang berkembang di masyarakat akan mempengaruhi pola kehidupan masyarakat dalam sektor pertanian.

Pembangunan pertanian yang mengandalkan konvensional yang dilakukan oleh negara maju maupun berkembang tidak mengikuti prinsip-prinsip pertanian berkelanjutan (Untung, 2006). Konsep pembangunan berkelanjutan bersifat multi dimensi sehingga dalam implementasinya harus merupakan program terpadu lintas sektor dan multi disiplin pada tingkat pusat dan/atau daerah (Rudy dan Iwan, 2011).

Kehidupan manusia tidak dapat terlepas dari kebutuhan pangan yang harus dipenuhi dan tidak bisa ditunda. Kerawanan pangan dapat berdampak pada stabilitas ekonomi, budaya, dan politik, serta keamanan. Kerawanan Pangan adalah suatu kondisi ketidakcukupan pangan yang dialami daerah, masyarakat atau rumah tangga, pada waktu tertentu untuk memenuhi standar kebutuhan fisiologis bagi pertumbuhan dan kesehatan masyarakat (Lisa, *et al.*, 2013) Ketersediaan pangan bergantung pada pembangunan pertanian.

Sumber bahan pangan untuk memenuhi kebutuhan masyarakat dipasok dari beberapa daerah yang memiliki keunggulan agroekologi daerah sebagai penghasil pangan. Daerah-daerah tersebut dikenal sebagai lumbung pangan nasional yang mempunyai surplus pada daerahnya. Sulawesi Selatan termasuk sebagai daerah yang menjadi lumbung pangan nasional yang mampu memasok bahan pangan ke daerah lain (Anonim,

2016). Produktivitas tanaman dipengaruhi oleh sumber daya lahan, iklim, sosial budaya, teknologi spesifik lokasi (Makarim, *et al.*, 2012)

Sulawesi Selatan sebagai lumbung pangan nasional memiliki kearifan lokal dan kapital sosial dalam pembangunan pertanian spesifik lokasi. Kearifan lokal merupakan bagian dari budaya suatu masyarakat yang tidak dapat dipisahkan dari bahasa masyarakat itu sendiri. Kearifan lokal biasanya diwariskan secara turun temurun dari satu generasi ke generasi melalui cerita dari mulut ke mulut. Kearifan lokal ada di dalam cerita rakyat, peribahasa, lagu, dan permainan rakyat. Kearifan lokal sebagai suatu pengetahuan yang ditemukan oleh masyarakat lokal tertentu melalui kumpulan pengalaman dalam mencoba dan diintegrasikan dengan pemahaman terhadap budaya dan keadaan alam suatu tempat (Ahmad, 2017 dan Padmanugraha, 2017). Kearifan lokal yang dimiliki dan menjadi penentu dalam pembangunan pertanian khususnya tanaman pangan padi adalah; mappalili atau appalili, tudang sipulung atau empo sippitangari, dan mappadendang.

Kapital sosial yang dapat mendukung pembangunan pertanian adalah; geografis yang mempengaruhi iklim, kerukunan masyarakat, dan kelembagaan petani di perdesaan. Kapital sosial merupakan modal pembangunan yang sangat penting bagi kehidupan masyarakat perdesaan. Hidup dan masih tumbuh subur, tercermin dalam tingginya solidaritas antar warga dan juga kuatnya rasa kekeluargaan di antara mereka. Dengan demikian kepercayaan, norma dan jaringan (persaudaraan) dapat dikatakan masih tinggi. Ini merupakan kapital sosial yang baik untuk dapat dikembangkan menjadi benefit secara ekonomi bagi mereka sendiri (Anam, 2013). Kapital sosial telah diyakini mampu memberikan dampak yang besar bagi masyarakat dan anggotanya.

Keterkaitan kerifan lokal dan kapital sosial tumbuh di dalam suatu masyarakat dalam mengatur kehidupan keseharian anggotanya. Kekuatan kearifan lokal dan kapital sosial sebagai landasan dalam pembangunan pertanian di daerah. Kedua hal tersebut yang dimiliki daerah menjadi daya ungkit dalam memberdayakan sumber daya dalam meningkatkan produktivitas. Upaya peningkatan produktivitas memerlukan dukungan inovasi teknologi, dinamika sosial, inovasi kelembagaan, dan lingkungan.

Hambatan yang terjadi karena perubahan iklim, menjadi tantangan dalam pelaksanaan pembangunan pertanian. Pembangunan pertanian ke

depan menghadapi fenomena alam yang selalu berubah, termasuk perubahan iklim. Sehingga sikap petani, stakeholder, pemerintah perlu menyikapi dengan bijak untuk menghadapi perubahan iklim tersebut.

Inovasi teknologi pertanian yang dikembangkan menyesuaikan dengan kondisi sumber daya spesifik lokasi, termasuk memberdayakan kearifan lokal dan kapital sosial. Penyesuaian inovasi teknologi spesifik lokasi dilakukan dengan pengkajian-pengkajian yang intensif, guna mengoptimalkan kombinasi antara kearifan lokal, kapital sosial, inovasi teknologi, dan kelembagaan yang difasilitasi oleh pemerintah pusat/daerah. Sehingga capaian sasaran pembangunan pertanian sesuai dengan kemampuan dan potensi yang ada di daerah.

Sehubungan dengan permasalahan kearifan lokal dan kapital sosial dalam menghadapi perubahan iklim yang telah dikemukakan, tujuan penulisan ini adalah untuk memahami perubahan iklim yang harus dihadapi oleh masyarakat dalam pembangunan pertanian dengan memanfaatkan kekuatan kearifan lokal dan kapital sosial.

POTENSI WILAYAH

Potensi wilayah yang akan dikelola dengan pendekatan kearifan lokal dan kapital sosial adalah geografis dan iklim. Kedua potensi wilayah ini diberdayakan secara optimal dengan memanfaatkan kearifan lokal, kapital sosial, dan inovasi teknologi yang difasilitasi oleh pemerintah.

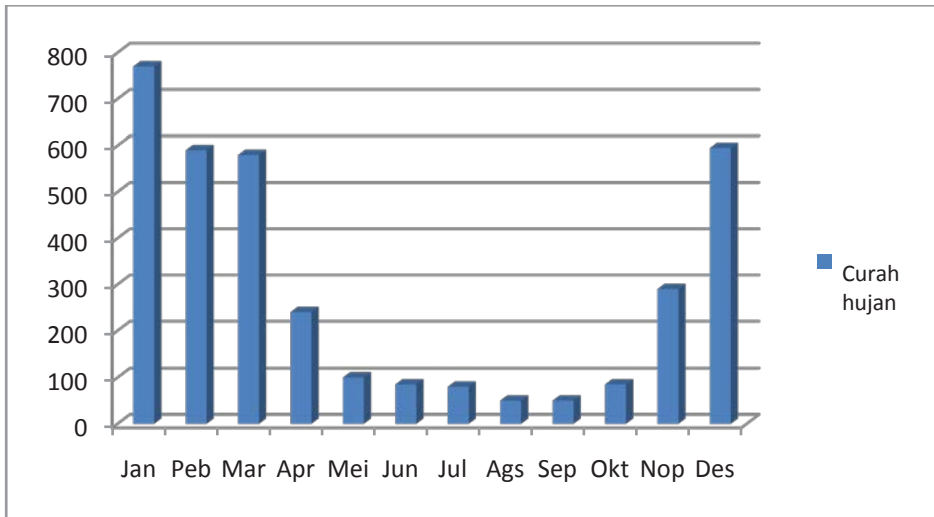
Iklim di Sulawesi Selatan terbagi menjadi 3 kategori yaitu iklim pantai barat, iklim pantai timur, dan iklim peralihan. Ketiga tipe iklim yang terbentuk di wilayah Sulawesi Selatan memberikan manfaat yang sangat besar dalam pembangunan daerah. Sulawesi Selatan dipengaruhi oleh iklim tropis basah dengan rata-rata curah hujan 289 mm per tahun. Rata-rata suhu udara di Provinsi Sulawesi Selatan adalah 26,8°C dan kelembaban udara adalah 81,9% (BPS Prov Sulsel, 2015).

Pertanian yang menjadi segmen penting bagi pembangunan Indonesia memiliki ketergantungan pada kondisi iklim dan cuaca. Semakin stabil kondisi atmosfernya, maka akan stabil pula produksi pertaniannya. Jika sebaliknya, maka akan terjadi penurunan produksi pertanian yang berujung pada terhambatnya fungsi pembangunan (Susandi, *et al.* 2008).

Sulawesi Selatan memiliki iklim yang berpotensi mendukung pembangunan pertanian (Anonim, 2017). Wilayah pengembangan dikelompokkan menjadi 3 bagian berdasarkan kesamaan relatif zona iklimnya yaitu Sektor Barat, Timur dan Peralihan. Sektor Barat dipengaruhi oleh angin barat, dan sektor timur dipengaruhi oleh angin timur yang sangat erat berkaitan dengan musim hujan dan musim kemarau. Di sektor barat meliputi beberapa wilayah yang sebagian besar berada di bagian barat Sulawesi Selatan, yaitu Kabupaten Maros, Pangkep, Barru, Kota Parepare, Kota Makassar, Gowa, Takalar, Jeneponto dan Selayar.

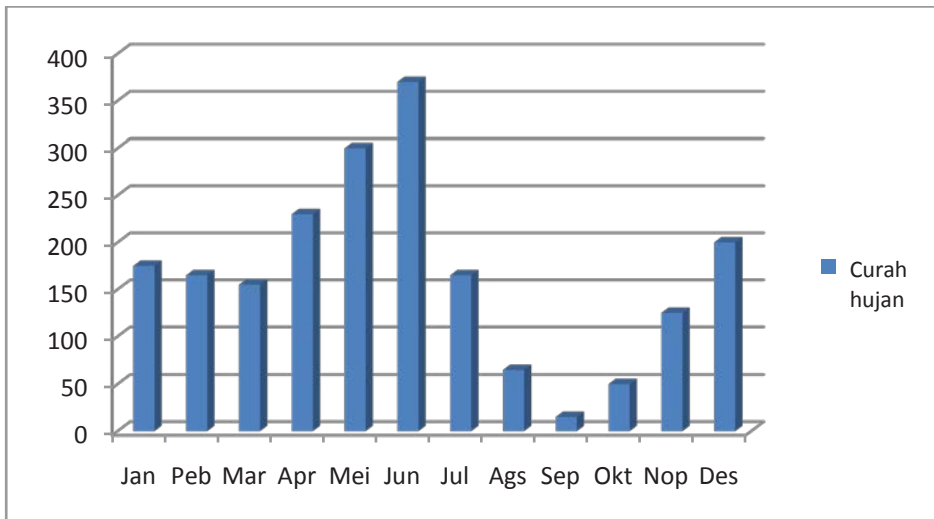
Musim hujan di wilayah sektor barat berlangsung bulan Oktober sampai dengan Maret, dimana pada saat yang bersamaan di sektor timur berlangsung musim kemarau. Zona iklim sektor timur meliputi wilayah-wilayah yang sebagian besar berada di bagian timur Sulawesi Selatan yaitu Kabupaten Bone, Soppeng, Wajo, Sinjai, Bulukumba, Bantaeng, Sidenreng Rappang, dan Pinrang. Musim hujan di wilayah sektor timur berlangsung bulan April hingga September, dan sementara itu di sektor barat berlangsung musim kemarau. Sektor peralihan merupakan wilayah peralihan antara sektor barat dan timur meliputi kabupaten Tana Toraja, Toraja Utara, Luwu, Luwu utara, Luwu timur, Enrekang dan kota Palopo. Awal musim hujan dapat berubah dan dapat diprediksi (Rahim, *et al.*, 2015)

Parameter cuaca yaitu curah hujan dan temperatur, menjadi ukuran bagi kestabilan atmosfer (Susandi, *et al.* 2008). Jumlah curah hujan dan distribusinya sangat berpengaruh terhadap pertumbuhan dan produksi tanaman, melalui kontribusinya terhadap ketersediaan air dalam tanah. Data curah hujan akan sangat membantu dalam rangka meramalkan pola curah hujan ke depan, dan memberi gambaran kemungkinan kejadian banjir dan kekeringan. Data curah hujan dan polanya dapat dimanfaatkan oleh penentu kebijakan untuk menyusun program antisipatif guna menghindari peristiwa-peristiwa iklim yang merugikan pembangunan pertanian. Data iklim penting untuk diinventarisir, dan selanjutnya dianalisis agar berdaya guna. Berikut pola curah hujan masing-masing zona iklim di Sulawesi Selatan :



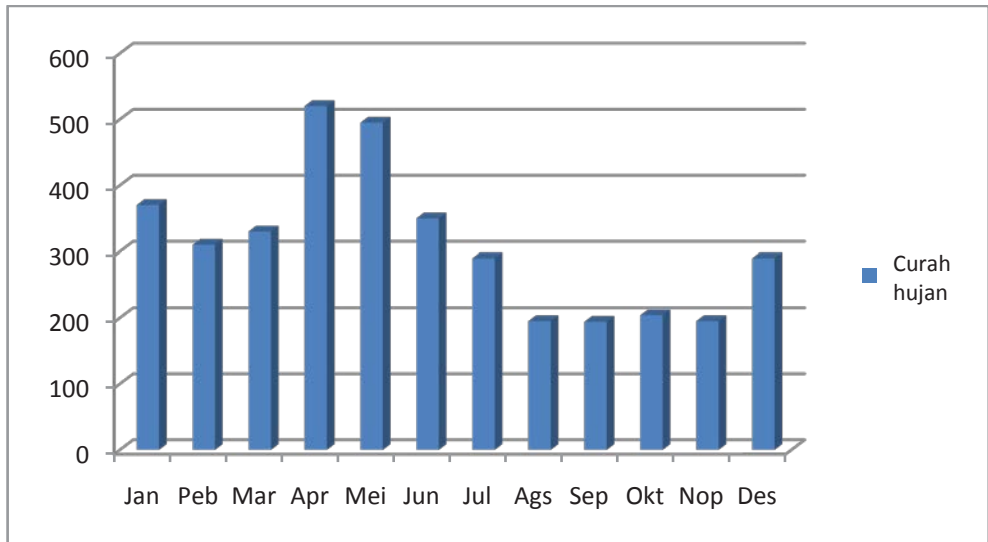
Sumber : BMKG Stasiun Maros, 2014.

Gambar 1. Pola curah hujan wilayah bagian barat, 1951-1998.



Sumber : BMKG Stasiun Maros, 2014.

Gambar 2. Pola curah hujan wilayah bagian peralihan, 1951-1998.



Sumber : BMKG Stasiun Maros, 2014.

Gambar 3. Pola curah hujan wilayah bagian peralihan, 1951-1998.

Berdasarkan klasifikasi iklim Oldeman, di Sulawesi Selatan terdapat 13 tipe iklim yaitu A, B1, B2, C1, C2, C3, D1, D2, D3, E1, E2, E3 dan E4 (Tabel 1). Keragaman tipe iklim antar daerah di Sulawesi Selatan mengindikasikan bahwa gugus pulau di wilayah ini berpotensi besar untuk pengembangan berbagai komoditas pertanian.

Tabel 1. Tipe iklim di wilayah Provinsi Sulawesi Selatan

Zona	Bulan Basah >200 mm	Bulan Basah <100 mm	Sebaran
A	10-12	0-2	Luwu Utara
B1	7-9	0-1	Bone-Bone, Wotu, Malili
B2	7-9	2-3	Malakaji, Sinjai, bagian selatan Sulse,
C123	5-6	0-6	Sinjai Barat, Pare-Pare, Watanpone, Palopo
D123	3-4	0-6	Pinrang, Takalar
E1234	0-2	0-6	Bagian selatan dan tengah Sulse, Bone, Sidrap

Sumber : BMKG Stasiun Maros, 2014.

PERKEMBANGAN PRODUKSI dan INOVASI TEKNOLOGI

Perkembangan Produksi

Perkembangan kebutuhan pangan nasional harus seiring dengan laju pertumbuhan penduduk. Apabila mengandalkan pertanian tradisional, maka akan terjadi ketidak seimbangan dalam menghadapi pemenuhan pangan nasional. Inovasi pertanian, kearifan lokal dan kapital sosial diperlukan sebagai pendorong dalam pencapaian sasaran tersebut.

Sulawesi Selatan sebagai lumbung pangan nasional memberikan kontribusi produksi padi sebesar 5,87 % selama sepuluh tahun terakhir (BPS, 2016). Rataan produksi padi di Sulawesi Selatan selama sepuluh tahun terakhir sebesar 4.523.907 ton (Tabel 1). Kontribusi Sulawesi Selatan selama sepuluh tahun terakhir mengalami fluktuasi. Kontribusi terbesar dicapai pada Tahun 2014. Sedangkan perkembangan produktivitas padi selama sepuluh tahun terakhir mengalami fluktuasi juga berkisar antara 4,68 ton/ha s/d 5,24 ton/ha dengan rata-rata 5,00 ton/ha (Tabel 3 dan gambar 4). Luas panen dan produksi mengalami perkembangan selama sepuluh terakhir.

Tabel 2. Perkembangan produksi padi Tahun 2006-2015.

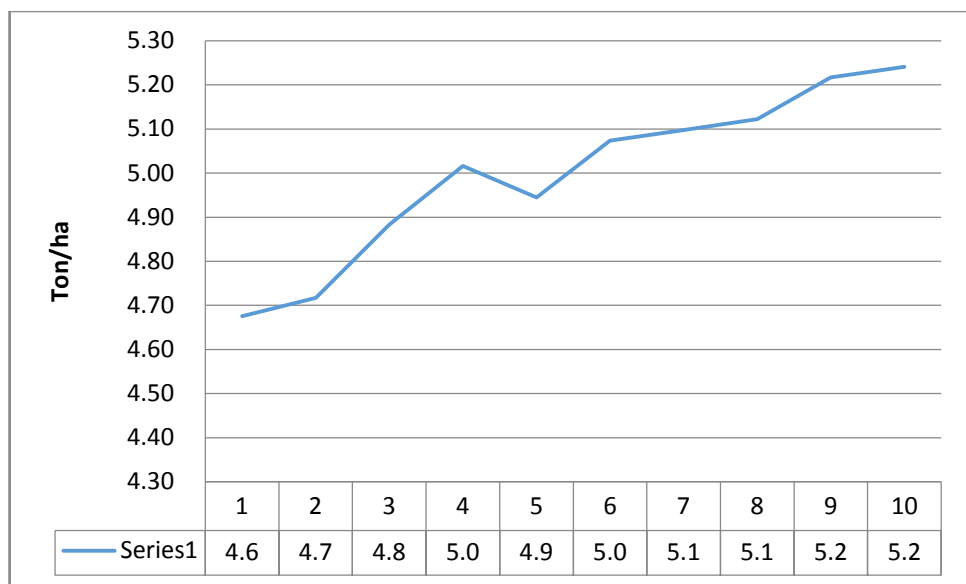
No	Tahun	Produksi Padi		
		Indonesia (ton)	Sulsel (ton)	Kontribusi (%)
1	2006	54.454.937	3.365.509	6,18
2	2007	57.157.435	3.635.139	6,36
3	2008	60.325.925	4.083.356	6,77
4	2009	64.398.890	4.324.178	6,71
5	2010	66.469.394	4.382.443	6,59
6	2011	65.756.904	4.511.705	6,86
7	2012	69.056.126	5.003.011	7,24
8	2013	71.279.709	5.035.830	7,06
9	2014	70.846.465	5.426.097	7,66
10	2015	75.397.841	5.471.806	7,26
Rataan		65.514.363	4.523.907	6,87

Sumber BPS, 2016.

Tabel 3. Perkembangan luas panen, produksi, dan produktivitas padi di Sulawesi Selatan Tahun 2006-2015.

No	Tahun	Luas Panen (ha)	Produksi (ton)	Produktivitas (ton/ha)
1	2006	719.846	3.365.509	4,68
2	2007	770.733	3.635.139	4,72
3	2008	836.298	4.083.356	4,88
4	2009	862.017	4.324.178	5,02
5	2010	886.354	4.382.443	4,94
6	2011	889.232	4.511.705	5,07
7	2012	981.391	5.003.011	5,10
8	2013	983.107	5.035.830	5,12
9	2014	1.040.024	5.426.097	5,22
10	2015	1.044.030	5.471.806	5,24
Rataan		901.303	4.523.907	5,00

Sumber BPS, 2016.



Gambar 4. Perkembangan produktivitas padi di Sulawesi Selatan (2006-2015)

Peningkatan produktivitas dan mutu padi dapat dilakukan dengan penerapan inovasi teknologi. Penggunaan varietas unggul baru (VUB) yang dihasilkan oleh Kementerian Pertanian mampu memperbaiki produksi. VUB padi yang dihasilkan memiliki ciri; umur genjah, produktivitas tinggi, tahan hama penyakit, dan responsif terhadap pupuk. Pemanfaatan VUB tersebut harus dilakukan dengan pengelolaan budidaya pertanian yang intensif, guna mencapai produktivitas dan mutu yang optimal.

Mekanisasi merupakan alat mesin pertanian (alsintan) yang digunakan untuk membantu pengelolaan usahatani padi. Alsintan terbagi menjadi lima kriteria, yaitu alsintan persiapan lahan, alsintan tanam, alsintan pemeliharaan tanaman, dan alsintan panen, serta alsintan pascapanen. Alsintan persiapan lahan digunakan untuk pengolahan lahan yaitu membalikkan lahan dan meratakannya. Alsintan tanam padi menggunakan transplanter. Apabila kedua alsintan ini digunakan dalam persiapan dan tanam padi, maka waktu tanam akan seragam dan lebih cepat. Guna mempercepat pemeliharaan tanaman khususnya pada penyiangan dan pengendalian hama penyakit. Panen padi dilakukan dengan alsintan, sehingga panen dapat dilakukan secara serentak dan lebih cepat. Demikian juga untuk menjaga mutu beras, maka rice milling dimanfaatkan pada alsintan yang sudah disempurnakan.

Inovasi Teknologi

Inovasi teknologi yang mendukung pembangunan pertanian harus dapat menghadapi perubahan iklim seperti El Nino maupun La Nina. Namun demikian strategi dan inovasi teknologi sudah banyak tersedia (Anonim, 2013). Perubahan iklim yang terjadi secara global akan berdampak dalam kegiatan usaha pertanian, khususnya usaha pertanian tanaman pangan. Tanaman pangan dalam menopang pertumbuhan dan produksi bergantung pada ketersediaan air tanah yang dapat dimanfaatkan oleh tanaman.

Inovasi teknologi yang memberikan dapat mengantisipasi perubahan iklim adalah; penghijauan, pembuatan bendungan atau dam untuk mengatur irigasi, rekayasa genetik untuk mencari tanaman yang tahan terhadap cekaman iklim dan umur genjah, dan perangkat lunak untuk memprediksi kondisi lingkungan atau kalender tanam terpadu, serta pertanian spesifik lokasi (Sangkertadi dan Reny S, 2008, Susanto, 2016).

KAPITAL SOSIAL DAN KEARIFAN LOKAL

Tata nilai atau perilaku hidup masyarakat lokal dalam berintraksi dengan lingkungan tempatnya hidup secara arif dikenal juga sebagai kearifan lokal. Hal tersebut tercermin dalam religi, budaya, dan adat istiadat. Masyarakat melakukan adaptasi terhadap lingkungan tempat tinggalnya dengan mengembangkan suatu kearifan dalam wujud pengetahuan atau ide, nilai budaya, serta peralatan, yang dipadukan dengan nilai dan norma adat dalam aktivitas mengelolah lingkungan untuk mencukupi kebutuhan hidup. Bentuk-bentuk kearifan lokal dalam masyarakat dapat berupa nilai, norma, kepercayaan, dan aturan-aturan khusus.

Kapital Sosial Masyarakat

Masyarakat yang memiliki kapital sosial tinggi akan membuka kemungkinan menyelesaikan kompleksitas persoalan dengan lebih mudah. Dengan saling percaya, toleransi, dan kerjasama mereka dapat membangun jaringan baik di dalam kelompok masyarakatnya maupun dengan kelompok masyarakat lainnya.

Pada masyarakat tradisional, telah diketahui memiliki asosiasi-asosiasi informal yang umumnya kuat dan memiliki nilai-nilai, norma, dan etika kolektif sebagai sebuah komunitas yang saling berhubungan. Hal ini merupakan kapital sosial yang dapat mendorong munculnya organisasi-organisasi modern dengan prinsip keterbukaan, dan jaringan-jaringan informal dalam masyarakat yang secara mandiri dapat mengembangkan pengetahuan dan wawasan dengan tujuan peningkatan kesejahteraan dan kualitas hidup bersama dalam kerangka pembangunan masyarakat.

Berkembangnya kapital sosial di tengah masyarakat akan menciptakan suatu situasi masyarakat yang toleran, dan merangsang tumbuhnya empati dan simpati terhadap kelompok masyarakat di luar kelompoknya. Hasbullah (2006) memaparkan mengenai Jaringan-jaringan yang memperkuat kapital sosial akan memudahkan saluran informasi dan ide dari luar yang merangsang perkembangan kelompok masyarakat. Hasilnya adalah lahirnya masyarakat yang peduli pada berbagai aspek dan dimensi aktifitas kehidupan, masyarakat yang saling memberi perhatian dan saling percaya. Situasi yang mendorong kehidupan bermasyarakat yang

damai, bersahabat, dan tenteram. Demikian juga halnya dalam bidang pertanian, secara umum kemampuan kapital sosial di pedesaan masih kuat dan mengakar termasuk kesediaan dan saling membantu dalam pengerjaan usahatani.

Pembangunan pertanian akan berhasil apabila petani sebagai subjek pembangunan bergairah dan termotivasi untuk bekerja keras, motivasi akan menumbuhkan daya kreasi petani dan kegotong-royongan diantara mereka yang pada gilirannya menumbuhkan kapital sosial yang telah menjamin keberhasilan penerapan teknologi pertanian untuk keberlanjutan pembangunan pertanian di masa akan datang. kapital sosial dalam pembangunan pertanian, terdapat kerukunan dan kehidupan masyarakat bergotong royong menjadi bagian kapital sosial. Kerukunan dan kehidupan gotong royong sebagai perekat dalam pembangunan pertanian.

Kelembagaan petani yang tersedia sebagai wadah petani dalam mengelola usaha pertanian secara terorganisasi. Wadah tersebut menjadi penguat sebagai agen transfer inovasi teknologi. Sehingga kelembagaan mempunyai peranan yang sangat besar dan hal ini menjadi kapital sosial dalam pembangunan pertanian dan dalam mensikapi perubahan iklim. Potensi kelembagaan petani yang ada di Sulawesi Selatan pada tahun 2012-2013 disajikan pada Tabel 4.

Tabel 4. Kelembagaan petani di Sulawesi Selatan,

No	Keterangan	Tahun 2012	Tahun 2013
1	Kelompok Tani	25.984	28.205
2	Anggotanya	472.041	538.273
3	Gabungan Kelompok Tani	1.998	1.998
4	Anggotanya	388.001	388.001

Sumber : BPPSDMP, 2014.

Peranan Kearifan Lokal

Bissu adalah kaum pendeta yang tidak mempunyai golongan gender dalam kepercayaan tradisional Tolotang yang dianut oleh komunitas Amparita Sidrap dalam masyarakat Bugis dari Sulawesi Selatan. Golongan bissu pada umumnya memiliki peran "ritual", di mana mereka "menjadi perantara antara manusia dan dewa"(Graham, 2007). Peranan tokoh

masyarakat (bissu) juga sebagai memimpin ritual dalam penentu turun sawah atau penanaman padi bagi petani.

Peranan tokoh masyarakat tersebut sebagai budaya kearifan lokal bugis makassar memberikan kontribusi dalam pembangunan pertanian, khususnya pertanian tanaman pangan padi. Kemampuan mereka tentang inovasi teknologi pertanian perlu ditingkatkan dalam hal pembangunan pertanian modern. Sehingga mampu mengkolaborasikan antara pengetahuan tradisional pertanian dengan inovasi teknologi pertanian yang secara dinamis terus berkembang. Soetomo berpendapat (2011), bahwa implementasi konsep dan pendekatan pemberdayaan masyarakat perlu didukung oleh sejumlah langkah dan tindakan, yaitu: reorientasi, gerakan sosial, institusi lokal dan pengembangan kapasitas.

Upacara penentuan waktu dan varietas yang dilakukan oleh daerah, yang sekarang sudah difasilitasi oleh pemerintah. Pemerintah mempunyai kepentingan yang sangat besar dalam pembangunan pertanian tersebut. Kaharudensa (2015) berpendapat ketersediaan pangan akan berpengaruh terhadap kestabilan ekonomi, politik dan keamanan suatu negara. Sehingga peranan semua stakeholder yang berkaitan dengan pembangunan pertanian termasuk para bissu sangat penting diberdayakan.

Kearifan Lokal Masyarakat Sulawesi Selatan

Beberapa kearifan lokal dalam pemanfaatan sumber daya alam di Sulawesi Selatan (Fathur, 2015), yaitu;

Torani, dalam Perikanan di Kabupaten Takalar masih berlaku dan dipatuhi masyarakat setempat dengan adanya Dewan Marga, adanya sistem pengelolaan sungai dan masih dipakainya pola pertanian yang khas seperti huma. Dalam pengelolaan wilayah laut seperti adanya pantang larang yang dianut masyarakat diantaranya adalah dilarang menancapkan kain hitam di laut, dilarang menggunakan alat tangkap Songko bermesin dan dilarang berhubungan badan di laut.

Koko dan Tattakeng, To Bentong – Sulawesi Selatan. Sebelum mengenal pertanian padi sawah, orang To Bentong mewariskan lahan bagi keturunannya berupa kebun (Koko) dan ladang yang ditinggalkan (Tattakeng). Koko adalah lahan perladangan yang diolah secara berpindah,

sedangkan Tattakeng adalah lahan bekas perladangan yang sedang diberakan.

Maccera Tasi, Luwu – Sulawesi Selatan. Maccera Tasi terbukti efektif dalam mengunggah emosi keagamaan warga masyarakat. Pada saat pelaksanaan upacara, mereka diingatkan atas tanggung jawabnya untuk menghormati laut, menjaga kebersihannya, tidak merusak, dan tidak menguras potensi ikan laut secara berlebihan.

Pasang Ri Kajang, Ammatoa, Kajang – Sulawesi Selatan. Masyarakat adat Ammatoa bermukim di Desa Tana Toa, Kecamatan Kajang, Kabupaten Bulukumba, yang berjarak kurang lebih 540 km ke arah tenggara dari kota Makassar, Sulawesi Selatan. Pasang Ri Kajang merupakan pandangan hidup komunitas Ammatoa yang mengandung etika dan norma, baik berkaitan perilaku sosial maupun perilaku terhadap lingkungan dan alam sekitarnya serta hubungan manusia dan penciptanya. Ammatoa bertugas untuk melestarikan Pasang Ri Kajang dan menjaganya agar komunitas Ammatoa tetap tunduk dan patuh kepada Pasang. Pasang merupakan pandangan yang bersifat mengatur, tidak dirubah, ditambah maupun dikurangi.

Kearifan Lokal di Seko, Luwu Utara – Sulawesi Selatan. Kearifan masyarakat adat Seko adalah menjaga hutan. Masyarakat tidak akan melakukan penebangan pohon di hutan secara serampangan dan berlebihan, mereka sangat memahami dampak hal tersebut jika dilakukan. Selain itu adapula kearifan lokal lainnya seperti bercocok tanam, pembuatan rumah, dan penanganan hama yang menyerang tanaman.

Mappalili/appalili, Bugis Makassar – Sulawesi Selatan. Acara adat sebagai suatu budaya dan tradisi yang tetap dipertahankan sampai saat ini untuk mengawali musim. Mappalili sebagai salah satu jenis upacara ritual yang lahir di tengah-tengah dua kelompok masyarakat, yaitu masyarakat yang berlatar belakang suku bangsa Bugis dan Makassar. Dalam perkembangannya dewasa ini, upacara ritual yang disebut mappalili hanya populer di kalangan kelompok masyarakat yang melihat komunitas bissu. Penetapan hari pelaksanaan setiap tahun berjalan ditentukan oleh pimpinan bissu, yang disebutnya Puang Matoa dan Puang Lolo. Upacara adat yang dilakukan turun-temurun sebagai pedoman bagi petani untuk memulai musim tanam padi. Tujuannya adalah untuk daerah kosong yang akan ditanam, disalipuri (Bugis) / dilebbu (Makassar) atau disimpan dari

gangguan yang biasanya mengurangi produksi. Mappalili/Appalili dapat sebagai peralatan atau alat pemersatu dan sumber kerja sama maka dapat meningkatkan produksi dalam rangka meningkatkan kesejahteraan masyarakat.

Tudang sipulung/empo sippitangari, Bugis Makassar – Sulawesi Selatan. Pemahaman mengenai konsepsi ruang publik tidak dapat dilepaskan sepenuhnya dari konteks nilai-nilai tradisional yang masih dianut dan diakui oleh sebagian besar masyarakat Sulawesi Selatan sampai sekarang. Nilai-nilai adat yang menjadi landasan hukum dan filosofis kehidupan tersebut adalah adat.

Keputusan yang diambil dalam tudang sipulung harus berdasarkan prinsip kebersamaan, artinya keputusan yang akan dicapai dalam musyawarah merupakan keputusan atas kehendak antara kehendak penguasa (pemerintah) dan kehendak rakyat harus berjalan beriringan dalam menemukan titik temu berdasarkan kepentingan bersama.

Tudang Sipulung atau duduk bersama membahas berbagai persoalan. Salah satu yang sering dilaksanakan secara periodik adalah membahas rencana menyangkut usaha tani padi yang rutin dilakukan petani padi. Pelaksanaannya dilakukan berjenjang mulai dari tingkat Desa, Kecamatan hingga Kabupaten. Seluruh petani atau perwakilan petani (kontaktni), pemerintah, penyuluh dan stakeholder lainnya duduk bersama guna menetapkan jadwal tanam yang tepat, jenis varietas yang akan digunakan, waktu tanam dan dosis pemupukan yang tepat. Tudang Sipulung juga dilakukan untuk merumuskan paket rekomendasi teknologi komoditas padi setiap musim tanam.

Mappadendang, Bugis – Sulawesi Selatan. Pesta panen ini dimaksudkan sebagai bentuk rasa syukur kepada Sang Pencipta atas hasil panen padi yang menggembirakan. Selain sebagai ajang hiburan, ritual ini juga sebagai penghargaan bagi para petani yang telah bekerja keras mengelola padi mereka. Namun lebih dari itu semua, sesungguhnya nilai budaya dan karakter bangsa yang melekat dalam tradisi mappadendang ini adalah sikap kerja keras, kebersamaan dan gotong royong yang ingin dipertahankan oleh para tetua bugis di setiap daerah untuk diwariskan kepada anak cucu mereka.

Ma Suru Baca, Suku Bugis – Sulawesi Selatan. Ma Suru Baca dilakukan pada waktu tertentu seperti selesai panen, penyambutan bulan ramadhan, serta penyambutan hari raya. Jika dilakukan pada waktu selesai panen, hal ini bermaksud ungkapan rasa syukur kepada Allah SWT. atas rezeki yang telah diberikan kepada hamba-Nya.

OPTIMALISASI SUMBER DAYA

Potensi dan eksistensi sumber daya posisi geografis yang dimiliki oleh wilayah Sulawesi Selatan, memiliki keunggulan dalam menopang dan menyediakan bahan pangan nasional. Kekayaan tipe iklim, sumber daya lahan dan budaya memberikan kontribusi dalam pembangunan pertanian. Optimalisasi pemanfaatan dan pemberdayaan keunggulan sumber daya alam perlu dilakukan secara bijak, supaya kelestarian dan keberlanjutan dapat dipertahankan. Sehingga hal tersebut dapat diwariskan kepada generasi yang akan datang.

Peningkatan pemberdayaan sumber daya alam, guna memenuhi kebutuhan masyarakat, memerlukan kerjasama masyarakat. Masyarakat mengambil peranan yang penting, sehingga keterpaduan sumber daya manusia dan sumber daya alam seimbang dalam kehidupan yang berdampingan. Kapital sosial masyarakat terwujud dalam kehidupan masyarakat yang rukun dan bergotong royong memberikan peningkatan nilai tambah yang sangat besar.

Kelembagaan petani yang tumbuh dari masyarakat menjadi pilar yang sangat penting dalam pembangunan pertanian daerah. Wadah tersebut sangat bermanfaat sebagai wadah dalam alih inovasi teknologi spesifik lokasi. Sumber daya manusia sebagai pemegang dan penggerak perkembangan kelembagaan tersebut, perlu mendapat bimbingan yang berkesinambungan. Sehingga kapasitas kelembagaan di tingkat petani semakin kuat dalam menghadapi persaingan bisnis global.

Pemberdayaan kelembagaan petani memerlukan tiga tahapan yang harus dilalui untuk mensejahterakan masyarakat. Tahap pertama: pemberdayaan organisasi petani yakni tahapan pemberdayaan kelembagaan petani (pengembangan SDM, pengembangan teknologi, dan rekayasa aturan main organisasi), tahap kedua : pengembangan jaringan kemitraan bisnis, dan ketiga: peningkatan daya saing. Daya saing produk

pertanian di tingkat lokal yang dihasilkan melalui pemberdayaan kelembagaan/organisasi dari petani pada masing-masing lokasi akan meningkatkan kesejahteraan dan daya saing petani dan daya saing wilayah (Abbas, 2008).

PENUTUP

Kontribusi kearifan lokal sebagai budaya lokal dan kapital sosial dalam pembangunan pertanian jangka pendek memberikan manfaat dalam perencanaan, pelaksanaan, dan pengelolaan usaha pertanian, khususnya pada usaha pertanian tanaman pangan padi. Pemberdayaannya terus dilestarikan yang dikolaborasikan dengan perkembangan inovasi teknologi pertanian dalam menghadapi perubahan iklim. Penguatan peranan pelaku utama kearifan lokal melalui pelatihan, penyuluhan dapat meningkatkan kemampuan dalam pemberdayaan kapital sosial yang tersedia.

DAFTAR PUSTAKA

- Ahmad Baedowi. 2017. *Calak Edu 4: Esai-esai Pendidikan 2012-2014*. Pustaka Alvabet. p. 61. ISBN 978-602-9193-65-7. Diakses tanggal 24 Pebruari 2017.
- Anam, Khoirul. 2013. Identifikasi Modal Sosial dalam Kelompok Tani dan Implikasinya Terhadap Kesejahteraan Anggota Kelompok Tani. Universitas Brawijaya. Malang.
- Anonim. 1945. Undang-Undang Dasar Negara Republik Indonesia 1945.
- . 2013. Hadapi perubahan iklim dengan inovasi. Majalah Sains Indonesia Edisi 20, Agustus 2013.
- . 2016. Sulawesi Selatan lumbung pangan. Ujung Pandang Ekspres. 30 Nopember 2016.
- . 2017. Kondisi iklim Sulawesi Selatan. <http://materiilmugeografi.blogspot.co.id/2015/12/kondisi-alam-sulawesi-selatan.html>. diakses 3 Maret 2017.
- Badan Klimatologi dan Geofisika Stasiun Maros. 2014. Data curah hujan tahun 2005-2014. BMKG Stasiun Maros.

- Badan Pusat Statistik Provinsi Sulawesi Selatan. 2013. Sulawesi Selatan dalam angka tahun 2013. BPS Prov Sulsel.
- . 2015. Sulawesi Selatan dalam angka tahun 2015. BPS Prov Sulsel.
- Badan Pusat Statistik. 2016. Indonesia dalam angka. BPS.
- Fathur, A. 2015. Kearifan lokal di Sulawesi Selatan. Kumpulan Ilmu Pengetahuan, Tugas-Tugas Pelajar, Makalah, Laporan Hasil Praktikum, Cerita.
- Graham S. 2007. Sex, gender and priests in South Sulawesi. IIAS. Newsletter #29. 27 Nopember 2007.
- Hasbullah, Jousairi (2006). Sosial Capital (Menuju Keunggulan Budaya Manusia Indonesia). Jakarta: MR United Press.
- Kaharudens. 2015. Ketahanan nasional di bidang ekonomi, pangan, politik, social budaya, hankam, keamanan.
<http://kaharudinsa.blogspot.co.id/2015/05/ketahanan-nasional-dibidang-ekonomi.html>. Diakses tanggal 8 Maret 2017.
- Lisa ID., MN. Putriani, Meytya S., Wiwiet Herani, Y. Gilang P., Yulia T., dan YB. Lobis. 2013. Kerawanan pangan 83 desa di DIY. Fakultas Kesehatan Masyarakat, Universitas Veteran Bangun Nusantara Sukoharjo. 9 hal.
- Makarim, AK., E. Suhartatik, dan Achmad M. Fagi. 2012. Analisis sistem dan simulasi peningkatan produksi padi melalui penggunaan teknologi spesifik lokasi.
- Padmanugraha, A.S. 2017. Common Sense Outlook on Local Wisdom and Identity: A Contemporary Javanese Natives' Experience' Paper Presented in International Conference on "Local Wisdom for Character Building", (Yogyakarta: 2010).
- Rahim A., R. Hidayati, AF. Mamenun. 2015. Analisis model prediksi awal musim hujan di Sulawesi Selatan. Pusat Penelitian dan Pengembangan. Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika
- Rudy S Rivai dan Iwan S Anugerah. 2011. Konsep dan implementasi pembangunan pertanian di Indonesia. PSE, Badan Litbang Pertanian. Deptan. 25 hal.

- Sangkertadi dan Reny Syafriny. 2008. Upaya peredaman laju peningkatan suhu udara perkotaan melalui optimasi penghijauan. Ekoton Vol. 8 No. 2. Oktober 2008. Hal 41-48.
- Soetomo. 2011. Pemberdayaan Masyarakat. Yogyakarta:PustakaPelajar.
- Susandi, A., M. Tamamadin, dan I. Nurlela. 2008. Fenomena Perubahan Iklim dan Dampaknya terhadap ketahanan pangan di Indonesia. Prosiding Seminar Nasional Padi. Buku 1. Hal. 73-79.
- Susanto, M. Ridlo. 2016. Hujan Minim, petani diimbau tanam padi berumur pendek. Dinas Pertanian Kabupaten Cilacap, Jawa Tengah.
- Untung, K. 2006. Penerapan Pertanian Berkelanjutan untuk Meningkatkan Ketahanan Pangan. <http://kasumbogo.staff.ugm.ac.id/index.php>.

KEARIFAN LOKAL *PALINTANGAN* (ASTRONOMI) DAN PENANDA ALAM MENGHADAPI PERUBAHAN IKLIM

Kedi Suradisastra, Ai Dariah, Nono Sutrisno

PENDAHULUAN

Dua dekade awal abad-21 ditandai antara lain oleh peningkatan kesadaran akan dampak negatif perilaku iklim, antara lain berupa peningkatan pemanasan global terhadap ekosistem dan lingkungan sekitar. Perubahan iklim telah menjadi isu internasional, terutama dalam kaitannya dengan kelestarian lahan yang berkaitan erat dengan produksi pangan dunia. Pemanasan global dan perubahan iklim menyebabkan penurunan produksi pertanian. Konsekwensinya, harus dilakukan pengelolaan SDA secara bijaksana dengan melibatkan partisipasi petani yang tinggi, disertai penerapan kearifan lokal yang ada. Berbagai upaya untuk menanggulangi dampak yang disebabkan oleh perubahan iklim telah dilakukan. Beberapa diantaranya adalah dengan pendekatan teknis dan teknologi, pengembangan kebijakan dan berbagai tata peraturan, berbagai strategi pendekatan yang bersifat terpadu yang meliputi pendekatan teknis-teknologi, biofisik, sosial dan ekonomi, serta pendekatan politis juga telah dilakukan. Sebagai contoh adalah kegiatan adaptasi dan mitigasi perubahan iklim yang dilakukan oleh WWF (2015) di Kabupaten Asmat yang memanfaatkan kearifan lokal suku Asmat di bagian selatan Papua Barat. Pilihan melakukan pendekatan kearifan lokal di Kabupaten Asmat terutama adalah dasar kearifan budaya lokal suku Asmat yang mempercayai bahwa hutan adalah ibu bagi masyarakat Asmat. Pemahaman tersebut berkembang karena suku Asmat secara turun-temurun memanfaatkan hutan sebagai salah satu sumber utama pangan tradisional. Di sisi lain, suku Dayak di Kabupaten Ketapang juga memahami akan pentingnya kelestarian alam sehingga melarang menumbangkan sebatang pohon karena akan berdampak buruk terhadap lingkungannya. Begitu pentingnya makna sebatang pohon sehingga menebangnya disejajarkan dengan membunuh Demong, yaitu sebutan untuk kepala adat (WWF, 2015).

Larangan menebang pohon karena manfaat yang diberikannya tidak hanya terdapat di lingkungan masyarakat Dayak saja, namun juga pada budaya-budaya lain di Indonesia. Dalam budaya Sunda di Jawa Barat dikenal kearifan lokal terkait penataan hutan, pelestarian dan pengelolaan air dan sumber daya air, serta pengelolaan lahan dengan pengembangan *talun* (Awig-awig, 2011). Talun adalah lahan bekas *huma* (lahan kering) atau sawah yang ditanami tanaman musiman dan tanaman keras dan/atau tanaman buah-buahan yang dibiarkan tumbuh dan berkembang sehingga membentuk hutan desa.

Dalam tradisi Sunda, *huma* adalah bentuk usahatani lahan kering yang mengutamakan penanaman tanaman pangan seperti padi dan umbi-umbian. Kegiatan usahatani lahan kering *huma* masih diterapkan oleh masyarakat Baduy di Propinsi Banten sampai saat ini. *Huma* dapat dibandingkan dengan kegiatan ladang berpindah, namun kegiatan ber*huma* di wilayah Baduy tidak menerapkan teknik pembakaran bahan kering seperti kayu dan daun-daunan sebelum penanaman dilakukan. *Huma* yang sudah ditinggalkan dan tidak ditanami tanaman keras disebut *reuma* (semak-semak).

Upaya-upaya mencegah dan/atau mengurangi dampak perubahan iklim yang diterapkan dalam bentuk menjaga kelestarian hutan dan alam, sumber daya air, dan berbagai tindakan lainnya telah dilakukan oleh masyarakat lokal di berbagai wilayah tanah air. Dalam kaitannya dengan kearifan lokal yang menekankan upaya pelestarian dan pencegahan degradasi lahan tersebut, Ramadhan (2011) mengemukakan bahwa peran kearifan lokal mampu menjaga alam dari kerusakan, sekaligus menopang kehidupan masyarakat secara berkelanjutan. Kearifan lokal mengajarkan agar manusia menghargai dan mengelola alam dengan baik.

Berbagai kearifan lokal yang berkaitan dengan upaya pencegahan bencana alam, pelestarian hutan dan pengelolaan sumber daya air, antara lain bertujuan guna mengurangi dampak negatif perilaku dan perubahan iklim, termasuk bencana alam. Doaly (2016) mengemukakan bahwa salah satu strategi yang dinilai ampuh untuk mengurangi resiko bencana adalah adaptasi perubahan iklim berbasis kearifan lokal. Namun demikian praktek adaptasi perubahan iklim harus melibatkan seluruh elemen masyarakat melalui kolaborasi jangka panjang. Dengan demikian pendekatan untuk mencegah atau mengurangi dampak perubahan iklim terhadap ekosistem sekitar memerlukan strategi integratif yang melibatkan berbagai sektor,

bidang keilmuan dan profesi, dan aspek-aspek lain yang terlibat di dalamnya.

Masyarakat petani Indonesia dengan kegiatan usahatannya adalah pihak yang sangat bergantung kepada alam. Setiap perubahan yang terjadi pada alam sekitar dan alam global, seperti peningkatan suhu udara, perubahan curah hujan, pergeseran musim hujan, perubahan intensitas penyinaran dan lain-lain, memberikan dampak yang kuat terhadap kelancaran dan produksi kegiatan produktif pertanian. Perilaku iklim global sangat besar pengaruhnya terhadap iklim mikro dimana petani melakukan kegiatan usahatannya. Sedangkan dinamika iklim mikro tersebut merupakan acuan bagi petani dalam merencanakan kegiatan produktif mereka. Peningkatan suhu harian yang kecilpun dapat memberikan pengaruh buruk terhadap kelancaran kegiatan dan produksi pertanian setempat. Berkaitan dengan yang telah disampaikan, tujuan penulisan ini adalah menyajikan berbagai kearifan lokal dan penanda alam di beberapa daerah dalam mengantisipasi perubahan iklim.

KEARIFAN LOKAL DALAM SEKTOR PERTANIAN

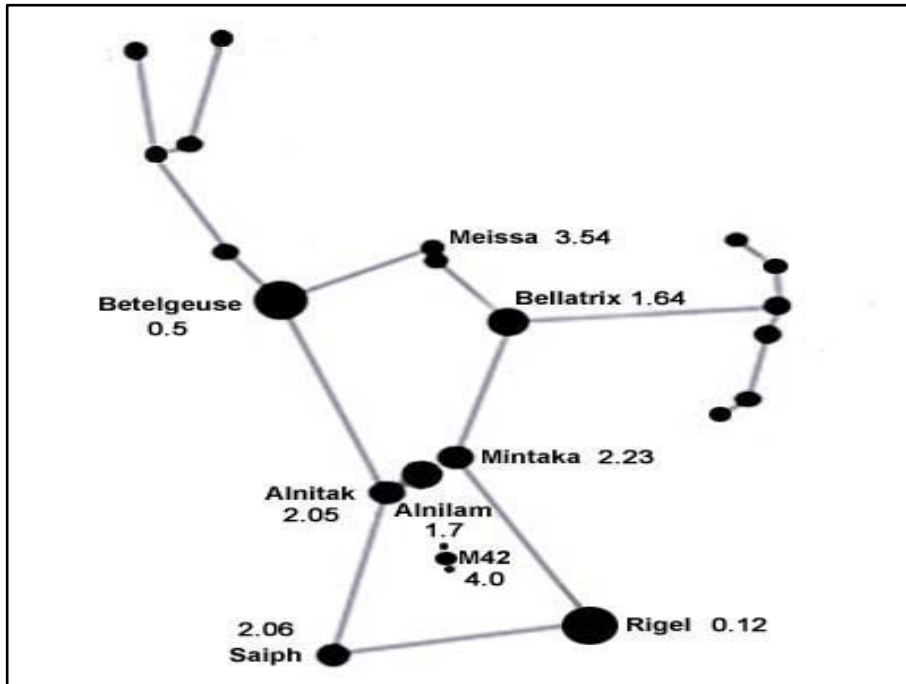
Selama ini cenderung diduga bahwa kearifan lokal tumbuh dan berkembang semata-mata hanya karena pengaruh lingkungan sekitar, baik lingkungan alam atau ekosistem, maupun lingkungan sosial kemasyarakatan. Namun sejalan dengan proses evolusi pemikiran, berbagai kearifan lokal ternyata memiliki dasar keilmuan yang dapat dipertanggung jawabkan. Pada awalnya kearifan lokal yang berkaitan dengan lingkungan dianggap memiliki elemen-elemen spiritual yang berakar pada isu-isu lingkungan. Pola pikir demikian menempatkan dinamika spiritual sebagai akar degradasi ekosistem (Leslie, 2012 dalam Wikipedia, 2017^a). Gerakan lain yang berkaitan dengan dinamika lingkungan mengemukakan akan pentingnya pendekatan ekologis yang berkaitan dengan kesadaran spiritual dan tidak menghubungkannya dengan keimanan beragama.

Pemikiran terkait keterlibatan aspek spiritual mungkin timbul karena pemahaman manusia terhadap perilaku iklim didasari oleh pengalaman mengamati perubahan lingkungan dengan mengamati penanda dan dinamika alam. Dalam hal ini, kemampuan menyesuaikan kegiatan

produktif masyarakat, seperti bertani, berlayar menangkap ikan, dan mengantisipasi kemungkinan terjadinya bencana alam, memiliki hubungan dengan perilaku benda-benda angkasa seperti matahari, bulan dan rasi bintang tertentu. Peredaran matahari dan bulan menunjukkan waktu dalam hitungan siang dan malam, sedangkan pergerakan dan penampakan bintang dapat dijadikan pedoman arah mata angin. Dengan mengamati pergerakan benda-benda langit dari waktu ke waktu, petani dan nelayan memahami bahwa dinamika bintang-bintang, matahari dan bulan dapat dijadikan petunjuk untuk menentukan arah berlayar. Lebih jauh lagi, pengamatan yang berhati-hati terhadap pergerakan benda-benda angkasa tersebut dapat dihubungkan dengan pergantian musim dan perubahan iklim.

Penguasaan atas ilmu perbintangan (astronomi) atau *palintangan* yang digunakan untuk menentukan arah, waktu, dan pergantian musim telah dikuasai masyarakat lokal sejak berabad-abad. Pada siang hari, pergerakan matahari menunjukkan arah timur dan barat, dan pergerakan bulan pada malam hari menuntun manusia dalam menentukan hari dalam hitungan bulan. Bintang Crux (pari) menunjukkan arah selatan, bintang kala (Scorpio) menunjukkan arah tenggara, bintang Biduk (beruang besar) menunjuk arah utara, dan rasi Orion (luku, waluku) digunakan untuk menentukan musim atau kalender kegiatan bercocok tanam (Protezholicers, 2015). Berdasarkan benda-benda angkasa yang disebutkan itu, rasi Orion adalah yang paling penting dalam hubungannya dengan kegiatan yang berkaitan dengan sektor pertanian.

Dalam mitologi Yunani, rasi bintang Orion menggambarkan seorang pemburu bernama Orion yang dibentuk oleh 4 bintang utama: Betelgeuse, Bellatrix, Saiph dan Rigel (Anifah, 2012; Dhtasari, 2015, dan Protezholicers, 2015). Di tengah rasi tersebut terdapat 3 bintang yang berjejer, yaitu Alnitak, Alnilam dan Mintaka, yang membentuk garis lurus dan disebut sabuk Orion. Namun dalam pandangan etnis Jawa dan Sunda, rasi Orion tidak terlihat seperti manusia pemburu, tetapi lebih dekat ke bentuk bajak atau waluku. Dalam budaya Jawa dan Sunda, bintang-bintang utama yang membentuk gambaran luku adalah Bellatrix, Saiph dan Rigel, dan tiga bintang sabuk Orion (Alnitak, Alnilam dan Mintaka).



Gambar 1. Rasi Bintang Waluku (Orion).

Ilmu tentang alam semesta dan ilmu perbintangan (astronomi) merupakan bidang keilmuan yang selama berabad-abad dipahami manusia. Berbekal pengetahuan tersebut yang dikaitkan dengan dinamika ekosistem dimana mereka hidup, manusia pun secara berangsur-angsur mampu menyusun kalender kegiatan yang berkaitan dengan kebutuhannya. Pengetahuan tentang pergerakan bintang-bintang tersebut dijadikan acuan untuk memulai kegiatan produktif bercocok tanam, memelihara sampai ke memanen tanaman.

Dalam pemahaman umum, sering terjadi kerancuan antara astronomi dengan astrologi. Sebagian masyarakat berpendapat bahwa astronomi dan astrologi itu sama. Selain itu sering terjadi kerancuan yang mengartikan astronomi sebagai astrologi dan sebaliknya. Astronomi adalah keilmuan akademik yang melakukan pendekatan ilmiah (sains). Astronomi terutama melakukan pendekatan matematis dan fisika guna menafsirkan peristiwa atau fenomena yang terjadi pada benda-benda langit (bintang/planet, matahari, dan bulan). Data yang dihimpun dikaji dan

ditelaah secara sistematis. Sebaliknya, astrologi bertumpu pada mitos dan legenda kuno terkait rasi bintang dan benda-benda langit yang dianggap memiliki pengaruh terhadap nasib manusia.

Tabel 1. Perbandingan Astronomi dengan Astrologi.

No.	Uraian	Astronomi	Astrologi
1.	Subjek	Benda langit.	Takdir/nasib berdasar pergerakan benda langit.
2.	Kajian	Pergerakan benda langit.	Hubungan manusia dengan benda langit.
3.	Metodologi	Ilmiah-akademik sistematis.	Tidak ada metodologi dan hubungan sebab-akibat.
4.	Rasi bintang	13 sebagai panduan analisis.	12 untuk meramal takdir.

Sumber: <http://apaperbedaan.com/astrologi-dan-astronomi/> (diseleksi).

Dalam budaya Sunda, rangkaian pengetahuan ilmu perbintangan disebut *elmu palintangan* sangat mewarnai jiwa dan batin masyarakat. Sebelum mengenal jam dan arloji, budaya Sunda sudah mengenal perkiraan waktu siang dan malam yang didasarkan pada ilmu palintangan peredaran bintang dan matahari yang dikombinasikan dengan dinamika lingkungan ekosistem dan penghuninya, termasuk penanda alam lainnya. Penanda alam lain yang dimaksud antara lain adalah suara hewan liar atau bunyi pergerakannya, desir angin, gemerisik daun-daunan, dan lain-lain. Sebagai contoh adalah suasana yang tiba-tiba sepi senyap disebut sebagai suasana "*siga gaang katincaK*" (seperti anjing tanah terinjak). Dalam hal seseorang berceloteh bicara tanpa makna disebut "*siga kasintu beger keur moyar*" (seperti ayam hutan berahi sedang berjemur).

Tabel 2. *Wanci* (waktu) Harian dalam Budaya Sunda.

Wanci	Jam (perkiraan)	Penanda alam	Penanda benda angkasa
Tengah peuting	00:00	Suasana sekitar sepi. Hewan liar kecil berkeliaran.	Bintang-bintang di langit, cahaya alam rendah.
Tumorek	01:00	Saat tidur nyenyak tidak mendengar apapun.	Bintang-bintang mulai bergerak ke ufuk barat.
Janari leutik	02:00	Suasana sunyi-senyap. Suara serangga (cengkerik dll.)	Bintang dan rasi mulai condong ke barat.
Janari gede	03:00	Suasana sunyi, mulai terdengar suara kehidupan (suara mengaji).	Bintang dan rasi bergerak ke ufuk barat.

Kongkorongok hayam	04:00	Ayam mulai berkokok. Suara kehidupan meningkat.	Bintang Timur terlihat samar-samar.
Balebat	05:00	Kesibukan kehidupan dimulai.	Bintang Timur terlihat di ufuk barat.
Carangcang tihang	06:00	Perubahan pandangan dari gelap ke terang.	Sinar matahari mulai terlihat di ufuk timur, bintang Timur tenggelam di ufuk barat.
Meletek panonpoe	07:00	Hari sudah terang, orang bersiap-siap pergi bekerja.	Matahari terbit. Intensitas cahaya meningkat.
Ngaluluh taneuh	08:00	Kesibukan awal untuk bekerja.	Ketinggian matahari setelapak tangan.
Haneut moyan	09:00	Hari mulai hangat. Kesibukan meningkat	Matahari makin naik. Hari mulai hangat.
Rumangsang	10:00	Kesibukan orang-orang berjalan terus.	Ketinggian matahari sehasta. Hari mulai memanas.
Pecat sawed	11:00	Petani berhenti bekerja dan melepas luku.	Tinggi matahari sepenggalah.
Tangange	12:00	Petani pulang ke rumah.	Matahari di atas ubun-ubun.
Lingsir	13:00	Bayang-bayang memanjang.	Matahari mulai condong ke barat.
Kalangkang satangtung	14:00	Bayang-bayang seukuran tubuh.	Matahari bertambah condong.
Mengok	15:00	Intensitas kesibukan melambat. Sebagian sudah di rumah.	Intensitas cahaya matahari mulai menurun.
Tunggang gunung	16:00	Udara mulai agak sejuk, biasanya angin sepoi-sepoi.	Matahari makin condong terhalang gunung-gunung.
Sariak layung	17:00	Lembayung mulai terlihat.	Matahari hampir tenggelam, langit berubah warna.
Sareupna	18:00	Intensitas cahaya berkurang.	Saat matahari terbenam.
Harieum beungeut	19:00	Perubahan pandangan dari terang ke gelap.	Matahari terbenam, intensitas cahaya makin turun.
Sareureuh budak	20:00	Waktu tidur untuk anak-anak, suasana mulai sepi.	Bintang-bintang mulai terbit.
Tumoke	21:00	Suara hewan liar terdengar satu-satu, khususnya suara toke.	Bintang-bintang semakin tinggi di langit.
Sareureuh kolot	22:00	Waktu istirahat untuk orang tua. Suasana mulai sepi.	Intensitas cahaya menurun. Sinar bulan muncul sesuai dengan perjalanan bulan.
Indung peuting	23:00	Suasana senyap, desir angin dan daun-daun.	Bintang semakin tinggi di langit.

Sumber: Diolah dari Anifah (2012), Basatiawan (2014), dan Suryaman (2017).

Penggabungan elemen-elemen astronomi dalam khasanah palintangan, ekosistem dan sistem sosial manusia, secara implisit melukiskan perpaduan (*adumanis*) atau integrasi prinsip dasar budaya Sunda yang meliputi hal *alami*, *hayati*, dan *insani* (Bastiawan, 2014). Prinsip *adumanis* tersebut sebanding dengan prinsip Tri Hita Karana pada masyarakat Hindu Bali (Awig-awig, 2011) yang berintikan keharmonisan hubungan antara manusia dengan Tuhan, manusia dengan manusia, dan manusia dengan alam. Kedua prinsip tersebut diatas merupakan kearifan ekologi pada masyarakat dan kebudayaan Sunda dan Bali.

Selain mempelajari ilmu astronomi secara tradisional, akumulasi pengalaman telah menunjukkan bahwa perubahan iklim yang disebabkan oleh dinamika benda-benda angkasa tersebut memberikan dampak yang mempengaruhi perilaku kegiatan produktif masyarakat. Dengan membaca berbagai penanda alam yang disebabkan oleh perilaku iklim mikro, makro dan iklim global berkembang pula pemahaman akan musim dan kondisi alam (Bastiawan, 2011) yang dapat dikaitkan dengan kegiatan bercocok tanam, berlayar dan menangkap ikan. Budaya Sunda mengenal *usum ngijih* (musim hujan), *katiga* (kemarau), *musim barat* (musim datangnya angin besar dari arah barat yang disertai hujan lebat) sebagai penanda alam patokan pergantian musim dan iklim. Lebih jauh lagi, kondisi iklim seperti itu sering diasosiasikan dengan kondisi peri kehidupan masyarakat di saat-saat tersebut, yaitu: *usum sasalad* (musim penyakit), *usum tigerat* (musim paceklik), dan *usum nguyang* (meminjam karena kekurangan pangan). Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa penanda alam dapat bersifat teknis-biofisik (*usum ngijih*, *katiga* dan *musim barat*), dan dapat pula mengandung aspek biologis (*usum sasalad*), aspek tekno-sosial (*usum tigerat*), dan dapat pula bersifat sosio-ekonomis (*usum nguyang*).

Perubahan musim yang disebabkan oleh dinamika iklim makro memberikan dampak terhadap ekosistem dan pola serta kegiatan pertanian. Secara langsung, perubahan iklim mampu mengubah kondisi tanaman dan pertumbuhan pepohonan dan tanaman. Hal demikian selanjutnya mempengaruhi ketahanan pangan masyarakat karena tingkat produksi dan produktivitas lahan usahatani mengalami perubahan yang tidak diduga sebelumnya. Dalam kondisi demikian, petani sering meningkatkan penggunaan pupuk dan bahan kimia lain untuk mengembalikan produksi tanaman pangan ke tingkat semula yang lebih baik. namun tindakan demikian meningkatkan tekanan terhadap lahan dan

ketersediaan air yang harus diimbangi dengan tindakan pemulihan lahan yang bijaksana. Suzuki (2017) mengemukakan bahwa dampak paling serius akibat perubahan iklim dialami oleh air dan ketersediaan serta distribusinya. Air sangat erat kaitannya dengan sumber daya lain dan isu-isu sosial seperti ketersediaan pangan, kesehatan, industri, transportasi, dan integritas ekosistem.

Pengetahuan tentang musim yang dikaitkan dengan pergerakan bintang, matahari, dan bulan, adalah petunjuk dalam kehidupan masyarakat dalam melakukan kegiatan produktif dan menghindari bahaya dan bencana, baik bencana kegagalan pertanian, maupun bencana alam yang berada diluar kontrol dan kendali manusia. Dinamika cuaca dan musim, pergerakan bintang dan benda-benda langit lainnya, perilaku hewan dan penanda alam lainnya dapat mengisyaratkan akan datangnya peristiwa baik atau buruk yang berkaitan dengan alam sekitar dan ekosistem.

Akumulasi pengalaman melalui pengamatan perubahan iklim di lingkungan ekosistem sekitar diintegrasikan dengan pemahaman keilmuan perbintangan telah melahirkan kalender musim atau kalender kegiatan bertani pada masyarakat. Masyarakat Sunda, Jawa, dan Bali, memiliki kalender kegiatan bercocok tanam yang disebut *pranata mangsa* atau *pranoto mongso*. Editor (2016) menambahkan bahwa suku Batak di Sumatra mengenal *parhalaan*. Suku Dayak di Kalimantan Barat mengenal sistem kalender *papan katika*. Masyarakat Bali memiliki sistem kalender yang didasarkan atas ilmu astronomi yang disebut *wariga*. Penanggalan-penanggalan tradisional tersebut memiliki fungsi sebagai pedoman bagi masyarakat dalam kegiatan keseharian mereka.

Dari sudut pandang astronomi dan bioklimat, *pranata mangsa* memiliki akar latar belakang kosmografi dan bioklimatologi. *Pranata mangsa* disusun berdasarkan pengamatan terhadap alam, baik perubahan iklim di bumi, maupun pergerakan benda-benda angkasa. Bangsa Indonesia sudah akrab dengan pola pergerakan bintang yang mendasari pola pergantian musim dari tahun ke tahun. Editor (2016) menjelaskan bahwa kalender *pranata mangsa* dibuat berdasarkan peredaran bumi mengelilingi matahari. Satu tahun dibagi ke dalam 4 mangsa utama yang dibagi lagi menjadi 12 mangsa. jumlah hari dalam satu mangsa bervariasi, dari 24 sampai 43 hari. Jumlah hari dalam kedua belas mangsa bukan hasil dari pembagian sederhana, tetapi berkaitan erat dengan terjadinya

pergantian musim. Masing-masing mangsa menggambarkan pola alam pada mangsa yang bersangkutan. Sedangkan keempat mangsa utama adalah *katiga* (kemarau), *labuh* (peralihan, pancaroba), *rendeng* atau *ngijih* (musim hujan) dan pancaroba. Kalender pranata mangsa Indonesia juga bersifat lokal karena karena dikembangkan di Jawa dan Bali dan hanya berlaku di wilayah tersebut (Editor, 2016). Dalam kegiatan pertanian, pranata mangsa adalah sarana yang digunakan oleh para petani untuk mengawali kegiatan bercocok tanam sesuai dengan kondisi dan perkembangan cuaca. Dalam hal ini petani berusaha mengikuti irama musim yang berlangsung untuk mensukseskan usaha pertaniannya. Setiap mangsa memiliki watak spesifik sebagai reaksi perilaku makhluk hidup (hewan dan tumbuhan) terhadap dinamika mangsa menurut perubahan lintasan benda langit, yaitu matahari dan bulan, bintang dan rasi bintang. Kondisi tersebut menghasilkan urutan mangsa dalam kalender Jawa yang juga dianut oleh budaya Sunda.

Tabel 3 menunjukkan urutan mangsa dalam pranata Jawa dan Sunda yang diawali oleh akhir musim kemarau yang menunjukkan watak "*sotya murca ing embanar*" (ratna/permata jatuh dari tatahan) yang bermakna sumber air mulai mengering, daun-daunan gugur karena tanah kekeringan (Anifah, 2012). Mangsa pertama ini terjadi pada posisi rasi bintang Orion atau bintang waluku sedang mengalami *heliacal rise*, yaitu terbit dari ufuk timur beberapa saat sebelum matahari terbit (Anifah, 2012 dan Dhtasari, 2015). Saat tersebut disebut pula sebagai *Summer solstice* (Anifah, 2012), yaitu ketika rasi bintang waluku sangat menyerupai bajak atau luku dalam posisi siap pakai. Dalam budaya Jawa, kondisi tersebut mengisyaratkan bahwa musim tanam harus sudah saatnya dimulai. Summer solstice tersebut terjadi di minggu ketiga atau keempat bulan Juni setiap tahunnya.

Pranata mangsa dalam tabel 3 menjadi acuan bagi petani Jawa dan Bali dalam kegiatan produktif usahataniannya. Setiap mangsa didalami maknanya agar irama kegiatan pertanaman dapat disesuaikan dengan setiap mangsa dalam kalender musim tersebut. Setiap mangsa memiliki sifat atau watak khas sebagai resultan interaksi berbagai penanda alam, termasuk didalamnya perilaku tanaman, hewan, pikiran dan emosi serta perilaku manusia yang muncul di musim terkait. Dalam kalender pranata mangsa, tiap mangsa atau musim berjalan sesuai urutannya. Apabila terjadi penyimpangan, maka keseimbangan musim secara keseluruhan akan terganggu. Sebagai contoh adalah peristiwa pemanasan global yang

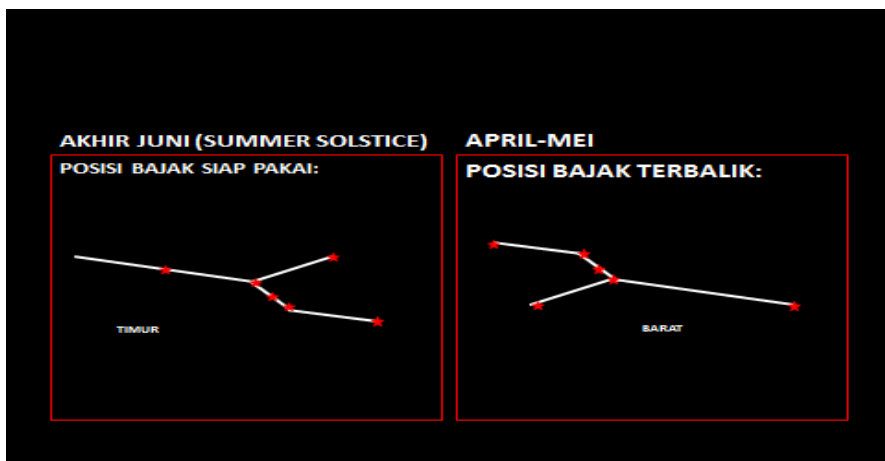
mengakibatkan perubahan pola tanam sehingga keseimbangan mangsa dalam pranata mangsa juga berubah. Dengan melihat penanda alam, petani dapat mengantisipasi hal-hal yang harus dilakukan agar tidak terjadi bencana atau kerusakan ekosistem lebih jauh lagi.

Tabel 3. Pranata Mangsa Kalender Jawa dan Sunda

No.	Kala/mangsa	Watak/sifat	Penanda alam
1.	Kasa	<i>Sotya murca ing embanan</i>	Dedaunan gugur, tanah mulai kering, mata air mulai mengecil.
2.	Karo	<i>Bantala rengka</i>	Tanaman palawija mulai Tumbuh, pohon randu dan daun mangga mulai bersemi, tanah banyak yang retak.
3.	Katelu/katilu/katiga	<i>Suta manut ing bapa</i>	Tanaman <i>Lung-lungan</i> mulai menjalar, disini <i>lung-lungan</i> diumpamakan anak (<i>suta</i>)
4.	Kapat	<i>Wasspo kumembang jroning kalbu</i>	Mata air mongering disertai hawa panas, awal panen. Palawija, tanaman bambu, <i>uwu</i> , <i>gadung</i> , <i>kunci</i> dan lain-lainnya mulai tumbuh.
5.	Kalima	<i>Pancuran emas sumawur ing jagad</i>	Panen mangga, hawa mulai dingin, hujan <i>sumawur</i> , pohon asam jawa mulai bersemi, ular dan lalat berkembang.
6.	Kanem	<i>Rasa mulyo kasucen.</i>	Musim buah-buahan, saatnya mengolah sawah, menyebar benih padi.
7.	Kapitu	<i>Wisa kentar ing maruto</i>	Musim banyak penyakit dan hujan, sungai-sungai mulai meluap, banjir, petani mulai menanam padi.
8.	Kawolu	<i>Ajrah jroning kayun</i>	Hawa mulai panas, musim kucing kawin, padi menghijau, ulat berkembang.
9.	Kasanga	<i>Wedare wacana mulya</i>	Jangkrik dan gangsir mulai berbunyi (<i>ngentir</i>), gareng (<i>Cicada</i>) mulai berbunyi <i>ngereng</i> .
10.	Kasepuluh/kasapuluh	<i>Gedong minep jroning kalbu</i>	Ternak mulai bunting, padi menguning dan panen, burung-burung kecil berkembang biak.
11.	Desta/hapitlemah	<i>Sotya sinarawedi</i>	Burung-burung kecil menetas, petani mulai panen raya, panen padi dan palawija.
12.	Kadhasa/hapitkayu	<i>Tirta sah saking sasana</i>	Hawa dingin, orang jarang berkeringat.

Sumber: Diolah dari Sindhunata 2009) dalam Anifah (2012), dan Editor (2016).

Rasi bintang Luku yang dijadikan patokan utama dalam menentukan musim bercocok tanam memiliki perhatian khusus, terutama karena bentuknya yang menarik dan mudah dikenal. Secara kasat mata, rasi Orion memiliki bentuk seperti luku (bajak) dalam berbagai posisi yang dijadikan pegangan dalam melakukan kegiatan bertani dan berlayar. Pada pertengahan musim panas (summer solstice), yaitu sekitar minggu keempat bulan Juni, bentuk rasi Orion menyerupai bajak dalam posisi siap pakai (Gambar 1). Kondisi ini diinterpretasikan petani sebagai penanda awal musim tanam dimana petani menganggap sebagai “diingatkan” dan harus bersiap-siap. Dalam waktu ini rasi Orion mengalami heliacal rise, yaitu terbit di ufuk timur sebelum matahari terbit (menjelang pagi saat waktu *haliwawar* mendekati *balebat*).



Gambar 1. Posisi Rasi Bintang Luku Akhir Bulan Juni dan antara April-Mei.

Sekitar lima bulan kemudian (perkiraan bulan Nopember dan awal Desember), rasi bintang Waluku mengalami *acronychal rise*, yaitu terbit di ufuk timur sesaat setelah matahari terbenam (sekitar waktu magrib, atau *wanci harieum beungeut*). Dalam waktu ini, bentuk Orion masih menyerupai bajak siap pakai. Kondisi ini diinterpretasikan petani sebagai penanda bahwa kegiatan bertanam padi dapat dimulai. Dalam rentang waktu ini, pengolahan lahan dimulai dan benihpun ditebar di lahan pesemaian.

Semakin larut waktu berjalan, posisi Orion perlahan-lahan berubah. Saat petani selesai memindahkan bibit dan menanamnya dan tumbuh menjadi tanaman muda, rasi Orion bergerak semakin tinggi dan mencapai titik tertinggi (kulminasi) setelah matahari terbenam dan perlahan-lahan menghilang. Kulminasi tersebut terjadi sekitar pertengahan dan akhir bulan Februari. Ketika Orion menghilang dari langit, para petani telah selesai melakukan kegiatan bertanam bibit. Bintang Luku muncul lagi sekitar bulan April-Mei, lebih-kurang empat bulan setelah proses tanam bibit selesai. Pada saat ini rasi Orion muncul lagi dalam posisi bajak terbalik yang diinterpretasikan bahwa bajak terbalik tersebut tidak dalam kondisi siap pakai. Hal ini dipakai sebagai pertanda bahwa musim pertanian telah selesai dan tiba saatnya untuk panen. Gambar 1 menunjukkan posisi rasi Orion pada dua kondisi diatas.

KEARIFAN LOKAL DAN ANTISIPASI DAMPAK PERUBAHAN IKLIM

Tradisi dan budaya lokal yang berhubungan dengan pelestarian lingkungan sejak lama dianut masyarakat. Falsafah Tri Hita Karana (Bali) dan prinsip *adumanis* atau integrasi prinsip dasar budaya Sunda yang meliputi hal *alami*, *hayati*, dan *insani* mencerminkan pentingnya hubungan harmonis antara manusia dengan alam. Dalam upaya mencapai keharmonisan tersebut, adalah penting untuk menjaga keseimbangan alam atau ekosistem melalui upaya-upaya fisik maupun spiritual. Berbagai budaya masyarakat di Indonesia melarang perambahan hutan atau menebang pepohonan melebihi kebutuhan, mengubah atau merusak lansekap dan aliran sungai, melakukan kegiatan pertanian tanpa perhitungan, dan berbagai tindakan eksploitasi alam secara berlebihan (*overexploitation*). Sebagai contoh budaya kearifan masyarakat Dayak di Kalimantan melarang menebang pohon yang tumbuh alami di hutan. Larangan tersebut adalah sebagai bentuk pengakuan arti penting hutan sebagai penjaga keseimbangan alam.

Dalam hubungannya dengan keseimbangan alam, masyarakat tradisional menganggap alam sekitar dan hutan adalah sumber kehidupan utama. Sikap menghadapi dan memahami dinamika alam sekitar berikut isinya, baik tetumbuhan, maupun margasatwa dan hewan kecil yang hidup diatas dan didalam tanah, semuanya mencerminkan sikap dan upaya melestarikan lingkungan. Sikap tersebut berkembang sejalan dengan

pengalaman hidup menyesuaikan diri dengan alam atau dengan upaya mengendalikan alam. Masyarakat tradisional memahami bahwa bila hutan rusak, lingkungan hidup mereka juga akan menderita. Bila hujan turun secara berlebihan, itu pertanda perubahan iklim yang berkaitan dengan tindakan manusia berupa eksploitasi berlebih yang menyebabkan berbagai kerusakan lingkungan.

Upaya masyarakat tradisional dalam memahami perubahan iklim terutama adalah dengan mengamati dan memahami gejala-gejala fisik sebagai penanda alam yang berbeda atau tidak sesuai dengan informasi himpunan pengetahuan kearifan lokal. Memanfaatkan sifat-sifat iklim atau mangsa dalam kalender pranata mangsa sebagai "referensi" adalah sikap yang diambil untuk mengkaji penampilan penanda alam yang tidak seharusnya terjadi seperti yang tertera dalam pranata mangsa tersebut. Sebagai contoh adalah kondisi pada bulan Juni, yaitu mangsa kasa (*Sotya murca ing embanan*) biasanya ditandai dengan penanda alam daun-daun berguguran, persediaan air tanah berkurang, dan tanah mulai mengering. Namun bila pada mangsa kasa tersebut masih terjadi hujan, hal tersebut adalah pertanda bahwa telah terjadi perubahan iklim dan musim. Berdasarkan pertanda alam tersebut, masyarakat setempat dapat segera mengantisipasi dampak kelebihan air dan peningkatan kelembaban lahan yang harus dihadapi pada saat kegiatan pertanian musim berikutnya akan dilaksanakan.

Dalam hal penentuan waktu tanam yang tepat, peran astronomi atau ilmu palintangan tidak berhenti pada pranata mangsa saja, namun juga dimanfaatkan dengan baik oleh masyarakat nelayan. Nelayan dan pelaut memanfaatkan benda-benda angkasa sebagai petunjuk arah sekaligus sebagai pertanda tibanya cuaca buruk yang menyebabkan gelombang besar yang dapat menghambat kegiatan melaut. Saat matahari berada di belahan bumi selatan (bulan Oktober-April) adalah saat tibanya musim barat yang mempengaruhi arus dan gelombang laut. Angin musim barat disebut juga angin *muson* barat adalah angin yang berhembus dari benua Asia (yang sedang mengalami musim dingin) ke benua Australia (musim panas). Angin ini membawa awan hujan yang banyak di Indonesia bagian barat. Hal tersebut disebabkan karena angin melewati perairan yang luas dalam perjalanannya. Pada saat tersebut, Indonesia akan mengalami musim hujan akibat massa uap air yang dibawa oleh angin ini,

saat melalui lautan luas di bagian utara (Samudra Pasifik dan Laut Cina Selatan).

Berbagai penanda alam dampak perubahan iklim yang mempengaruhi sikap dan strategi kegiatan produktif masyarakat antara lain adalah pola dan curah hujan, perubahan cuaca yang tidak biasa, dan perubahan suhu udara. Pengamatan bertahun-tahun menyimpulkan bahwa siklus air di tingkat global menunjukkan perubahan sejalan dengan peningkatan suhu global. Kondisi ini direpresentasikan oleh wilayah-wilayah basah yang menjadi semakin basah, dan wilayah kering menjadi lebih kering. Contohnya adalah peningkatan curah hujan di bagian utara Australia, dan keterlambatan dan penurunan curah hujan musim gugur dan musim dingin di bagian selatan (CSIRO and BoM, 2012). Iklim ekstrim yang terjadi ditunjukkan antara lain oleh peningkatan suhu harian, hari hujan berlebih dan curah hujan ekstrim serta kekeringan. Semuanya itu terjadi diluar pola normal seperti yang ditata dalam kalender pranata mangsa Jawa dan Sunda.

Pengamatan terhadap penanda alam yang tidak biasa membawa masyarakat lokal untuk bertindak. Tindakan tersebut dapat berupa pemanfaatan nasehat, penerapan petunjuk, dan penerapan teknologi lokal maupun teknologi dan strategi modern. Contoh yang menarik adalah pendekatan kearifan lokal terhadap bencana atau kemungkinan bencana longsor. Kearifan lokal yang dapat dilakukan untuk mencegah kondisi ini adalah menerapkan strategi *nyabuk gunung*. Nyabuk gunung adalah tindakan membuat kontur sepanjang lereng bukit untuk mencegah dan mengurangi kemungkinan longsor. Kegiatan kearifan lokal demikian dilakukan secara komunal dengan semangat "*rawe-rawe rantas, malang-malang putung*" (senang dan susah bersama-sama. Tindakan ini dapat disertai dengan penggunaan kearifan lokal fisik berupa peralatan cangkul atau peralatan dan teknologi lokal yang memiliki fungsi yang sama, namun dapat berbeda bentuknya sesuai dengan budaya setempat.

Kearifan lokal yang dapat dihubungkan dengan perubahan iklim pada umumnya menekankan pada upaya pencegahan degradasi lahan dan lingkungan dalam berbagai bentuk dan strategi. Hal serupa juga terlihat dari kearifan lokal teknologi yang lebih bersifat antisipatif untuk melakukan tindak fisik pencegahan di lokasi yang dinilai rawan kerusakan. Kearifan lokal teknologi cangkul dan teknik membuat *sengkedan* atau kontur untuk mencegah erosi memiliki keragaman, baik dalam bentuk, maupun dalam

cara pengoperasiannya. Pembuatan kontur pada lereng yang landai dapat dilakukan dengan berdiri sejajar dengan arah rencana horisontal kontur. Cangkul yang digunakan juga memiliki gagang relatif panjang karena pengguna memiliki ruang gerak cangkul yang cukup luas. Sebaliknya pada lereng yang curam, teknik membuat sengkedan dilakukan dengan menghadap ke arah lereng. Karena ruang gerak untuk cangkul terbatas, maka gagang cangkul yang dipakai harus lebih pendek. Logika kearifan seperti demikian sangat sederhana sehingga sering terabaikan begitu saja.

Antisipasi terhadap banjir juga dapat dilakukan dengan penerapan nasehat atau larangan, tabu, dan pikukuh yang berkaitan dengan pencegahan banjir dan longsor melalui pendidikan untuk tidak merambah hutan dan menebang pohon-pohonan hutan atau dengan tindakan lain. Salah satu contoh kearifan lokal naratif dalam bentuk pantun adalah *smong* di Pulau Simeulue yang terbukti dapat menyelamatkan masyarakat dari bencana tsunami tahun 2004 yang lalu. *Smong* adalah budaya bertutur dalam bentuk syair berisikan petuah dan arahan untuk mencegah bencana melalui upaya penghijauan pantai dengan menjaga kelestarian hutan dan menanam mangrove. Pada saat terjadi tsunami hebat tahun 2004 yang meluluh-lantakkan pantai barat Pulau Sumatera, penduduk Pulau Simeulue meneriakkan "*Smong..!*" sebagai isyarat untuk mengungsi ke tempat yang lebih tinggi atau berlindung dibalik bukit atau batu besar.

Strategi pelarangan juga sering dilakukan untuk menjaga dan mencegah kerusakan ekosistem, khususnya ekosistem hutan. Awig-awig (2011) mencontohkan antar lain budaya *repong damar* di Krui, Lampung Barat. *Repong damar* adalah hutan damar yang dikembangkan dari lahan lahan bekas ladang. *Repong damar* dikembangkan dan dikelola oleh masyarakat dalam bentuk wanatani. Lahan bekas ladang ditanami berbagai jenis tanaman yang bernilai ekonomi tinggi. Selain damar, ditanam juga kopi, karet, durian, dan lain-lain. Masyarakat lokal berpendapat bahwa bila bekas ladang dibiarkan ditumbuhi semak belukar yang tidak mampu menutup lahan, maka iklim mikro dapat terpengaruh. Pengaruh pengelolaan lahan bekas ladang yang sangat luas secara tidak teratur dalam jangka panjang dapat mempengaruhi iklim mikro dan iklim makro.

Contoh serupa adalah hompongan yang dikembangkan oleh orang Rimba (orang Kubu) di Jambi. Hompongan adalah hutan belukar yang melingkupi kawasan inti pemukiman orang Rimba (di kawasan Taman Nasional Bukit Dua Belas, Jambi) yang sengaja dijaga keberadaan dan

fungsinya sebagai wilayah penyangga (buffer zone) terhadap gangguan pihak luar. Menjaga agar pihan luar tidak mengintervensi hutan lebat dapat menjaga kondisi alami hutan agar tetap dapat berperan dalam menjaga keseimbangan ekosistem lokal.

PENUTUP

Kemampuan antisipasi kearifan lokal terhadap perubahan iklim yang diterapkan diperoleh melalui pengamatan terhadap dinamika lingkungan dan penanda alam yang menyimpang dari runutan waktu dan musim yang tertera dalam kalender pranata mangsa. Dalam hal ini, kemampuan antisipatif kearifan lokal mengarah pada sifat futuristik yang sifatnya inovatif. Kearifan lokal memanfaatkan kumpulan informasi yang telah teruji bergenerasi-generasi untuk membuka peluang perbaikan masa depan.

PUSTAKA:

- Anifah, Tanti. 2012. Rasi Bintang dan Pranata Mangsa Sebagai Sumber Ide dalam Penciptaan Karya Keramik. Fakultas Sastra dan Seni Rupa. Universitas Sebelas Maret. Surakarta.
- Awig-awig. 2011. Jenis kearifan lokal yang ada di Indonesia. <http://awig-awig.blogspot.co.id/2011/07/jenis-kearifan-lokal-yang-ada-di.html>. Monday, July 25, 2011.
- Bastiawan, Ade. 2014. Palintangan Sunda. <http://bastiawanade.blogspot.co.id/2014/06/palintangan-sunda.html>
- CSIRO and BoM. 2012. State of the Climate.
- Dhitasari, Ni Nyoman Ayu Cinde, 2015. Selayang Pandang Pranata Mangsa. Langit Sekatan. <http://langitselatan.com/2015/01/31/selayang-pandang-pranata-mangsa/Sabtu, 31 Jan 2015>. Diunduh tanggal 14 September 2017.

- Doaly, Themmy. 2016. Adaptasi Perubahan Iklim Berbasis Kearifan Lokal. Seperti Apa? October 17, 2016. Manado Hutan. <http://www.mongabay.co.id/2016/10/17/adaptasi-perubahan-iklim-berbasis-kearifan-lokal-seperti-apa/>
- Editor. 2016. Pranata Mangsa, Penanggalan Asli Masyarakat Jawa, Sunda, dan Bali. <http://1001indonesia.net/pranata-mangsa/>. March 4, 2016. Diunduh tanggal 11 September 2017.
- Protezholicers. 2014. Menentukan Arah dengan Rasi Bintang. Jurnalistik Alam Bebas. <https://protezholicers.wordpress.com/2014/02/05/menentukan-arahan-dengan-rasi-bintang/>. 05 Feb, 2014. Ditulis oleh Protezholicers. Diunduh tanggal 16 September 2017.
- Ramadhan, Rifqi. 2011. Analisa Kearifan Lokal Sebagai Solusi Pelestarian Lingkungan. Institut Teknologi Bandung 2011. <http://mrifqiramadhan.blogspot.co.id/2011/11/analisa-kearifan-lokal-sebagai-solusi.html>
- Sainsindonesia. 2015. Menghadapi Perubahan Iklim dengan Kearifan Lokal, <http://www.sainsindonesia.co.id/index.php/rubrik/laporan-utama>. Created on Thursday, 31 December 2015.
- Sponsel, Leslie E. (2012). *Spiritual Ecology: A Quiet Revolution*. Praeger. pp. xiii. ISBN 978-0-313-36409-9.
- Suryaman, Dani. 2017. Jam atau Waktu dalam Bahasa Sunda. https://twitter.com/dani_suryaman/status/659886475513692160. Diunduh tanggal 18 September 2017.
- Suzuki, David. 2017. Impacts of Climate Change. David Suzuki Foundation. <http://www.davidsuzuki.org/issues/climate-change/science/impacts/impacts-of-climate-change/>. Diunduh tanggal 10 September 2017.
- Wikipedia. 2017. Summer Solstice. From Wikipedia, the free encyclopedia. https://en.wikipedia.org/wiki/Summer_solstice. Diunduh tanggal 15 September 2017.
- Wikipedia. 2017^a. Spiritual ecology. From Wikipedia, the free encyclopedia. https://en.wikipedia.org/wiki/Spiritual_ecology. Diunduh tanggal 14 September 2017.

Wikipedia. 2017^b. Agricultural astrology. From Wikipedia, the free encyclopedia: https://en.wikipedia.org/wiki/Agricultural_astrology. Diunduh tanggal 14 September 2017.

World Wildlife Foundation (WWF). 2015. Program Adaptasi dan Mitigasi Perubahan Iklim Berdasarkan Kearifan Lokal. <http://www.wwf.or.id/?40722/Program-Adaptasi-dan-Mitigasi-Perubahan-Iklim-Berdasarkan-Kearifan-Lokal>. Posted on 01 August 2015.

KEARIFAN LOKAL DAN KAPITAL SOSIAL DALAM MENGHADAPI DEGRADASI EKOSISTEM

Nono Sutrisno dan Kedi Suradisastra

PENDAHULUAN

Degradasi ekosistem khususnya ekosistem lahan pertanian dan hutan terjadi akibat pengelolaan sumber daya alam yang kurang tepat yang bersifat eksploitatif. Menurut Suradisastra (2010) sebagai salah satu sumber kehidupan, ekosistem lahan mengalami berbagai tindak eksploitatif teknis-biofisik guna mengejar tuntutan ekonomi dalam upaya meningkatkan kesejahteraan sosial keluarga dan masyarakat yang hidup di ekosistem tersebut. Untuk mengatasi degradasi lahan dan ekosistem yang terjadi akibat kegiatan ekonomi memerlukan sikap dan tindakan yang mengarah pada upaya pengelolaan yang lebih berkesinambungan. Akan tetapi pada umumnya masyarakat pengguna dan pengeksploitasi lahan kurang memiliki keterampilan dan pengetahuan pengelolaan serta upaya konservasi ekosistem yang memadai.

Kerusakan ekosistem dan lingkungan umumnya tidak terlihat secara seketika, tetapi melalui proses gradual dan bersifat historis dan dalam waktu yang lama. Sebagai contoh penghancuran ekosistem hutan magrove di pantai-pantai Jawa, Sumatera, Kalimantan dan Sulawesi tidak mudah dilihat dari tahun ke tahun, namun terlihat sangat jelas dari dekade ke dekade; demikian juga proses pendangkalan waduk atau bendungan besar yang sangat penting untuk mendukung kegiatan perekonomian berbasis pertanian padi sawah. Salah pengelolaan ekosistem yang dilakukan secara terus menerus, akan menyebabkan kerusakan ekosistem baik kerusakan ringan maupun berat. Oleh karena itu, pemanfaatan ekosistem harus dilakukan sesuai dengan ketentuan dan tidak bersifat eksploitatif. Ketentuan-ketentuan tata cara pemanfaatan sumber daya alam yang bijaksana sudah dilakukan sejak dulu dengan menerapkan kearifan lokal. Kearifan lokal akan membentuk kapital sosial yang selanjutnya diperlukan dalam pengelolaan sumber daya alam secara bijaksana.

Upaya menjaga kelestarian lingkungan tidak dapat dipisahkan dari upaya pemberdayaan kelembagaan masyarakat. Hal ini tidak terpisahkan

dalam kehidupan komunitas sosial karena posisi dan fungsi kelembagaan sosial merupakan bagian pranata atau tatanan sosial yang memfasilitasi interaksi sosial (*social interplay*) dalam suatu komunitas. Uphoff (1992) dan Fowler (1992) menawarkan konvensi kelembagaan atau institusi sebagai berikut: "*an institution is a complex of norms and behaviours that persists over time by serving some socially valued purpose, while an organization is a structure or recognized and accepted roles*". Implikasi pernyataan ini adalah bahwa upaya pemberdayaan masyarakat atau komunitas guna meningkatkan perhatian dan motivasi berusaha akan lebih memberikan hasil bila memanfaatkan makna konvensi tersebut, ada tiga kata kunci utama yaitu: norma, perilaku serta kondisi dan hubungan sosial. Signifikansi ketiga kata kunci tersebut dicerminkan dalam perilaku dan tindakan seseorang, baik tindakan individu, maupun tindakan kolektif dan komunal. Setiap keputusan yang diambil selalu akan terkait atau dibatasi oleh norma, perilaku dan pranata sosial masyarakat yang bersangkutan. *Sebaliknya* kondisi demikian menunjukkan bahwa potensi kelembagaan masyarakat dalam proses pengambilan keputusan merupakan suatu tindakan berbasis kondisi komunitas (*community-based action*) yang dapat dimanfaatkan sebagai salah satu celah masuk (*entry-point*) dalam upaya pelestarian lingkungan dan pencegahan degradasi lahan.

Upaya pemberdayaan kelembagaan lokal (*indigenous institution*) memerlukan reorientasi pemahaman dan tindakan para fasilitator perubahan selaku agen perubahan (*change agent*) dalam pelaksanaan program pembangunan kemasyarakatan dan pedesaan. Keterlibatan fasilitator pembangunan yang memiliki kemampuan komunikasi yang sepadan merupakan salah satu kunci keberhasilan proses diseminasi dan alih teknologi terkait pelestarian lingkungan. Proses diseminasi teknologi akan berjalan mulus bila disertai dengan pemahaman dan pemanfaatan potensi elemen-elemen sosial dan status individu masyarakat dalam suatu proses alih teknologi atau diseminasi inovasi baru.

Menurut Prayitno (2013), kearifan lokal berperan lebih dulu dalam mengantisipasi kerusakan lingkungan/ekosistem, pada saat disadari bahwa lingkungan mendapatkan ancaman serius, ternyata adanya kearifan lokal justru lebih dahulu berperan dalam menjaga kelestarian lingkungan sebelum gerakan-gerakan peduli lingkungan bermunculan. Bahkan dalam hal tertentu kearifan lokal lebih berperan dalam menjaga ekosistem dari pada hukum yang ditetapkan dalam mengatur pola masyarakat. Adanya

mitos, ritual, dan *pitutur luhur* yang erat kaitannya dengan alam mampu mengatur masyarakat sedemikian rupa dalam hubungannya dengan lingkungan sekitar. Namun keberadaan kearifan lokal tersebut terancam oleh nilai-nilai asing yang turut masuk lewat globalisasi.

Berdasarkan uraian yang telah dikemukakan, kearifan lokal yang sudah ada sejak lama di banyak tempat, dapat menanggulangi terjadinya degradasi lingkungan atau ekosistem. Demikian juga capital sosial yang terbangun dari kearifan lokal, dapat menanggulangi degradasi ekosistem. Sehubungan dengan itu, tujuan penulisan ini adalah mengungkap adanya kearifan lokal dan kapital sosial di banyak tempat di Indonesia dalam menghadapi degradasi ekosistem.

KEARIFAN LOKAL DAN KAPITAL SOSIAL

Kearifan Lokal

Menurut Wietoler (2007) *dalam* Benny (2012), pengetahuan dan kearifan lokal telah ada di dalam kehidupan masyarakat semenjak zaman dahulu mulai dari zaman pra-sejarah sampai sekarang ini, kearifan tersebut merupakan perilaku positif manusia dalam berhubungan dengan alam dan lingkungan sekitarnya yang dapat bersumber dari nilai-nilai agama, adat istiadat, petuah nenek moyang atau budaya setempat, yang terbangun secara alamiah dalam suatu komunitas masyarakat untuk beradaptasi dengan lingkungan di sekitarnya. Perilaku ini berkembang menjadi suatu kebudayaan di suatu daerah dan akan berkembang secara turun-temurun. Budaya lokal atau budaya daerah dimaknai sebagai budaya yang berkembang di suatu daerah, yang unsur-unsurnya adalah budaya suku-suku bangsa yang tinggal di daerah itu. Ditambahkan oleh Petrasa Wacana *dalam* Lisa (2013), kearifan lokal merupakan seperangkat pengetahuan yang dikembangkan oleh suatu kelompok masyarakat setempat (komunitas) yang terhimpun dan terangkum dari pengalaman panjang. Manusia mengeluti alam dalam ikatan hubungan yang saling menguntungkan kedua belah pihak (manusia dan lingkungan) secara berkelanjutan dan dengan ritme yang harmonis.

Untuk melihat lebih spesifik lagi mengenai kearifan lokal yang berkaitan dengan ekosistem, disampaikan oleh Lisa (2013), bahwa kearifan

lingkungan (*ecological wisdom*) merupakan pengetahuan yang diperoleh dari abstraksi pengalaman adaptasi aktif terhadap lingkungannya yang khas. Pengetahuan tersebut diwujudkan dalam bentuk ide, aktivitas dan peralatan. Kearifan lingkungan yang diwujudkan ke dalam tiga bentuk tersebut dipahami, dikembangkan, dipedomani dan diwariskan secara turun-temurun oleh komunitas pendukungnya. Sikap dan perilaku menyimpang dari kearifan lingkungan, dianggap penyimpangan (*deviant*), tidak arif, merusak, mencemari, mengganggu dan lain-lain. Kearifan lingkungan dimaksudkan sebagai aktivitas dan proses berpikir, bertindak dan bersikap secara arif dan bijaksana dalam mengamati, memanfaatkan dan mengolah alam sebagai suatu lingkungan hidup dan kehidupan umat manusia secara timbal balik. Kesuksesan kearifan lingkungan itu biasanya ditandai dengan produktivitas, sustainabilitas dan equitabilitas atau keputusan yang bijaksana, benar, tepat, adil, serasi dan harmonis.

Menurut Negara (2011) *dalam* Maridi (2015), kearifan lokal bukan hanya menyangkut pengetahuan atau pemahaman masyarakat lokal tentang manusia dan bagaimana relasi yang baik diantara manusia, melainkan juga menyangkut pengetahuan, pemahaman, dan adat kebiasaan tentang manusia, alam, dan bagaimana relasi diantara semua, dimana seluruh pengetahuan itu dihayati, dipraktikkan, diajarkan, dan diwariskan dari generasi ke generasi. Untuk lebih jelasnya bagaimana bentuk-bentuk kearifan sosial yang ada di masyarakat disampaikan oleh Aulia dan Dharmawan (2010), Sartini (2004) *dalam* Maridi (2015), bentuk-bentuk kearifan lokal yang ada di masyarakat dapat berupa nilai, norma, kepercayaan, dan aturan-aturan khusus. Berdasarkan bentuk yang bermacam-macam tersebut menimbulkan fungsi kearifan lokal yang bermacam-macam juga.

Fungsi dan makna kearifan lokal, yaitu:

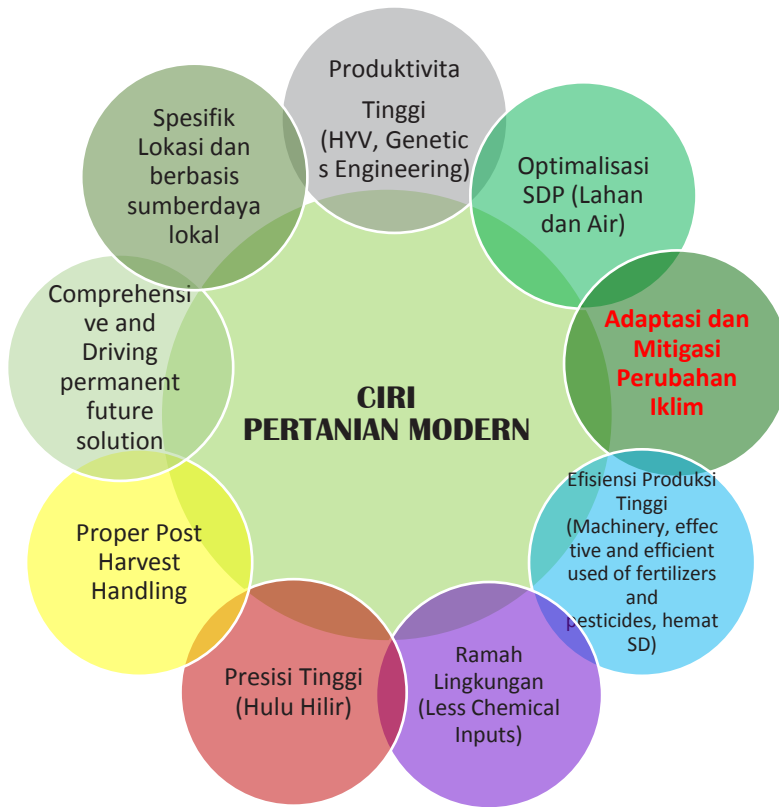
1. Berfungsi untuk konservasi dan pelestarian sumber daya alam.
2. Berfungsi untuk pengembangan sumber daya manusia, misalnya berkaitan dengan upacara daur hidup.
3. Berfungsi untuk pengembangan kebudayaan dan ilmu pengetahuan, misalnya pada upacara saraswati.
4. Berfungsi sebagai petuah, kepercayaan, sastra dan pantangan.
5. Bermakna sosial misalnya upacara integrasi komunal/kerabat.
6. Bermakna sosial, misalnya pada upacara daur pertanian.
7. Bermakna etika dan moral, yang terwujud dalam upacara Ngaben.

8. Bermakna politik, misalnya upacara nangkuk merana dan kekuasaan patron client

Dari penjelasan fungsi-fungsi tersebut tampak betapa luas ranah kearifan lokal, mulai dari yang sifatnya sangat teologis sampai yang sangat pragmatis dan teknis, berbeda-beda untuk setiap daerah sesuai dengan kebutuhan masing-masing.

Kearifan lokal yang dimiliki merupakan dasar dalam pembangunan Pertanian Modern karena kearifan lokal selalu difokuskan pada pemanfaatan sumber daya alam dengan menerapkan prinsip kelestarian sumber daya alam atau ingkungan. Sebagai dasar penentuan tersebut, disampaikan oleh Maridi (2015), bahwa pengetahuan *indigenous* atau kearifan budaya lokal sebagai sebuah akumulasi pengalaman kolektif dari generasi ke generasi perlu dikembangkan sebagai bagian dalam memperkaya dan melengkapi rakitan inovasi teknologi masa depan yang berkelanjutan seperti untuk konservasi tanah dan air maupun untuk sistem pertanian yang lebih maju atau Pertanian Modern. Pertanian modern adalah pertanian yang "optimum dalam penggunaan input dan sumber daya, proses produksi (dan pengolahan), serta ramah lingkungan dan berkelanjutan, menghasilkan produksi pertanian bermutu, bernilai ekonomi, aman dan sehat" (Nursyamsi, 2016). Ciri-ciri pertanian modern disampaikan pada Gambar 1 oleh Hendradi (2015) dalam Nursyamsi (2016).

Berdasarkan definisi pertanian modern, kearifan lokal sudah melaksanakan ketentuan-ketentuan yang disampaikan dalam definisi tersebut seperti, ramah lingkungan, tidak menggunakan input yang berlebih, seadanya dari alam, melakukan pengelolaan lingkungan dengan baik sehingga pemanfaatan sumber daya alam berkelanjutan. Selain itu, produk pertanian yang dihasilkan bermutu, aman dan sehat karena tidak menggunakan pestisida/insektisida buatan. Oleh karena itu, bisa disimpulkan bahwa kearifan sosial tata cara pewilayahan, sistem zonasi dan budidaya tanaman merupakan dasar pembangunan pertanian modern.



Gambar 1. Ciri-ciri pertanian modern menurut Hendradi (2015) dalam Nursyamsi (2016).

Kapital Sosial

Kapital sosial adalah bagian kekayaan sosio-budaya atau kelembagaan yang terkandung dalam suatu kolektivitas masyarakat; baik kolektivitas di tingkat nasional (masyarakat bangsa), masyarakat daerah, sistem sosial tertentu, dan masyarakat komunal. Kapital sosial merupakan penggerak (*driven*) perubahan. Dari tata-nilai yang membentuk kapital sosial dapat dibangun visi perkembangan suatu masyarakat. Dalam konteks nasional (Indonesia) dikenal konsep tindakan kolektif masyarakat yang disebut gotong royong dan kemandirian. Sikap kegotong royongan secara terorganisir untuk mencapai keadilan melalui kemandirian dapat

dianjurkan sebagai visi revitalisasi kapital sosial baik di tingkat nasional, daerah, masyarakat kompleks, dan masyarakat komunal/adat (Pranaji, 2010).

Menurut Saputro (2006) dalam Pracastino (2014) kapital sosial masyarakat mempunyai tiga variabel utama, yaitu kepercayaan (*trust*), norma sosial (*social norms*) dan jaringan sosial (*social networking*). Kepercayaan sosial (*trust*) dibagi lagi menjadi tingkat individu, kelembagaan dan sistem yang abstrak. Norma sosial menjadi variabel penting untuk menjaga hubungan sosial terjaga. Norma yang terdapat di masyarakat merupakan aturan yang dibuat untuk menjaga komitmen, memenuhi kewajiban dan ikatan di dalam masyarakat. Jaringan sosial (*social networking*) merupakan bentuk hubungan orang maupun sekumpulan orang yang terkait baik langsung maupun tidak langsung. Hubungan sosial terkait juga dengan komunikasi yang terdapat di dalam jaringan sosial. Selanjutnya diuraikan oleh Irvandiaz (2015) yang merujuk pendapat Putnam 1993, 1996, 2000 sebagai berikut:

a. Kepercayaan (*trust*)

Merupakan komponen mengenai bagaimana seseorang percaya kepada orang lain dalam suatu komunitas ataupun diluar komunitas. Hal ini berkaitan dengan bagaimana harapan-harapan yang muncul dari A yang mempercayai B dengan harapan bahwa harapan-harapan tersebut dapat terpenuhi. Sehingga kepercayaan bersifat timbal balik. Dalam kaitannya dengan peningkatan usaha, kepercayaan sangat berpengaruh dalam bagaimana unit-unit yang ada dalam usaha tersebut bisa saling bekerja secara fungsional. Karena kepercayaan yang timbul dalam kelompok tertentu akan menimbulkan kepuasan yang akan berdampak positif pada kinerja. Selain itu, jika suatu unit usaha dengan unit usaha lain hendak melakukan peminjaman (kapital, uang, bahan baku) dimana hal tersebut bersifat timbal balik dengan kepercayaan yang tinggi, maka usaha tersebut akan berkelanjutan.

b. Jejaring (*network*)

Merupakan komponen mengenai banyaknya relasi-relasi yang terbentuk dari suatu komunitas di dalamnya maupun antar komunitas. Hal ini berkaitan dengan seberapa banyak seseorang yang dikenal dengan berbagai kelebihan dan kekurangan sehingga dapat dioptimalkan akses tersebut untuk berbagai kebutuhan. Selain itu, banyaknya jejaring memudahkan seseorang untuk meminta bantuan

ketika sedang kesusahan karena semakin banyak jejaring, semakin banyak opsi yang muncul untuk diminta bantuannya. Hal ini menjadi penting dalam konteks pengembangan dan peningkatan usaha. Jejaring yang banyak memungkinkan pelaku usaha untuk memasarkan produknya dengan cara-cara yang variatif sesuai dengan banyaknya jejaring yang dimiliki. Selain itu jejaring yang dimiliki jika memiliki pengetahuan dan teknologi tertentu juga akan memudahkan efisiensi dalam peningkatan usaha.

c. Norma (*norms*)

Merupakan komponen berisi peraturan-peraturan yang terdapat dalam suatu hubungan relasional tertentu, baik itu di masyarakat maupun di kelembagaan tertentu. Peraturan-peraturan yang dimaksud adalah peraturan tertulis dan tidak tertulis. Penekanan di komponen ini adalah mengenai ada tidaknya suatu norma dan bagaimana kepatuhan orang-orang yang berada di dalam aturan tersebut berlaku. Semakin patuh anggota-anggota suatu komunitas tertentu, maka semakin baik kapital sosialnya. Kaitannya dengan pengembangan usaha, norma merupakan suatu hal yang sangat penting terlebih jika suatu usaha memerlukan akselerasi dalam peningkatan usahanya. Contoh riil di masyarakat ketika pelaku usaha memerlukan pasokan bahan baku, terdapat suatu aturan dimana pelaku usaha boleh memasok bahan baku ke usahanya tanpa uang dengan berbagai persyaratan yang harus dipenuhi dulu sebelumnya. Hal ini jika dipatuhi bersama akan mempermudah para pelaku usaha dalam meningkatkan usahanya.

Untuk lebih memperluas cakupan kapital sosial yang ada pada masyarakat, dimensi kapital sosial merupakan kondisi yang perlu mendapat perhatian. Dimensi kapital sosial pada dasarnya adalah pada kondisi bagaimana kemampuan masyarakat untuk bekerja sama dalam membangun suatu jaringan guna mencapai tujuan atau keinginan bersama. Kerja sama yang dilakukan ditentukan dan diwarnai oleh suatu pola hubungan timbal balik dan saling menguntungkan antara sesama individu yang dibangun di atas kepercayaan dan didukung oleh aturan norma-norma dan nilai-nilai sosial yang positif dan kuat.

Menurut Woolcock (1998) dalam Mariana *et al* (2008), mengajukan tiga dimensi dari kapital sosial, yaitu: *bonding*, *bridging* dan *linking*, sebagai berikut

(1) Kapital sosial yang bersifat mengikat (*bonding social capital*) merujuk pada hubungan antar individu yang berada dalam kelompok primer atau lingkungan ketetanggaan yang saling berdekatan. Komunitas-komunitas yang menunjukkan kohesi internal yang kuat akan lebih mudah dan lancar dalam berbagi pengetahuan.

(2) Kapital sosial yang bersifat menjembatani (*bridging social capital*) adalah hubungan yang terjalin di antara orang-orang yang berbeda, termasuk pula orang-orang dari komunitas, budaya, atau latar belakang sosial-ekonomi yang berbeda. Individu-individu dalam komunitas yang mencerminkan dimensi kapital sosial yang bersifat menjembatani akan mudah mengumpulkan informasi dan pengetahuan dari lingkungan luar komunitasnya dan tetap memperoleh informasi yang aktual dari luar kelompoknya. Tipe kapital sosial ini menunjuk pada hubungan antar individu yang memiliki kekuasaan atau akses pada bisnis dan hubungan sosial melalui kelompok-kelompok sekunder.

(3) Kapital sosial yang bersifat mengaitkan (*linking social capital*) memungkinkan individu-individu untuk menggali dan mengelola sumber-sumber daya, ide, informasi, dan pengetahuan dalam suatu komunitas atau kelompok pada level pembentukan dan partisipasi dalam organisasi formal.

Ketiga dimensi kapital sosial diatas dapat dimanfaatkan dalam upaya mewujudkan kesadaran masyarakat terhadap pengelolaan lingkungan atau sumber daya alam (Pasaribu *et al*, 2010). Kapital sosial dan perbaikan pengelolaan ekosistem dapat diintegrasikan ke dalam pendekatan pemberdayaan masyarakat perdesaan secara komprehensif. Tujuan pengintegrasian tersebut adalah membangun daya saing masyarakat perdesaan secara berkelanjutan, baik di bidang kemandirian dan produktivitas kerja kolektif, peningkatan kesejahteraan dan keadilan, maupun terwujudnya kesadaran bahwa perusakan ekosistem dan lingkungan adalah bagian dari *public enemy* yang harus diperangi bersama.

DEGRADASI EKOSISTEM LAHAN PERTANIAN DAN HUTAN

Pengertian ekosistem secara umum banyak disampaikan oleh para ahli lingkungan, menurut *Ecological Society of America*, (2012), ekosistem adalah komunitas hewan dan tumbuhan yang berinteraksi satu sama lain dan dengan lingkungan fisiknya. Ekosistem termasuk komponen fisik dan

kimia, seperti tanah, air, dan nutrisi yang mendukung organisme hidup di dalamnya. Organisme ini dapat berkisar dari hewan besar dan tumbuhan hingga bakteri mikroskopik, berinteraksi antara semua organisme di habitat tersebut. Manusia adalah bagian dari ekosistem, kesehatan dan kesejahteraan manusia bergantung pada layanan yang diberikan oleh ekosistem dan komponennya - organisme, tanah, air, dan nutrisi. Kurniawan (2015) menyampaikan pengertian ekosistem yang lebih jelas yaitu ekosistem merupakan suatu sistem ekologi yang terbentuk oleh hubungan timbal balik antara makhluk hidup dengan lingkungannya. Ekosistem dapat dianggap sebagai suatu tatanan kesatuan secara utuh dan menyeluruh antara semua elemen lingkungan yang mempengaruhi satu sama lain. Ekosistem merupakan penggabungan dari setiap unit Biosystems melibatkan interaksi timbal balik antara organisme dan lingkungan fisik sehingga aliran energi menuju struktur biotik tertentu dan ada siklus material antara organisme dan anorganisme. Matahari sebagai sumber dari semua energi ada dalam ekosistem.

Untuk melihat jasa ekosistem secara umum FAO (2017), Millenium Ecosystem Assessment (2005) dalam Hakim (2016), mendefinisikan *Ecosystem Services* (ES) sebagai keuntungan-keuntungan yang diperoleh manusia dari keberadaan suatu ekosistem. Keuntungan tersebut bisa saja berupa keuntungan yang dapat dihitung maupun tidak. Contohnya ekosistem sebagai penyedia makanan dan obat-obatan, pengatur atau penyalur iklim dan penyakit, pelindung dari bencana yang ekstrim, dan sebagainya. ES merupakan hal pokok dalam kehidupan manusia baik dalam segi sosial maupun ekonomi serta memiliki hubungan timbal balik dengan aktivitas manusia. Selanjutnya, ada empat kategori dalam mengidentifikasi jasa ekosistem dan setiap kategorinya sangat mempengaruhi kesejahteraan manusia, yaitu : *Provisioning Services*, yaitu 'jasa atau pelayanan' yang disediakan secara langsung oleh sebuah ekosistem seperti makanan, raw material, air tawar, serat, kayu, bahan bakar, sumber daya genetic, dan sumber obat-obatan); *Regulating Services*, yaitu 'jasa atau pelayanan' yang tersedia akibat pengaturan yang dilakukan oleh ekosistem seperti penyerapan karbon, pengontrolan bencana, pemurnian air, Pengaturan kualitas udara, pencegahan erosi dan memelihara kesuburan tanah, pengendalian banjir, kontrol biologi, serta penyerbukan tanaman; *Cultural Services*, yaitu 'jasa atau pelayanan' yang berkaitan dengan kehidupan sosial atau budaya manusia, manfaat non-material yang didapat dari ekosistem seperti rekreasi, nilai estetika dan teknik, nilai spiritual,

identitas budaya, agama, dan etika; *Supporting Services*, yaitu 'jasa atau pelayanan' yang dibutuhkan agar semua 'jasa atau pelayanan' ekosistem dapat tersedia, seperti menyediakan habitat, produktivitas primer (proses produksi biological seperti fotosintesis), memungkinkan keragaman spesies, memelihara keragaman genetik dan siklus nutrisi. Keempat jasa ekosistem ini merupakan kesatuan layanan yang dapat disediakan sebuah ekosistem yang sangat bermanfaat bagi kesejahteraan masyarakat (*sosial well being*). Hal ini pulalah yang semakin menguatkan adanya sebuah sistem sosial ekologi (*sosial ecological system*) yang sangat penting bagi hadir dan optimalnya keberlanjutan pembangunan, baik secara ekologi, sosial dan ekonomi (Wahyudin, 2015).

Degradasi ekosistem atau degradasi sumber daya alam terjadi akibat pengelolaan yang kurang tepat atau bersifat eksploitatif. Degradasi sumber daya alam tidak hanya terjadi di Indonesia, tetapi juga di seluruh dunia. Menurut Pereira, Navarro dan Martins, 2012 ; Barnosky *et al*, 2011 dalam Zairin (2017), degradasi habitat, eksploitasi sumber daya alam yang berlebihan, invansi species asing, polusi dan perubahan iklim semuanya mempengaruhi keberadaan ekosistem di permukaan bumi ini. Diperkirakan enam puluh persen (60%) dari ekosistem dunia mengalami degradasi, tiga belas juta hektar hutan tropis hilang setiap tahunnya (MA, 2005; UN FAO, 2011). Menurut Barnosky *et al*, 2011, hilangnya keanekaragaman hayati dengan kepunahan massal adalah suatu peristiwa yang mungkin kita hadapi jika kecenderungan degradasi lingkungan terus terjadi

Degradasi ekosistem lahan pertanian secara khusus disampaikan oleh Bossio *et al*. (2009) dalam Pasandaran *et al*. (2011), sampai saat ini sekitar 40 persen lahan pertanian telah mengalami degradasi yang menyebabkan berkurangnya produktivitas lahan secara signifikan. Sekitar 9% lahan telah mengalami degradasi yang tidak dapat dipulihkan kalau hanya melalui upaya perbaikan di tingkat usahatani. Degradasi lahan pertanian yang parah terjadi di Afrika yang sekitar 68 persen dari lahan pertaniannya tergolong rusak, diikuti oleh Amerika Latin (51%) dan Asia (38%).

UNEP (1992) mendefinisikan, degradasi lahan (*land degradation*) adalah proses kemunduran produktivitas lahan menjadi lebih rendah, baik sementara maupun tetap, yang meliputi berbagai bentuk penurunan produktivitas tanah (*soil degradation*). akibat pengaruh manusia terhadap sumber daya air, penggundulan hutan (*deforestation*), dan penurunan

produktivitas padang penggembalaan. Degradasi tanah (*soil degradation*) adalah proses kemunduran produktivitas tanah, yang disebabkan oleh kegiatan manusia, yang mengakibatkan penurunan produktivitasnya pada saat ini dan/atau di masa yang akan datang dalam mendukung kehidupan makhluk hidup. Salah satu contoh bentuk degradasi tanah adalah berkurang/hilangnya sebagian atau seluruh tanah lapisan atas (*topsoil*), berkurangnya kadar C-organik dan unsur-unsur hara tanah, serta berubahnya beberapa sifat-sifat fisik tanah, seperti struktur tanah, pori aerasi atau pori drainase cepat menjadi lebih buruk. Akibat degradasi tanah adalah hasil tanaman mengalami penurunan drastis, kualitas fisik dan kimia tanah juga menurun, dan pada akhirnya tanah tersebut menjadi kritis.

Degradasi Ekosistem Lahan Sawah

Lahan sawah merupakan ekosistem yang relatif stabil, namun saat ini kondisi ekosistem tersebut cenderung mengalami penurunan kualitas yang cukup signifikan. Keadaan ini dapat dilihat dari adanya gejala *leveling-off* (meningkatnya penggunaan pupuk tanpa diimbangi oleh peningkatan hasil gabah, rendahnya efisiensi pemupukan, terjadinya kerusakan fisik dengan gejala tanah cepat retak saat kemarau dan jenuh air/banjir saat hujan).

Degradasi lahan sawah terjadi akibat penggunaan bahan agrokimia yang berlebihan, tidak mengikuti ketentuan. Kondisi demikian akan menyebabkan terjadinya penurunan kualitas lahan sawah akibat terjadinya residu zat kimia dalam tanah yang pada akhirnya akan terbawa sampai beras yang dikonsumsi. Hasil penelitian Ardiwinata (1999) dalam [http://karyatulisilmiah.com/jenis-jenis-degradasi-tanah/\(2011\)](http://karyatulisilmiah.com/jenis-jenis-degradasi-tanah/(2011)), menunjukkan adanya residu insektisida pada beras dan tanah sawah di Jawa, seperti organofosfat, organoklorin, dan karbamat.

Menurut Abdurahman Adi (2003). Petani di Jawa terbiasa menggunakan herbisida untuk memberantas gulma, kondisi demikian menyebabkan sebagian senyawa kimiawi tersisa di dalam tanah dan terjadi terus menerus yang pada akhirnya akan terjadi residu herbisida dalam jumlah yang banyak dalam tanah sawah sebagai berikut:

- 1). Di Jawa Barat, residu parakuat (0,0016 - 0,0025 ppm), oksadiazon (0,0011 - 0,0023 ppm) dan 2,4-D (0,0014 - 0,0025 ppm) ditemukan pada tanah sawah hampir di seluruh propinsi. Residu glifosat (0,0009 - 0,0012 ppm) terdapat di Kab. Ciamis, Majalengaka, dan Serang.
- 2). Di Jawa Tengah: ditemukan residu herbisida pada tanah sawah di Rembang, Klaten, Bantul, Cilacap, Kebumen, Banyumas, Brebes, dan Pemalang, berupa: MCPA (0,0005 - 0,0285 ppm), 2,4-D (0,0016 - 0,0095 ppm), metil metsulfuron (0,0010 - 0,0046 ppm), parakuat (0,0128 - 0,0216 ppm), dan glifosat (0,0004 - 0,0125 ppm). Saat ini konsentrasinya masih di bawah batas maksimum residu (BMR), tetapi akan terus meningkat bila penggunaan herbisida tidak terkendali.
- 3). Di Jawa Timur ditemukan parakuat, glifosat, oksadiazon, DMA, metil metsulfuron. Residu parakuat ditemukan dalam beras (0,0024 - 0,0045 ppm) dan tanah sawah (0,0031-0,0074 ppm) di Ngawi, Magetan, Madiun, Nganjuk, Malang, dan Pasuruan.

Pencemaran tanah juga ditemukan di kawasan industri, seperti industri tekstil, kertas, baterai, dan cat. Bahan-bahan kimia yang sering menimbulkan pencemaran tanah antara lain adalah Na, NH₄, SO₄, Fe, Al, Mn, Co, dan Ni (Tim Peneliti Baku Mutu Tanah 2000 *dalam* <http://karyatulisilmiah.com/jenis-jenis-degradasi-tanah/> (2011).

Degradasi lahan sawah lainnya yang berakibat sangat parah adalah yang disebabkan oleh banjir dan longsor. Banjir akan menyebabkan tertutupnya lahan sawah oleh material yang dibawa oleh air banjir, biasanya lumpur dan sampah yang akan menutupinya. Longsor akan berakibat tertutupnya lahan sawah oleh material tanah yang longsor dari puncak atau lereng bukit ke bagian di bawahnya. Kondisi demikian akan menyebabkan lahan sawah tidak bisa ditanami untuk beberapa waktu sampai selesai dibersihkannya material yang dibawa oleh banjir dan kejadian longsor.

Degradasi Ekosistem Lahan Kering dan Hutan

Lahan kering memberikan sumbangan yang cukup signifikan dalam penyediaan bahan pangan. Namun belakangan ini, degradasi lahan kering semakin luas, khususnya karena alih fungsi lahan dan terjadinya lahan kritis. Penyebab utama terjadinya degradasi lahan di Indonesia, adalah

erosi yang melebihi batas yang dapat ditoleransi. Dampak degradasi lahan tidak hanya terhadap penurunan produktivitas lahan, tetapi juga mengakibatkan kerusakan atau gangguan fungsi lahan pertanian serta mengganggu atau merusak infrastruktur pertanian. Ditambahkan oleh Adimihardja (2008), Agus dan Husen (2004 *dalam* Adimihardja, 2008) dan Subagyo *et al.* (2003), degradasi lahan dapat menurunkan produksi dan mutu hasil pertanian karena erosi tanah menurunkan produktivitas secara nyata melalui penurunan kesuburan tanah, baik fisika, kimia maupun biologi.

Dampak erosi pada lahan kering lainnya yang sangat merugikan adalah mengurangi umur guna *reservoir*/waduk alamiah maupun yang dibangun, seperti yang terjadi di Waduk Batutege yang ada di Kabupaten Tanggamus, Lampung. Kondisi lingkungan daerah tangkapan air (DTA) waduk Batutege pada saat dilakukan penelitian menghawatirkan akibat alih fungsi lahan. Sub DAS Way Jantan yang merupakan DTA waduk Batutege telah mengalami alih fungsi dari hutan menjadi areal pertanian. Beberapa areal masih terlihat terbuka, tanpa adanya vegetasi dan penerapan teknik konservasi tanah, sehingga akan memicu terjadinya laju aliran permukaan dan erosi tanah yang tinggi di daerah hulu, yang pada akhirnya akan meningkatkan laju sedimentasi di hilir (Heryani *et al.*, 2012). Selanjutnya Banuwa (2008) dalam Heryani *et al.*, (2012) menyebutkan bahwa kerusakan wilayah daerah aliran sungai (DAS) Batutege terjadi karena terjadinya konversi hutan menjadi lahan pertanian yang tidak memperhatikan kemampuan dan kesesuaian lahan, agroteknologi serta konservasi tanah dan air. Menurut Carson (1989); Verbist, (2001), vegetasi tetap atau hutan dan penggunaan lahan lainnya serta kondisi fisik DAS merupakan penentu laju sedimentasi, erosi lahan, dan jumlah aliran permukaan yang masuk ke sungai.

Kerusakan lahan dan berkurangnya kemampuan DAS meresapkan air merupakan konsekuensi logis dari adanya *deforestation* atau perubahan penggunaan lahan. Pada saat permukaan tanah terbuka, terjadi erosi yang melebihi ambang batas (*tolerable soil loss*) dan selanjutnya masuk ke dalam sungai dan mengendap di dalam waduk. Bersama sedimen akan terangkut pula unsur hara, pupuk, partikel tanah dan polutan lain yang akan menurunkan produktivitas tanah dan menjadi polutan di waduk. Ditambahkan oleh Margrath dan Arens (1989) *dalam* Adimihardja, (2008), degradasi lahan yang terjadi akibat erosi tanah yang sangat

mengkhawatirkan di Indonesia, khusus di Pulau Jawa telah menyebabkan kerugian sebesar US\$341-406 juta/tahun). Selama periode 1998-2004, terjadi 402 kali banjir dan 294 kali longsor di Indonesia, yang mengakibatkan kerugian materi sebagai *tangible product* senilai Rp 668 miliar (Kartodihardjo 2006 dalam Adimihardja, 2008). Nilai *intangible products* yang hilang sulit dikuantifikasi, baik dalam aspek ekologis, lingkungan maupun sosial dan budaya, sebagai bagian dari multifungsi pertanian. Namun dapat dipastikan bahwa nilai *intangible* tersebut sangat besar, baik secara material maupun imaterial.

Kerusakan hutan di Indonesia terjadi semakin luas dari waktu ke waktu. Dalam dekade terakhir ini, kondisi hutan Indonesia mengalami perubahan yang sangat cepat. Menurut Kurnia (2010), berdasarkan data dan analisis Departemen Kehutanan, pada periode 1985-1997 telah terjadi laju penurunan penutupan hutan atau deforestasi seluas 1,8 juta ha/tahun, lalu meningkat pada periode 1997-2000 menjadi 2,8 juta ha/tahun. Laju penurunan penutupan hutan, antara lain disebabkan oleh perubahan peruntukan hutan untuk penggunaan lain di luar sektor kehutanan, seperti perkebunan, pemukiman/ transmigrasi, kebakaran hutan, dan pengelolaan hutan yang kurang tepat. Namun demikian, laju deforestasi tersebut tidak semata-mata hanya disebabkan oleh kesalahan manusia, juga dapat disebabkan oleh adanya fenomena alam yang tidak dapat dikendalikan oleh manusia, seperti El-Nino yang terjadi pada tahun 1997 sebagai pemicu utama terjadinya kebakaran hutan seluas $\pm$ 4 juta ha. Berdasarkan pengalaman dan pengamatan di lapangan, angka laju deforestasi sering digunakan oleh banyak pihak sebagai dasar untuk mengukur perubahan kondisi hutan dalam suatu wilayah, termasuk di Indonesia. Saat ini, Departemen Kehutanan menggunakan angka laju deforestasi sebesar 1,08 juta ha/tahun. Apabila dalam pengelolaan lahan yang dibuka tersebut tidak dilakukan dengan benar, kondisi ini dipastikan dapat memicu peningkatan luas lahan kritis.

Ditambahkan oleh Kurnia (2010), perkembangan lahan kritis pada tahun 1980 sampai 1994 menunjukkan ada penurunan. Namun pada tahun 1994 sampai 2003 luas lahan kritis semakin meningkat tajam. Pada awal tahun 2000an, terdapat 23,25 juta ha lahan kritis, 15,11 juta ha diantaranya berada di luar kawasan hutan, dan 8,14 juta ha di dalam kawasan hutan. Selanjutnya, luas lahan kritis tersebut meningkat lebih dari 3 kali lipat, menjadi 77,80 juta ha, dengan rincian 26,77 juta ha berada di

luar kawasan hutan, dan 51,03 juta ha berada di dalam kawasan hutan. Apabila diperhatikan, ternyata bahwa total kerusakan lahan di dalam kawasan hutan lebih luas lagi. Dalam kurun waktu yang relatif pendek, luas lahan kritis di dalam kawasan hutan bertambah hampir 2 kali di luar kawasan hutan, dan lebih dari 8 kali di dalam kawasan hutan. Peningkatan luas lahan kritis di dalam kawasan hutan yang sangat besar diperkirakan karena terjadi peningkatan laju deforestasi yang sangat cepat.



Gambar 1. Laju Perkembangan Lahan Kritis Di Indonesia Kurun Waktu Tahun 1980 s.d. 2007.

Sumber : Kurnia *et al* (2010)

KEARIFAN LOKAL MENGHADAPI DEGRADASI EKOSISTEM

Secara umum, hampir semua suku bangsa dan daerah di Indonesia memiliki kearifan lokal tersendiri dalam melestarikan lingkungan hidup. Kekhawatiran akan rusaknya ekosistem atau lingkungan hidup di Indonesia tidak akan terjadi bila kearifan lokal masyarakat (*lokal wisdom*) yang sudah ada di dalam kehidupan masyarakat Indonesia sejak zaman

dahulu tetap terpelihara dengan baik. Menurut Benny (2012), kehidupan purba manusia Indonesia bersumber dari nilai-nilai agama, adat istiadat, petuah nenek moyang atau budaya yang tumbuh dan berkembang serta terbangun secara alamiah pada komunitas masyarakat saat itu. Nilai-nilai itu tumbuh, beradaptasi dengan lingkungan dan menjadi suatu kebudayaan yang berkembang secara turun-temurun dari satu generasi ke generasi berikutnya yang selanjutnya disebut kearifan lokal. Kearifan lokal ini secara umum menjadi budaya lokal atau budaya daerah memiliki makna luhur karena memiliki unsur-unsur yang digali dari budi luhur masyarakat itu sendiri.

Keseimbangan lingkungan dapat terjadi karena adanya aturan yang ada dan dapat diterima oleh masyarakat. Secara formal aturan-aturan yang mengkaitkan nilai-nilai kearifan lokal tidak ada, namun masyarakat yang berkaitan dengan aturan tingkah laku yang berhubungan dengan lingkungan dan masyarakat tetap hidup serta tetap dipegang teguh nilai-nilai tersebut. Dengan cara itulah, kearifan lokal dapat disebut sebagai jiwa dari budaya lokal. Hal itu dapat dilihat dari ekspresi kearifan lokal dalam kehidupan setiap hari karena telah terinternalisasi dengan sangat baik. Tiap bagian dari kehidupan masyarakat lokal diarahkan secara arif berdasarkan sistem pengetahuan mereka, dimana tidak hanya bermanfaat dalam aktifitas keseharian dan interaksi dengan sesama saja, tetapi juga dalam situasi-situasi yang tidak terduga seperti bencana yang datang tiba-tiba (Nenny, 2012).

Pada saat ini luas lahan kritis di Indonesia semakin meningkat, dengan indikator menurunnya produktivitas tanah, kandungan sidemen yang tinggi di sungai, debit sungai yang sangat tinggi pada musim hujan dan sangat rendah pada musim kemarau dalam arti debit puncak sangat berbeda dengan aliran dasar (*baseflow*). Secara husus untuk Pulau Bali akan disampaikan hasil penelitian mengenai efektivitas kearifan lokal dalam menghadapi degradasi ekosistem hususnya konservasi lahan kritis, disampaikan hasil penelitian Tamba (2011) di Bali mengenai penerapan kearifan lokal dalam konservasi lahan kritis sebagai berikut:

Upaya penanganan lahan kritis di Provinsi Bali sudah dilakukan melalui kegiatan Reboisasi dan Penghijauan, namun hasilnya belum sesuai dengan yang diharapkan, dan bahkan akhir-akhir ini pertambahan lahan kritis cenderung meningkat. Salah satu indikatornya yaitu fluktuasi aliran sungai yang kontras, distribusi air yang tidak merata sepanjang tahun dan

tingginya kandungan sidementasi. Jika dicermati, masyarakat Bali sesungguhnya telah memiliki kearifan lokal untuk menjaga keberadaan lingkungan. Ada penghormatan terhadap lingkungan yang dibuktikan dengan adanya konsep Tri Hita Karana. Konsepsi Tri Hita Karana telah mengajarkan masyarakat Bali untuk memelihara dan berpegang pada nilai keseimbangan, keberlanjutan, keteladanan dan toleransi, sehingga kehidupan di alam dapat terjaga. Upaya untuk menjaga adanya keseimbangan harus terus digelorakan menuju kualitas kehidupan yang lebih baik

Penerapan kearifan lokal dalam konservasi lahan kritis dapat diidentifikasi sebagai berikut:

1) Penancapan ranting pohon pada pangkal pohon yang ditebang pada setiap penebangan pohon mengandung makna bahwa setiap penebangan pohon harus disertai upaya penanaman kembali untuk mengganti pohon yang ditebang. Bagi masyarakat Desa Batur Tengah tindakan ini sepenuhnya dilakukan dalam aktivitas kesehariannya. Penanaman pohon hari ini dapat diinterpretasikan sebagai tabungan bagi generasi mendatang. Budaya menanam kembali pada setiap penebangan pohon telah terinternalisasikan dalam masyarakat Desa Batur Tengah.

2) Penebangan dan penanaman pohon harus didasarkan atas hari baik. Hal ini mengandung makna bahwa penebangan pohon harus dilakukan secara beraturan atau tidak boleh dilakukan secara sembarangan. Sumber daya hutan boleh saja ditebang namun harus dilakukan secara bijaksana dengan memperhatikan unsur waktu dan disertai upaya nyata penanaman kembali sebagai pengganti pohon yang ditebang. Sesuai dengan sifat kehidupan sosio-religius masyarakat Hindu maka penduduk Desa Batur Tengah selalu merujuk pada penggunaan "dewasa" dalam kehidupannya. Kata "dewasa" adalah bahasa Sansekerta yang artinya sorga, langit, hari. Jadi dewasa artinya hari pilihan atau hari baik. Dalam perkembangan selanjutnya diinterpretasikan bahwa "dewasa" adalah pemilihan hari baik untuk menuju jalan yang mulia berdasarkan peredaran benda-benda langit di ruang angkasa, termasuk dalam hal ini adalah menebang pohon yang harus dilakukan pada hari baik.

3) Konservasi lahan kritis dituangkan dalam Peraturan Banjar. Bagi masyarakat Desa Batur Tengah peraturan banjar merupakan wahana untuk mewujudkan keharmonisan hubungan antar anggota banjar. Untuk

mewujudkan kemarmonisan hubungan, maka harus ada ketaatan dari anggotanya untuk mematuhi aturan tersebut. Namun bagi anggota masyarakat Bubung Kelambu, aturan tersebut tidak menjadi penghalang untuk melakukan aktivitas, karena mereka terbiasa melakukan aktivitas secara normative. Oleh karena itu peraturan tidak dirasakan sebagai sesuatu yang membatasi aktivitasnya, karena aktivitas yang dilakukan berada pada ranah normative. Masyarakat beranggapan bahwa ada atau tanpa peraturan yang berkaitan dengan konservasi lahan kritis, perilakunya tetap seperti demikian

4) Kegiatan konservasi lahan kritis dianggap sebagai yadnya. Tuhan menciptakan yadnya sebagai dasar kehidupan semua makhluk ciptaanNya. Oleh karena itu untuk melakukan harmonisasi hubungan antara manusia dengan alam lingkungannya dilakukan aktivitas yadnya. Kesejahteraan sesungguhnya merupakan hak hakiki semua makhluk, dan kesejahteraan tersebut akan dapat diwujudkan jika ajaran agama dilaksanakan dengan baik. Yadnya yang dilakukan memberikan vibrasi terpadu yang efek multipliernya sangat besar terutama pada aspek kesejahteraan masyarakat.

5) Kegiatan konservasi lahan kritis menciptakan hubungan antar warga yang lebih harmonis. Harmonisasi hubungan antar warga menjadi sangat penting ditengah gejolak pergaulan antar banjar yang acapkali memanas. Melalui ketentraman suasana lingkungan sebagai pencerminan dari pelaksanaan konservasi lahan kritis akan terlahir harmonisasi hubungan antar sesama warga dan bahkan pada tataran yang lebih luas. Keberhasilan konservasi lahan kritis memberikan vibrasi yang besar terhadap pencitraan suasana hati para warga masyarakat. Rasa kedamaian yang menghiasi kehidupan hari-hari warga masyarakat, maka yang bersangkutan akan mampu mengelola suasana hatinya secara bijaksana.

Kajian lainnya disampaikan oleh Lisa (2013), yaitu mengenai masyarakat Baduy yang memiliki kearifan lokal dalam mengelola lingkungannya. Di Baduy banyak hunian penduduk berdekatan dengan sungai, tetapi tidak terjadi bencana banjir melanda permukiman. Hal ini karena masyarakat Baduy memiliki metode pengelolaan alam khususnya hutan di kawasan Bumi Baduy. Tanah di Baduy dibagi menjadi tiga peruntukan; yaitu sebagai lahan perladangan, permukiman, serta hutan lindung. Suku Baduy mempunyai areal yang dijadikan hutan lindung. Hutan lindung berfungsi sebagai areal resapan air. Pepohonan di areal ini tidak

boleh ditebang untuk dijadikan apa pun, termasuk untuk ladang. Hutan ini juga membantu menjaga keseimbangan air dan kejernihan air di Baduy, terlebih di Baduy Dalam.

Pada masyarakat petani ladang, hutan adalah bagian dari ladang dan masyarakat manusia. Hancurnya hutan berarti hancurnya ladang dan akhirnya hancurnya manusia. Oleh sebab itu mereka selalu mengenal adanya hutan larangan dengan adanya pikukuh *Gunung teu meunang dilebur, Lebak teu meunang diruksak, Larangan teu meunang dirempak*, berdasarkan penjelasan tersebut, terbukti bahwa suku baduy telah mengenal dirinya mengenal alam lingkungannya dan mengenal penciptanya. Mereka mempunyai pengetahuan yang lebih dari kita sebagai manusia modern dan telah menerapkannya sejak lama.

KAPITAL SOSIAL MENGHADAPI DEGRADASI EKOSISTEM

Pola hubungan antara manusia dan sumber daya alam ditentukan oleh aspek budaya dan sosio-ekonomi masyarakat. Hubungan antara manusia dan sumber daya alam atau lingkungan sebagai objek yang dikelola untuk dimanfaatkan, berkaitan dengan aspek sosial masing-masing orang dalam masyarakat. Perspektif teori kapital sosial dapat digunakan untuk menjelaskan interaksi antara perilaku masyarakat sosial budaya dan degradasi tanah yang terjadi di DAS Tulis. Struktur masyarakat dengan kapital sosial yang efektif, rendahnya konflik penggunaan lahan, dan strategi pengelolaan lahan yang baik, mampu mengurangi degradasi lahan di DAS Tulis (Kusbiantoro, 2006). Hasil pengamatannya menunjukkan bahwa terjadi hubungan langsung antara kapital sosial dan degradasi sumber daya alam dan faktor yang mempengaruhi atau memediasi relasi tidak diungkapkan secara jelas. Selain itu, kapital sosial dapat menjelaskan penyebab terjadinya degradasi lahan. Kapital sosial memotivasi orang dari masyarakat untuk berperilaku dan bertindak ramah lingkungan secara kolektif ke lingkungan alam yang akan mempengaruhi degradasi lahan. Ditambahkan oleh Pretty and Ward (2001) dan Woolcock (2001) dalam Kusbiantoro (2006) bahwa pengelolaan sumber daya alam dan pelestarian lingkungan sangat erat kaitannya dengan kapital sosial melalui *trust, norm and punishment, reciprocity, and collective action*. Kapital sosial memainkan peran penting dalam memecahkan konflik sumber daya alam. Selanjutnya, banyak peneliti seperti Susilowati (2007); Saputra (2010);

Aulia (2011); Setiahad (2012) berpendapat bahwa perspektif kapital sosial ini digunakan untuk memperkirakan hubungan kausal antara kapital sosial dan pengelolaan sumber daya alam.

Dalam hubungan dengan upaya perbaikan pengelolaan ekosistem atau degradasi lingkungan dan hal-hal yang menyangkut peran manusia dalam alamnya, elemen-elemen *social capital* (kapital sosial), atau lebih sering disebut *social fabric* (bahan atau elemen sosial) yang harus dilibatkan adalah: (a) kelembagaan kemasyarakatan, (b) kepemimpinan, (c) tatanan sosial, dan (d) pola komunikasi (Suradisastra, 2008; Suradisastra, 2012).

a. Kelembagaan.

Lembaga atau organisasi kemasyarakatan merupakan faktor terpenting yang seyogyanya dipahami secara mendalam. Dalam suatu kelompok masyarakat atau komunitas, peran lembaga dan organisasi lokal (*indigenous institution*) adalah terutama sebagai faktor pengikat atau faktor kohesi sosio-teknis (*socio-technical cohesion*) yang kuat. Dalam hubungannya dengan pengelolaan ekosistem, kelembagaan sosial berperan untuk menghimpun dan menggerakkan energi sosial masyarakat guna berbagi informasi dan kegiatan yang bersifat komunal (*comunal needs*) atau bersifat kolektif (*collective needs*). Salah satu kebutuhan kolektif yang berkaitan dengan pengelolaan ekosistem adalah pengelolaan air beserta upaya menjaga ketersediaan dan keberlanjutannya dalam usahatani masyarakat. Peran lembaga pengelola air yang sangat terkenal dijumpai dalam organisasi subak di Bali yang mampu bertahan selama lebih dari satu millenium. Lembaga atau organisasi lokal sebagai elemen sosial yang mampu berkembang dan bertahan adalah kelembagaan yang mampu menghimpun peran serta (partisipasi) masyarakat, mampu menghimpun informasi internal yang berasal dari anggotanya, mampu menghimpun informasi dan input eksternal yang bermanfaat, dan mampu menganalisis dan mengarahkan tujuan kegiatan komunal dengan sasaran yang jelas dan dapat dicapai.

Berbeda dengan kelembagaan lokal (*indigenous institution*) yang didasari oleh kekuatan kohesif (pengikat) dan mengedepankan aspek partisipasi masyarakat, lembaga introduksi eksternal lebih bersifat *koersif* (memaksa) sehingga dalam penerapannya banyak menemukan halangan

dalam mencapai tujuannya karena lemahnya partisipasi stakeholder dan berbedanya persepsi tujuan kelembagaan.

b. Kepemimpinan.

Kepemimpinan (*leadership*) dalam kelembagaan lokal suatu komunitas memainkan peran signifikan dalam menanamkan nilai dan norma kemasyarakatan setempat. Lembaga kepemimpinan mampu menentukan arah, dan dalam kebanyakan kondisi bahkan mampu menghentikan proses dan progres perubahan sosial di wilayahnya. Fungsi utama lembaga kepemimpinan lokal adalah sebagai mobilisator anggota lembaga organisasi lokal, sebagai pusat dan penyalur informasi, dan berbagai fungsi sosial lainnya. Dalam kelompok masyarakat yang berada dalam tahap awal evolusi organisasi, lembaga kepemimpinan umumnya berupa seorang individu sebagai kepala suku dengan berbagai nama: *keret* dan *ondoafie* pada suku Arfak dan Sarmi di Papua Barat, *pah-tuaf* pada etnis Tetun di Pulau Timor, *raja-soa* di Maluku, dan lain-lain. Dalam masyarakat yang telah berevolusi lebih jauh, kepemimpinan cenderung bersifat kolektif dengan struktur dan pendelegasian kewenangan yang lebih jelas. Etnis Dani di pegunungan tengah Papua mengenal lembaga kepemimpinan kolektif *otini-tabenak* yang memainkan peran penting dalam mengalirkan informasi dari atas ke bawah (*top-down*). Lembaga-lembaga kepemimpinan memiliki potensi yang besar untuk dimanfaatkan secara positif dalam berbagai upaya reformasi kelembagaan sosial untuk mempercepat laju pembangunan sektor dan pengelolaan ekosistem setempat.

c. Tatanan sosial.

Tatanan sosial atau pranata sosial (*social setting*) adalah salah satu elemen *social fabric* yang memiliki potensi sebagai *entry point* pertama bagi seorang diseminator dalam menyampaikan gagasan awal terkait perubahan kelembagaan. Kohesi sosial dan *social interplay* (hubungan sosial) merupakan dua diantara beragam elemen tatanan sosial yang memiliki pengaruh dalam memilih strategi pendekatan kelembagaan. Kelompok masyarakat yang memiliki daya ikat sosial tinggi pada umumnya membuka kesempatan besar bagi anggotanya untuk melakukan kontak dan hubungan sosial. Masyarakat petani yang sangat terikat dengan kohesifitas ekosistem dan kohesifitas sosial memiliki *social interplay* yang relatif tinggi dan hal ini dimanifestasikan dalam

bentuk komunikasi *setara multi-arah (horisontal multilateral)* secara baik. Kondisi seperti ini hendaknya dimanfaatkan dalam berbagai program pembangunan dengan misi meningkatkan produktivitas sektor secara lebih baik melalui inovasi teknologi dan kelembagaan. Dalam prosesnya, upaya mencapai tujuan seperti ini seringkali memanfaatkan kondisi *social interplay* melalui penerapan berbagai strategi pendekatan yang disesuaikan dengan norma sosial dan kelembagaan spesifik lingkungan dimana kegiatan dilaksanakan. Lebih jauh lagi patut pula dipertimbangkan *daya lenting sosial (social resilience)* kelompok sosial yang akan menerima perubahan lingkungan dan ekosistemnya. Daya lenting sosial seringkali berperan sebagai salah satu elemen kunci dalam suatu proses perubahan karena calon penerima perubahan memerlukan waktu dan kelenturan mental sebelum menerima perubahan yang akan mengubah jalan hidupnya. Perubahan pengelolaan ekosistem lingkungan sekelompok masyarakat tidak akan berjalan dengan mulus bila kegiatan tersebut bergesekan dengan norma dan tata peraturan sosial dalam pranata sosial setempat.

d. Pola komunikasi.

Pola komunikasi dalam suatu komunitas lokal berkaitan dengan tingkat kohesi atau daya ikat sosial (*social cohesion*) mereka. Pola komunikasi juga merupakan indikator tingkat partisipasi *stakeholder* perubahan pengelolaan ekosistem di lokasi dimana mereka hidup dan beraktifitas. Masyarakat dengan kohesi sosial tinggi memiliki tingkat kesetaraan sosial yang tinggi, atau sebaliknya. Namun demikian pola komunikasi suatu komunitas bersifat spesifik lokasi, tergantung pada bentuk dan struktur sosial di lokasi tersebut. Pada masyarakat dengan kohesi sosial rendah dan lembaga kepemimpinan tunggal, pola komunikasi yang tumbuh umumnya berupa pola rantai satu arah atau dua arah. Sedangkan pada komunitas dengan kesetaraan sosial tinggi serta memiliki organisasi kelembagaan dengan struktur lebih rumit memiliki pola komunikasi yang beragam. Para petugas penyuluh sebagai *change agent* seyogyanya dibekali dengan pemahaman dan keterampilan komunikasi dalam berbagai komunitas, baik komunitas etnis, profesi, pendidikan, dan lain-lain.

Keempat elemen *social fabric* yang telah dipaparkan tersebut dapat memainkan peran penting dalam upaya pengelolaan ekosistem dan mengurangi degradasi lahan dan lingkungan. Guna melakukan hal tersebut

dibutuhkan pengembangan strategi yang sesuai dengan kondisi tekno-eko-sosial setempat dimana upaya tersebut akan diperbaiki atau dilaksanakan. Pengembangan strategi pendekatan tidak terpisahkan dari implementasinya di lapangan karena harus disesuaikan dengan kondisi lokal (*current existing condition*). Dengan memahami pola pikir seperti di atas, strategi pendekatan perubahan sosial (terutama perubahan sikap) masyarakat pedesaan yang dihadapkan pada upaya pengelolaan ekosistem setempat menghadapi dua pilihan: (a) strategi *intrusif*, dan (b) strategi *introduksi*.

- a. Strategi intrusif menerapkan paradigma evolusi sesuai dengan perjalanan evolusi perilaku sosial secara alami dimana inovasi strategi pengelolaan lingkungan dilakukan sedekat mungkin dengan bentuk dan struktur strategi tradisional lokal yang masih berjalan. Strategi ini memakan waktu relatif lama dan perubahan terjadi secara bertahap karena kelompok stakeholder diberi cukup waktu untuk memahami dan melakukan eksperimentasi penerapan inovasi secara gradual.
- b. Strategi introduksi yang menerapkan paradigma revolusi yang menggantikan strategi pengelolaan tradisional oleh strategi baru, dalam beberapa kondisi juga mampu memberikan hasil yang diharapkan. Namun pengalaman menunjukkan ternyata lebih banyak keberhasilan yang bersifat artifisial karena sifat pendekatan *koersif top-down* dalam introduksi strategi pengelolaan introduksi tersebut.

Implementasi strategi perubahan sosial yang berkaitan dengan masalah degradasi lahan harus secara praktis melibatkan seluruh stakeholder institusi di seluruh hierarki struktural pemerintahan dan lembaga-lembaga terkait. Kelompok ilmuwan bersama dengan lembaga penyuluhan, lembaga perancang pembangunan daerah dan masyarakat bersama-sama merancang strategi dan pola pembenahan lingkungan yang diarahkan guna mengembangkan, mengubah atau mengelola lingkungan secara lebih baik. Upaya perubahan atau perbaikan pengelolaan lingkungan dalam kaitannya dengan pemcegahan kerusakan lahan diawali dengan *diagnosa* situasi lintas sektor dan lintas aspek terhadap elemen-elemen ekosistem dan biofisik lingkungan di suatu wilayah. Dalam tahap ini kelompok perekayasa teknologi lingkungan (peneliti dan ilmuwan) merupakan aktor utama dalam proses identifikasi dan diagnosa masalah lapangan. Semakin jauh waktu berjalan dan semakin dekat proses ke fase terakhir, semakin menurun peran peneliti dan ilmuwan. Sebaliknya, peran penyuluh dan petugas lapangan semakin meningkat sehingga pada akhirnya keberhasilan proses

rekayasa pengelolaan lingkungan sangat dipengaruhi oleh pengetahuan dan kemampuan berkomunikasi petugas lapang. Tahap diagnostik dilanjutkan dengan *tahap rancang bangun* dimana peran lembaga penyuluhan meningkat secara teknis, dan lembaga perancangan teknologi secara politis mulai berperan dalam kegiatan koordinasi dan administratif kewilayahan. Lembaga-lembaga sektor di tingkat otonom merancang kegiatan uji lapang di lokasi-lokasi percontohan. Fase selanjutnya adalah *tahap uji lapang* dimana seluruh komponen teknologi dan informasi pengelolaan lingkungan yang sedang diuji-coba dievaluasi keampuannya. Selain itu dievaluasi juga proses perubahan sosial di lingkungan yang sama untuk mengukur kadar partisipatif dan tanggung jawab komunal masyarakat setempat. Pilihan strategi (intrusif atau introduksi) dipilih dan disepakati dalam fase uji lapang. *Fase verifikasi dan implementasi* merupakan tahap terakhir dimana lembaga penyuluhan beserta aparatnya memikul tanggung jawab terbesar dalam sosialisasi dan penyebaran teknologi dan strategi pelestarian lingkungan yang bersahabat.

Untuk melihat seberapa efektif kapital sosial yang ada di masyarakat dapat menghadapi degradasi ekosistem khususnya ekosistem hutan, disampaikan hasil penelitian kapital sosial menghadapi degradasi ekosistem hutan Gunung Muria (Widjanarko, 2016) sebagai berikut:

Di areal hutan Gunung Muria ada Kelompok Tani Sari Rejo yakni di Dukuh Gingsir, Desa Rahtawu, Kabupaten Kudus, mencoba untuk melakukan penghijauan dengan tanaman kayu (tanaman hutan) dan buah-buahan. Dimana sebelumnya telah dilakukan Program hutan rakyat yang merupakan rangkaian program penghijauan. Namun, dalam perkembangannya, justru dimanfaatkan sebagian untuk kegiatan pertanian. Salah satunya adalah pengembangan tanaman produktif, seperti buah-buahan, serta sebagian kopi yang sudah banyak ditanam di areal kawasan lindung Lereng Pegunungan Muria.

Sejumlah tanaman produksi tersebut justru dapat berkembang dengan baik. Bahkan masyarakat sekaligus petani di desa Rahtawu beberapa kali menikmati hasilnya. Sejumlah pohon sebagai tanaman pelindung justru dapat melindungi tanaman produktif tersebut. Tidak hanya sekedar melindungi hutan secara fisik, tanaman produktif juga dapat membantu melindungi ekosistem yang berada di sekitarnya, seperti sumber daya alam hayati serta sejumlah mata air. Secara langsung juga menekan terjadinya bencana tanah longsor, karena daerah resapan air

berfungsi dengan baik. Walaupun tanaman produktif hasilnya tidak sebesar seperti di wilayah lain, tetapi setidaknya masyarakat sudah mempunyai maksud untuk menjaga agar vegetasi hutan tetap terjaga. Kondisi demikian dilakukan oleh sebagian besar masyarakat di Dukuh Gingsir.

Hasil analisis dan interpretasi Widjanarko (2016) berkaitan dengan kapital sosial yang ada di Desa Rahtawu dan bentuk kapital sosial yang berhubungan dengan upaya pelestarian Hutan Muria dapat dilihat pada tabel di bawah ini.

Konsep	Bentuk	Temuan Lapangan	Sinkronisasi dengan Teori
Norma sosial	Nilai-nilai yang tumbuh dan dipatuhi atas dasar kebersamaan, seperti kejujuran, sikap menjaga komitmen, pemenuhan kewajiban dan ikatan timbal balik	Iuran warga untuk melaksanakan sedekah bumi, masih ada hambatan, upaya pelestarian lingkungan	Kapital sosial sebagai perekat dalam komunitas kelompok
<i>Trust</i>	Suatu nilai kepercayaan antara hubungan antar individu tanpa rasa saling curiga, toleran, saling menghormati	Ada kepercayaan tidak <i>nanggap</i> wayang di Desa Rahtawu, Bulan Suro banyak pengunjung ke petilasan, tidak menebang pohon sembarangan, bantuan bencana dari banyak instansi terkait	Tidak sekedar implementasi dari konsep kepercayaan tetapi memunculkan sosiabilitas (nilai-nilai yang dibangun bersama)
Jaringan	Ikatan informal yang Dikarakteristikan dengan adanya hubungan timbal balik yang lebih familiar dan bersifat personal seperti pada ikatan pada keluarga, pertemanan, pertanggaaan dan ikatan yang sifatnya lebih umum seperti ikatan pada masyarakat sekitar.	Terdapatnya usaha kopi luwak dan entok	Percontohan kapital sosial yang memiliki jaringan di luar

Sumber: Widjanarko (2016)

Berdasarkan Tabel diatas, terlihat bahwa kapital sosial dapat diartikan sebagai sumber daya aktual dan potensial yang dimiliki oleh seseorang berasal dari jaringan sosial yang terlembagakan serta berlangsung terus menerus dalam bentuk pengakuan dan pengenalan timbal balik atau dengan kata lain keanggotaan dalam kelompok sosial yang memberikan kepada anggotanya berbagai bentuk dukungan kolektif. Selanjutnya Bourdieu (1986) dalam Widjanarko menegaskan tentang kapital sosial sebagai sesuatu yang berhubungan satu dengan yang lain, baik ekonomi, budaya, maupun bentuk-bentuk *social capital* (kapital sosial) berupa institusi lokal beserta kekayaan sumber daya alamnya. Lebih ditegaskan lagi bahwa kapital sosial mengacu pada keuntungan dan kesempatan yang didapatkan seseorang di dalam masyarakat melalui keanggotaannya dalam entitas sosial tertentu (paguyuban, kelompok arisan, asosiasi tertentu). Kapital sosial yang ada di Desa Rahtawu, misalnya, bentuknya adalah kelompok tani dan upaya melestarikan lingkungan melalui sedekah bumi.

PERAN PEMERINTAH DALAM MEMPERKUAT KEARIFAN LOKAL DAN KAPITAL SOSIAL

Peran Pemerintah Dalam Memperkuat Kearifan Lokal.

Peran Pemerintah sebagai lembaga negara mempunyai kewenangan untuk mengendalikan dan mengatur pengelolaan lingkungan hidup di Indonesia. Dalam Undang-undang Dasar 1945 Amandemen I-IV dalam pasal 33 yang mengatur tentang sumber-sumber Negara yang menguasai hajat hidup orang banyak dikuasai oleh Negara dan digunakan sebesar-besarnya untuk kemakmuran rakyat. Untuk mengimplementasikan hal tersebut menurut Hidayah (2016), pemerintah melakukan hal-hal sebagai berikut:

1. Mengatur dan mengembangkan kebijaksanaan dalam rangka pengelolaan lingkungan hidup.
2. Mengatur penyediaan, peruntukan, penggunaan, pengelolaan lingkungan hidup dan pemanfaatan kembali sumber daya alam, termasuk sumber genetika.
3. Mengatur perbuatan hukum dan hubungan hukum antara orang lain dan/atau subyek hukum lainnya serta pembuatan hukum terhadap

sumber daya alam dan sumber daya buatan, termasuk sumber daya genetika.

4. Mengendalikan kegiatan yang mempunyai dampak sosial.
5. Mengembangkan pendanaan bagi upaya pelestarian fungsi lingkungan hidup sesuai peraturan perundang-undangan yang berlaku.

Pengelolaan lingkungan atau sumber daya alam akan ideal bila dilakukan secara bersama antara masyarakat setempat dengan pemerintah yang mempunyai kewenangan menjaga dan melindungi lingkungan atau sumber daya alam. Akan lebih baik lagi kalau pemerintah mendorong dan memperkuat kebiasaan positif yang sudah ada di masyarakat dalam pengelolaan lingkungan. Kebiasaan positif yang ada di masyarakat biasanya adalah kearifan lokal. Pemerintah dan masyarakat berperan penting dalam perlindungan dan pengelolaan lingkungan hidup. Tanpa adanya peran serta semua pihak di negara Indonesia maka akan timbul permasalahan lingkungan yang mengarah ke degradasi lingkungan, permasalahan yang akan timbul menurut Hidayah (2016) adalah:

1. Risiko lingkungan yang timbul dari kegiatan, perilaku, sikap dan kebiasaan masyarakat tradisional.
2. Risiko modernisasi yang tumbuh dari kebiasaan dan cara hidup yang datang bersama modernisasi.

Dukungan pemerintah terhadap kearifan lokal dalam pengelolaan lingkungan hidup atau sumber daya alam dituangkan dalam beberapa Undang-Undang yang bersifat melakukan pengelolaan lingkungan hidup seperti yang tertuang dalam Pasal 63 UUPPLH Tahun 2009, mengatur tentang tugas dan wewenang pemerintah baik pusat maupun daerah pada kearifan lokal. Pada Pasal 36 ayat 1 huruf t yakni di dalam perlindungan dan pengelolaan lingkungan hidup, Pemerintah bertugas dan berwenang untuk menetapkan kebijakan mengenai tata cara pengakuan keberadaan masyarakat hukum adat, kearifan lokal, dan hak masyarakat hukum adat yang terkait dengan perlindungan dan pengelolaan lingkungan hidup.

Pasal 63 ayat 2 huruf n mengatur perlindungan dan pengelolaan lingkungan hidup pada pemerintah provinsi bertugas dan berwenang menetapkan kebijakan mengenai tata cara pengakuan keberadaan masyarakat hukum adat, kearifan lokal, dan hak masyarakat hukum adat yang terkait dengan perlindungan dan pengelolaan lingkungan hidup pada tingkat provinsi. Sedangkan pada ayat 3 huruf k menjelaskan bahwa dalam perlindungan dan pengelolaan lingkungan hidup, pemerintah

kabupaten/kota bertugas dan berwenang untuk melaksanakan kebijakan mengenai tata cara pengakuan keberadaan masyarakat hukum adat, kearifan lokal, dan hak masyarakat hukum adat yang terkait dengan perlindungan dan pengelolaan lingkungan hidup pada tingkat kabupaten/kota.

Contoh kekuatan kearifan lokal yang ada di masyarakat dalam memperjuangkan perlindungan lingkungan hidup kemudian mendapat dukungan dari pemerintah, disampaikan oleh Lisa (2013) yang menunjukkan keberhasilan masyarakat Baduy mendapatkan hak ulayat atas lahannya sebagai berikut:

Pada era otonomi daerah, Desa Kenekes ditetapkan sebagai tanah hak ulayat, seperti yang tertuang dalam Peraturan Daerah (Perda) Kabupaten Lebak Nomor 32 Tahun 2001 tentang Perlindungan atas Hak Ulayat Masyarakat Baduy. Dengan tanah hak ulayat seluas 5.136,58 hektar, masyarakat Baduy mendapat kewenangan untuk mengelola sendiri kawasan adat tersebut. Dan, inilah satu-satunya masyarakat adat di Indonesia yang sudah memiliki regulasi yang mengakui hak-hak masyarakat adat. Kiranya, kearifan lokal Baduy ini bisa menjadi cermin bagi wilayah-wilayah lainnya pada masa otonomi daerah saat ini.

Peran Pemerintah Dalam Memperkuat Kapital Sosial

Kapital sosial yang ada di masyarakat di Desa atau Kecamatan harus dikaji dan digali serta didorong agar menjadi aktif dan berperan positif dalam pembangunan. Kapital sosial yang ada di Desa harus digali sesuai dengan tujuan yang ingin dicapai agar dapat dimanfaatkan untuk kesejahteraan masyarakatnya. Untuk mencapai itu, harus melibatkan seluruh stakeholder institusi di seluruh hierarki struktural pemerintahan dan lembaga-lembaga terkait. Kerjasama yang baik dalam sebuah lembaga kemungkinan memberi dampak positif terhadap lembaga dan jaringan sendiri maupun lainnya. Berbicara mengenai kerjasama dan jaringan, bisa saja berlangsung secara otomatis namun bisa juga didorong melalui kebijakan pemerintah. Dalam hal ini peran aparat pemerintah menjadi faktor penentu keberhasilan membangun kapital sosial dalam masyarakat.

Pemerintah dapat mempengaruhi secara positif kepercayaan, kohesifitas, altruisme, gotong-royong, partisipasi, jaringan, kolaborasi sosial dalam sebuah komunitas. Kapital sosial pada umumnya akan tumbuh

dan berkembang bukan saja karena adanya kesamaan tujuan dan kepentingan, melainkan pula karena adanya kebebasan menyatakan pendapat dan berorganisasi, terjalinnya relasi yang berkelanjutan, serta terpeliharanya komunikasi dan dialog yang efektif (Suharto, 2012)

Kondisi kapital sosia tidak sama di semua tempat, jumlah dan kualitas kapital sosial sangat bervariasi antara satu lokasi dengan lokasi yang lain. Ada wilayah tertentu yang mungkin mempunyai kapital finansial yang berlimpah tapi kapital sosial sangat rendah. Hal ini banyak dijumpai di kompleks perumahan yang sebagian besar warga yang dianggap elit yang berpenghasilan tinggi. Namun sebaliknya ada wilayah yang dari sisi penghasilan penduduk rendah tapi mempunyai tingkat kapital sosial yang tinggi. Kondisi demikian banyak ditemukan di kawasan miskin yang walaupun hidup berdesakan tapi keterikatan sosial mereka tinggi. Penduduk yang tinggal di wilayah kumuh terkesan mengalami stress yang tinggi namun dengan jaringan yang sudah terbentuk di kalangan mereka akan memudahkan pemerintah menjalankan berbagai program peningkatan kesejahteraan masyarakat. Oleh karena itu peran pemerintah adalah membangun kapital sosial yang dapat mendekatkan masyarakat dengan pemerintah secara psikologis. Kedekatan masyarakat dengan pemerintah merupakan syarat masyarakat mempunyai kepercayaan terhadap program pemerintah yang pada ahirnya masyarakat akan melaksanakan program pemerintah dengan sungguh-sungguh.

Menurut Putnam (2002) *dalam* Insana (2012), kapital Sosial yang tinggi, membawa dampak pada tingginya partisipasi masyarakat sipil dalam berbagai bentuknya. Akibat positif yang dihasilkan adalah pemerintah akan memiliki akuntabilitas yang lebih kuat. Tingginya kapital sosial akan mendorong efektifitas pemerintahan, beragam determinan memungkinkan negara berfungsi secara lebih efektif dan memiliki legitimasi. kapital sosial tinggi yang ada dalam masyarakat lebih mampu memfasilitasi hubungan antara negara dan rakyat. Hubungan yang baik antara pemerintah dan masyarakat akan menjamin stabilitas politik Negara. Di tingkat lokal, kapital sosial dapat menjembatani hubungan pemerintah daerah dan masyarakat dalam menyebarkan informasi dan mengimplementasikan program-program pembangunan. Kepercayaan masyarakat kepada pemerintah, keterbukaan pemerintah pada masyarakat, adanya komitmen dan keinginan yang kuat antara pemerintah daerah dan masyarakat untuk membangun, serta adanya partisipasi aktif masyarakat dalam

pembangunan akan mendorong terciptanya pembangunan sistem pemerintahan yang baik dimana akuntabilitas dan transparansi pemerintahan berimbang dengan akses dan kontrol masyarakat terhadap pemerintahan

Peran pemerintah dalam meningkatkan kapital sosial tidak selalu sama untuk semua lokasi dan kondisi sosial. Di lokasi yang hampir semua daerah urban yang dihuni oleh kelompok sosial yang berbeda latar belakang berdasarkan etnisitas, agama, dan kebudayaan, tinggal bersama. Tetapi ada juga sekelompok kecil yang berbeda dan tetap tinggal bersama anggota kelompoknya sehingga menjadi *enclave* di daerah tertentu. Kebijakan yang dibuat pemerintah daerah dalam hal ini harus berbeda. Pemerintah perlu membangun infrastruktur sipil (*civil infrastructure*), lembaga yang menghubungkan sebuah kelompok sosial dengan kelompok sosial yang lain. Biasanya masyarakat yang sudah berbaur dengan kelompok lain telah membangun kapital sosial *bridging*, sedang masyarakat yang tinggal dalam kelompok yang tertutup lebih kuat kapital sosial *bonding* (Sadikin, 2012). Masyarakat yang tertutup kurang membangun jembatan relasi dengan kelompok lain sehingga bisa timbul rasa curiga satu dengan yang lain. Untuk masyarakat yang masih tertutup, tugas pemerintah adalah membuka isolasi sosial agar lebih banyak masyarakat yang mau hidup berbaur dengan masyarakat lain. Hal ini perlu dilakukan untuk mengurangi ketegangan sosial yang dapat memicu konflik terbuka.

Selain itu lingkungan sosial dengan sekat yang longgar memungkinkan masyarakat melakukan kontak dengan kelompok lain. Kondisi ini akan memungkinkan mereka melakukan kontak sehingga terbentuk jaringan sosial yang nantinya mendorong jaringan usaha. Dalam hal ini pemerintah perlu menata pemukiman sedemikian rupa sehingga kontak antar kelompok yang berbeda beda sering terjadi. Pemukiman yang tertutup biasanya terjadi di kalangan para migran di daerah perkotaan, sedang di daerah pedesaan masyarakat cenderung homogen. Pola pemukiman seperti ini sering kita dapati di kota kecil sedang untuk kota besar pola pemukiman berbaur lebih menonjol. Pemerintah perlu mendorong kehidupan bersama sehingga terjadi mosaik sosial, yaitu walaupun berbeda latar belakang sosial semua kelompok sosial memberi warna bagi keseluruhan masyarakat yang tinggal di wilayah tersebut.

Pemahaman tentang kapital sosial di wilayah tertentu akan sangat membantu dalam pembuatan kebijakan yang tepat. Dalam pelaksanaan

peningkatan kapital sosial khususnya pemberdayaan kelompok miskin tertentu secara ekonomi, pemerintah baiknya melakukan pengkajian/penelitian tentang norma dan jaringan yang ada dalam masyarakat tersebut. Pemahaman tentang norma ini memungkinkan pemerintah berhati-hati mengucurkan bantuan sehingga lebih kena sasaran. Sebagai contoh, banyak kasus kredit bergulir yang diberikan pemerintah macet karena kurang memperhatikan jaringan dan norma yang ada. Dalam pembuatan kebijakan pemerintah perlu mengidentifikasi kondisi kapital sosial dalam masyarakat. Untuk itu ada beberapa hal yang perlu diperhatikan seperti diungkapkan oleh Lang dan Hornburg (1998) *dalam* Sadikin (2012) sebagai berikut:

1. Membuat definisi dan pengukuran kapital sosial yang terstandar
2. Mengidentifikasi bentuk kapital sosial dalam masyarakat
3. Mengidentifikasi wilayah dengan perekat sosial yang kuat dan wilayah yang kurang perekat sosialnya
4. Tentukan apakah infrastruktur sipil dapat menjadi jembatan kelompok sosial yang berbeda
5. Membuat evaluasi manfaat membangun kapital sosial dan infrastruktur sipil bagi masyarakat
6. Mengidentifikasi aktor kunci yang berperan meningkatkan atau membangun kapital sosial.

PENUTUP

Ekosistem yang merupakan salah satu sumber penghidupan harus dijaga tetap baik agar memberi manfaat secara berkelanjutan. Degradasi ekosistem terjadi akibat eksploitasi sumber daya alam yang berlebihan, invansi species asing, polusi dan perubahan iklim semuanya mempengaruhi keberadaan ekosistem di permukaan bumi. Degradasi ekosistem lahan pertanian sampai saat ini telah terjadi sekitar 40 persen, menyebabkan berkurangnya produktivitas lahan secara signifikan. Degradasi lahan pertanian yang parah terjadi di Afrika diikuti oleh Amerika Latin dan Asia.

Dalam hubungan dengan upaya perbaikan pengelolaan ekosistem atau degradasi lingkungan dan hal-hal yang menyangkut peran manusia dalam alamnya, elemen-elemen *sosial capital* (kapital sosial), atau lebih sering disebut *sosial fabric* (bahan atau elemen sosial) yang harus

dilibatkan adalah: (a) kelembagaan kemasyarakatan, (b) kepemimpinan, (c) tatanan sosial, dan (d) pola komunikasi. Keempat elemen *social fabric* yang telah dipaparkan tersebut dapat memainkan peran penting dalam upaya pengelolaan ekosistem dan mengurangi degradasi lahan dan lingkungan. Guna melakukan hal tersebut dibutuhkan pengembangan strategi yang sesuai dengan kondisi tekno-eko-sosial setempat dimana upaya tersebut akan diperbaiki atau dilaksanakan.

Pengelolaan lingkungan atau sumber daya alam akan ideal bila dilakukan secara bersama-sama antara masyarakat setempat dengan pemerintah yang mempunyai kewenangan menjaga dan melindungi lingkungan atau sumber daya alam. Akan lebih baik lagi kalau pemerintah mendorong dan memperkuat kebiasaan positif yang sudah ada di masyarakat dalam pengelolaan lingkungan. Kebiasaan positif yang ada di masyarakat biasanya adalah kearifan lokal. Pemerintah dan masyarakat berperan penting dalam perlindungan dan pengelolaan lingkungan hidup. Tanpa adanya peran serta semua pihak di Negara Indonesia maka akan timbul permasalahan lingkungan yang mengarah ke degradasi lingkungan.

Kapital sosial yang ada di Desa harus digali sesuai dengan tujuan yang ingin dicapai agar dapat dimanfaatkan untuk kesejahteraan masyarakatnya. Untuk mencapai itu, harus melibatkan seluruh stakeholder institusi di seluruh hierarki struktural pemerintahan dan lembaga-lembaga terkait. Pemerintah dapat mempengaruhi secara positif kepercayaan, kohesifitas, altruisme, gotong-royong, partisipasi, jaringan, kolaborasi sosial dalam sebuah komunitas. Kapital sosial pada umumnya akan tumbuh dan berkembang bukan saja karena adanya kesamaan tujuan dan kepentingan, melainkan pula karena adanya kebebasan menyatakan pendapat dan berorganisasi, terjalinnya relasi yang berkelanjutan, serta terpeliharanya komunikasi dan dialog yang efektif.

DAFTAR PUSTAKA

Abdurahman Adi. 2003. Degradasi Tanah Pertanian Indonesia Tanggung Jawab Siapa? Sinar Tani.
[new.litbang.pertanian.go.id/.../Degradasi%20Tanah%20Pertanian%](http://new.litbang.pertanian.go.id/.../Degradasi%20Tanah%20Pertanian%20)
....

- Adimihardja, A. 2008. Teknologi dan Strategi Konservasi Tanah Dalam Kerangka Revitalisasi Pertanian. Pengembangan Inovasi Pertanian 1(2): 105-124. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian.
- Aulia, A., 2011. Dampak Kapital Sosial (Lengge) Terhadap Peningkatan Pendapatan Masyarakat Tani (Studi Kasus pada Masyarakat "Lengge" di Kabupaten Bima). *Thesis*. Sekolah Pasca Sarjana, Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta.
- Fowler, A. 1992. *Prioritizing Institutional Development: A New Role for NGO Centres for Study and Development*. Sustainable Agriculture Programme Gatekeeper Series SA35. IIED, London.
- Baharudin. E. 2012. Kearifan Lokal, Pengetahuan Lokal dan Degradasi Lingkungan. <http://www.esaunggul.ac.id/epaper/kearifan-lokal-pengetahuan-lokal-dan-degradasi-lingkungan/>
- Benny. 2012. Kearifan Lokal Masyarakat Indonesia Dalam Pengelolaan dan Pemanfaatan Lingkungan. <http://unklebenny.tumblr.com/post/19286691157/kearifan-lokal-masyarakat-indonesia-dalam>.
- Ecological Society of America (ESA). 2012. Ecosystem Services. <https://www.esa.org/esa/wp-content/uploads/2012/12/ecosystem-services.pdf>
- FAO. 2017. Ecosystem services are the multitude of benefits that nature provides to society. Biodiversity is the diversity among living organisms, which is essential to ecosystems function and services delivery. <http://www.fao.org/ecosystem-services-biodiversity/en/>
- Hakim. A.R. 2015. Mengenal Ecosystem Services dalam Pemanfaatan Sumber daya Kelautan dan Perikanan. http://www.kompasiana.com/hakimz/mengenal-ecosystem-services-dalam-pemanfaatan-sumber-daya-kelautan-dan-perikanan_56b17c57349773de05324ff2
- Heryani. N; N. Sutrisno. 2012. Perencanaan Penggunaan Lahan di Daerah Tangkapan Air (DTA) Waduk untuk Mengurangi Sedimentasi (Studi Kasus Waduk Batuteji, Kabupaten Tanggamus, Propinsi Lampung). Jurnal Sumber daya Lahan. Vol.6. No.1. Balai Besar Sumber daya Lahn Pertanian.

- Hidayah. A. 2016. Kearifan Lokal Dalam Perlindungan dan Pengolahan Lingkungan Hidup.
<https://ardyanahwordpresscom.wordpress.com/2016/01/25/kearifan-lokal-dalam-perlindungan-dan-pengolahan-lingkungan-hidup/>
- Insana. Z. 2012. Peranan Capital Sosial Dalam Penyelenggaraan Pemerintahan.
<http://insanazzamit.blogspot.co.id/2012/11/peranan-capital-sosial-dalam.html>
- Irvandiaz. F. 2015. Peranan Kapital Sosial dalam Keberhasilan Usaha. Departemen Sains Komunikasi dan Pengembangan Masyarakat. Fakultas Ekologi Manusia Institut Pertanian Bogor.
- Kurnia. U; N. Sutrisno; I. Sungkawa. 2010. Perkembangan Lahan Kritis. Buku: Membalik Kecenderungan Degradasi Sumber Daya Lahan dan Air. Eds. Suradisastra. K *et al*. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian.. Kementerian Pertanian.
- Kusbiantoro. A; S. Afri Awang; A. Maryudi; T. Gunawan. 2006. Sosial Capital Role in Solving Land Degradation in Tulis Watershed. Komunitas 8 (2) (2016): 250-256. DOI:10.15294/komunitas.v8i2.5438. International Journal of Indonesian Society And Culture <http://journal.unnes.ac.id/nju/index.php/komunitas>.
- Lisa. 2013. Pengelolaan Lingkungan Berbasis Kearifan Lokal. <http://ceritanyalisa.blogspot.co.id/2013/12/pengelolaan-lingkungan-berbasis.html>
- Mariana. D; T. Atmoko; S. Sulastri; C. Paskarina. 2008. Pemetaan dan Pemanfaatan Kapital Sosial dalam Penanggulangan Kemiskinan di Jawa Barat. Lembaga Penelitian Universitas Padjadjaran. Badan Penelitian dan Pengembangan Daerah Propinsi Jawa Barat.
- Maridi. 2015. Mengangkat Budaya dan Kearifan Lokal dalam Sistem Konservasi Tanah dan Air. Seminar Nasional XII Pendidikan Biologi FKIP UNS 20. Prodi P. Biologi FK Universitas Sebelas Maret
- Nursyamsi. D. 2016. Kerentanan Sektor Pertanian Terhadap Ancaman Perubahan Ikim dan Berbagai Opsi Adaptasi. Baham Rapim

Kementerian Pertanian. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian.

Pasandaran. E, M.Syam, I.Las. 2011. Degradasi Sumber Daya Alam: Ancaman Bagi Kemandirian Pangan Nasional. *dalam* buku: Koversi dan Fragmentasi Lahan Ancaman terhadap Kemandirian Pangan. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian.

Pasaribu. S.M; K. Suradisastra; B. Sayaka; A. Dariah. 2010. Pengendalian dan Pemulihan Degradasi Ekosistem Pertanian. Buku: Membalik Kecenderungan Degradasi Sumber Daya Lahan dan Air. Ed. K. Suradisastra, S.M. Pasaribu, B. Sayaka, A. Dariah, I. Las, Haryono, E. Pasandaran. www.litbang.pertanian.go.id/buku/membalik-kecenderungan-degrad/BAB-II-2.pdf. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian.

Pranaji. T. 2010. Kapital Sosial dalam Pengelolaan Ekosistem. *dalam* Buku: Membalik Kecenderungan Degradasi Sumber Daya Lahan dan Air. Ed. K. Suradisastra, S.M. Pasaribu, B. Sayaka, A. Dariah, I. Las, Haryono, E. Pasandaran. www.litbang.pertanian.go.id/buku/membalik-kecenderungan-degrad/BAB-V-2.pdf. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian.

Prayitno.A.S. 2013. Kearifan Lokal Masyarakat dan Keletarian Lingkungan. <http://laminoadi.yolasite.com/catatan/kearifan-lokal-masyarakat-dan-kelestarian-lingkungan>.

Sadikin. A. 2012. Kapital Sosial, Negara dan Kebijakan Publik. <https://alisadikinwear.wordpress.com/2012/05/20/kapital-sosial-negara-dan-kebijakan-publik/>

Saputra, A.M., 2010. Pengelolaan Hutan Bersama Masyarakat. Studi Kapital Sosial dan Partisipasi Masyarakat dalam Program Pemberdayaan Masyarakat di Desa Karang Tengah Kecamatan Babakan-Medang Kabupaten Bogor. *Tesis*. Sekolah Pasca Sarjana, Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta.

- Saputro G.E., 2006. Kapital Sosial dalam Pengelolaan Sumber daya Hutan pada Masyarakat Adat Kasepuhan Banten Kidul, Departemen Manajemen Hutan, Fakultas Kehutanan, Institut Pertanian Bogor
- Setiahadi, R., 2012. Kapital Sosial dalam Pembangunan Hutan: Penyelesaian Deforestasi dan Konflik- Sosial. *Disertasi*. Program Pasca Sarjana Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta.
- Suhartini. 2009. Kajian Kearifan Lokal Masyarakat Dalam Pengelolaan Sumber Daya Alam dan Lingkungan. Prosiding Seminar Nasional Penelitian, Pendidikan dan Penerapan MIPA. Fakultas MIPA. Universitas Negeri Yogyakarta, 16 Mei 2009
- Suharto. E. 2012. Kapital Sosial dan Kebijakan Publik. http://www.policy.hu/suharto/Naskah%20PDF/KAPITAL_SOSIAL_DAN_KEBIJAKAN_SOSIA.pdf
- Suradisastra. K. A. Dariah. 2012. Pemetaan Kearifan Lokal dan Kapital Sosial pada Kegiatan Pertanian Lahan Kering. dalam Buku: Prospek Pertanian Lahan Kering Dalam Mendukung Ketahanan Pangan. Ed. A. Dariah; B. Kertiwa; N. Sutrisno; K. Suradisastra; M. Sarwani; Haryono. S; E. Pasandaran. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian. Kementerian Pertanian.
- Suradisastra.K. 2010. Membangkitkan Ketangguhan Sosial dan Ekologi. dalam Buku: Membalik Kecenderungan Degradasi Sumber Daya Lahan dan Air. Ed. K. Suradisastra, S.M. Pasaribu, B. Sayaka, A. Dariah, I. Las, Haryono, E. Pasandaran. www.litbang.pertanian.go.id/buku/membalik-kecenderungan-degrad/BAB-V-2.pdf. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian.
- Suradisastra. K; H. Tarigan; E. Suryani. 2008. Indigenous Community Empowerment in Poverty Allevation in Indonesia. Center for Agriculture Socio-Economic and Policy Studies. The Agency for Agricultural Research and Development.
- Susilowati, R., 2007. Peran Kapital Sosial dalam Pelaksanaan Program Hutan Kemasyarakatan (Studi Kasus di Kabupaten Gunung Kidul). *Tesis*. Sekolah Pasca Sarjana, Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta.

- Sutrisno, N; N. Heryani. 2013. Teknologi Konservasi Tanah dan Air untuk Mencegah Degradasi Lahan Pertanian Berlereng. Jurnal Penelitian dan Pengembangan Pertanian. Vol.32. No.3. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian. Kementerian Pertanian.
- Tamba. I.M. 2011. Kontribusi Kearifan Lokal Terhadap Konservasi Lahan Kritis. Agrimeta, Jurnal Pertanian Berbasis Keseimbangan Ekosistem. Vol.1. No. 01. 2011.
ojs.unmas.ac.id/index.php/agrimeta/article/download/245/215
- UNEP (United Nation Environmental Programme). 1992. Desertification, land degradation [definitions]. Desertification Control Bulletin 21.
- Uphoff, N. 1992. *Lokal Institutions and Participation for Sustainable Development*. Gatekeeper Series SA31. IIED, London.
- 2011. Jenis Jenis Degradasi Tanah.
<http://karyatulisilmiah.com/jenis-jenis-degradasi-tanah/>
- Wahyudin. Y. 2015. Ecosystem Service - Jasa Ekosistem.
<http://tulisanorangawam.blogspot.co.id/2015/02/jasa-ekosistem-ecosystem-service.html>
- Widjanarko. M. 2016. Kapital Sosial Masyarakat Desa Rahtawu: Studi Kasus Pelestarian Hutan Muria Di Kabupaten Kudus. Fakultas Psikologi Universitas Muria Kudus. Jurnal Masyarakat dan Budaya. Vol.18. No.1. LIPI. <http://jmb-lipi.or.id/index.php/jmb/article/view/344>
- Zairin. 2017. Kerusakan Lingkungan dan Jasa Ekosistem.
unihaz.ac.id/.../KERUSAKAN_LINGKUNGAN_DAN_JASA_EKO

BAB IV.

INOVASI MERESPON PERUBAHAN IKLIM

INOVASI MERESPON PERUBAHAN IKLIM

Perubahan iklim yang dicirikan dengan terjadinya pergeseran pola curah hujan, meningkatnya temperatur, meningkatnya tinggi permukaan laut, meningkatnya kasus banjir, kekeringan dan iklim ekstrim merupakan salah satu tantangan yang harus dihadapi dalam pembangunan pertanian akhir-akhir ini. Kondisi iklim yang semakin sulit diprediksi dapat menimbulkan dampak negatif terhadap produksi komoditas pangan, hortikultura, perkebunan, dan peternakan meskipun dalam kasus tertentu dapat pula menimbulkan dampak positif. Bagi sektor pertanian iklim merupakan faktor eksternal yang sulit dikontrol sesuai dengan kebutuhan tanaman. Oleh karena itu yang harus dilakukan petani untuk menekan dampak negatif perubahan iklim adalah melakukan penyesuaian kegiatan usahatani dengan kondisi iklim yang dihadapi. Dengan kata lain petani perlu didorong untuk lebih mampu beradaptasi dengan situasi iklim yang dihadapi dalam melakukan kegiatan usahatani.

Dampak negatif perubahan iklim yang sering diungkapkan umumnya terkait dengan masalah ketersediaan pasokan air dan gangguan hama dan penyakit. Turunnya curah hujan secara drastis yang dipicu oleh kondisi iklim ekstrim dapat menyebabkan kegagalan panen akibat kekeringan dan semakin sempitnya areal pertanian yang dapat ditanami karena kurangnya pasokan air disamping meningkatnya salinitas tanah di daerah tertentu. Sebaliknya, curah hujan yang berlebihan dapat menimbulkan kegagalan panen akibat banjir dan meningkatnya gangguan hama dan penyakit. Disamping itu semakin luasnya areal yang dilanda banjir dapat menyebabkan semakin sempitnya areal pertanian yang dapat diusahakan oleh petani.

Dalam rangka meningkatkan kemampuan adaptasi petani terhadap perubahan iklim diperlukan dukungan inovasi yang mampu menekan dampak negatif yang disebabkan oleh kekeringan, banjir dan gangguan hama dan penyakit. Inovasi tersebut dapat meliputi pengaturan pola tanam, pengaturan penggunaan varietas, pengembangan agroforestry, pengelolaan pasokan air yang efisien, pengembangan infrastruktur, pengembangan kelembagaan dan kebijakan pendukung yang memadai. Disamping itu upaya mitigasi perubahan iklim juga tetap diperlukan untuk menekan emisi gas metana yang merupakan faktor utama terjadinya perubahan iklim secara global. Upaya mitigasi dapat ditempuh dengan

mengembangkan teknologi pemupukan, teknologi pengolahan tanah dan penggunaan varietas rendah emisi.

Penerapan inovasi yang bersifat adaptif terhadap perubahan iklim akan berdampak pada meningkatnya biaya yang harus dikeluarkan petani. Begitu pula upaya mitigasi perubahan iklim akan menimbulkan konsekuensi biaya yang dibebankan kepada petani. Namun dalam realitas kemampuan modal petani umumnya rendah akibat berbagai faktor. Akses petani terhadap lembaga perbankan juga sangat terbatas karena dalam menyalurkan pinjaman modal lembaga perbankan menerapkan prinsip-prinsip perbankan yang cukup ketat dan sulit untuk dapat dipenuhi oleh petani. Untuk mengatasi permasalahan tersebut maka penguatan kelembagaan keuangan di pedesaan yang berperan dalam penyaluran pinjaman modal kepada petani perlu dilakukan agar petani dapat mendapatkan pinjaman modal dengan persyaratan yang mudah dipenuhi, proses yang cepat dan suku bunga relatif rendah.

INOVASI DIBIDANG PENGELOLAAN AIR MENGHADAPI KERAGAMAN IKLIM

Nono Sutrisno dan Nani Heryani

PENDAHULUAN

Variabilitas atau keragaman iklim merupakan perbedaan yang terjadi yang diwakili oleh terjadinya keragaman hujan, baik kejadiannya antar musim antar tahun maupun keragaman diantara wilayah hujannya. Pola dan jumlah hujan juga beragam antar musim dan juga antar tahun. Keragaman terjadi setiap tahun, dengan adanya perubahan iklim menyebabkan ada perubahan dalam keragaman iklim dan frekwensinya. Anomali iklim seperti La-Nina menyebabkan kelebihan air dan banjir, El-Nino menyebabkan kekeringan, adanya anomali iklim menyebabkan penurunan produksi pertanian.

Semakin meningkatnya frekwensi terjadinya keragaman iklim akibat perubahan iklim yang ditandai dengan seringnya kejadian El-Nino dan La-Nina, menyebabkan air menempati posisi yang strategis dalam berbagai agenda politik sehubungan dengan frekuensi dan tingkat keparahan seperti dampak banjir dan kekeringan yang makin meluas, permukaan air laut yang meningkat dan pencemaran yang semakin mengancam kehidupan manusia. Di sisi lain, ketersediaan pasokan air minum yang cukup dan bersih mengalami tekanan kuat sehingga merupakan salah satu isu pembangunan ekonomi dan sosial di sebagian besar dunia, termasuk Indonesia. Demikian pula isu air dalam kaitannya dengan kewenangan antara provinsi dan kabupaten dapat menjadi potensi konflik yang berpangkal pada penerapan yang kurang tepat dari undang-undang otonomi seperti halnya wilayah Bengawan Solo dan sungai Brantas yang perlu mempertimbangkan prinsip satu kesatuan sistem sumber daya air dan perairan dalam menetapkan kewenangan dan pengelolaan sumber daya air.

Perubahan pola curah hujan juga menurunkan ketersediaan air untuk irigasi dan sumber air bersih. Di pulau Lombok dan Sumbawa antara tahun 1985 dan 2006, jumlah titik air menurun dari 580 menjadi hanya 180

titik. Sementara itu, kepulauan ini juga mengalami 'jeda musim' kekeringan panjang selama musim penghujan yang kini menjadi makin sering, menimbulkan gagal panen. Di seluruh negeri, kini makin banyak saja sungai yang makin dangkal seperti Sungai Ular (Sumatera Utara), Tondano (Sulawesi Utara), Citarum (Jawa Barat), Brantas (Jawa Timur), Ciliwung-Katulampa (Jawa Barat), Barito-Muara Teweh (Kalimantan Tengah), serta Larona-Warau (Sulawesi Selatan). Di wilayah pesisir, berkurangnya air tanah disertai kenaikan muka air laut juga telah memicu intrusi air laut ke daratan sehingga mencemari sumber-sumber air untuk keperluan air bersih dan irigasi (UNDP, 2007).

Terjadinya hujan ekstrim dengan waktu yang lama, akan menyebabkan tidak tertampungnya aliran air permukaan dalam jumlah yang sangat banyak yang selanjutnya masuk ke sungai dan menyebabkan banjir. Banjir yang terjadi akan menyebabkan kerugian khususnya bagi sektor pertanian karena rusaknya pertanaman yang terkena banjir. Ancaman banjir yang merupakan dampak dari perubahan iklim, semakin sering terjadi khususnya pada lahan sawah. Menurut Boer *et al.* 2007 dalam Las *et al.* 2010, bencana banjir yang terjadi dalam periode yang relatif pendek yaitu antara tahun 2001-2004, telah terjadi 530 kali banjir dan jumlah daerah yang mengalami banjir cenderung meningkat. Bencana banjir demikian menyebabkan berkurangnya luas areal panen dan produksi padi.

Tingkat kerentanan lahan pertanian terhadap kekeringan cukup bervariasi antar-wilayah, kondisi demikian menunjukkan bahwa lahan sawah di beberapa wilayah di Sumatera dan Jawa rentan terhadap bahaya kekeringan. Di Indonesia, frekuensi kejadian kemarau panjang atau kekeringan dalam periode 1844-1960 hanya satu kali dalam empat tahun, kemudian dalam perioda 1961-2006 meningkat menjadi satu kali dalam 2-3 tahun (Boer *et al.* 2007 dalam Las *et al.* 2010). Dari 5,14 juta ha lahan sawah yang dievaluasi, 74 ribu ha di antaranya sangat rentan dan sekitar satu juta ha rentan terhadap kekeringan. Dalam periode 1991-2006, luas tanaman padi yang dilanda kekeringan berkisar antara 28.580-67.930 ha per tahun dan puso 4.614-192.331 ha. Berdasarkan hasil identifikasi, luas rata-rata wilayah pertanaman padi yang mengalami kekeringan pada tahun El Nino periode 1989-2006 menunjukkan wilayah yang terkena kekeringan lebih besar dari 2.000 ha per kabupaten antara lain di Pantai Utara Jawa Barat, terutama Kabupaten Indramayu, sebagian Pantai Utara Nanggroe

Aceh Darusalam, Lampung, Kalimantan Timur, Sulawesi Barat, Kalimantan Selatan, dan Lombok (Wahyunto, 2005; Direktorat Perlindungan Tanaman, 2007; SNC, 2009 *dalam* ICCSR, 2010).

Terjadinya keragaman iklim yang diperparah oleh adanya perubahan iklim akan menyebabkan penurunan produksi pertanian bila tidak dilakukan antisipasi yang komprehensif dan tepat. Antisipasi yang diterapkan adalah inovasi teknologi antisipasi, adaptasi dan mitigasi dilengkapi dengan kelembagaan dan kearifan lokal. Antisipasi merupakan penyiapan arah dan strategi, program dan kebijakan dalam rangka menghadapi pemanasan global dan perubahan iklim. Adaptasi merupakan upaya penyesuaian teknologi, manajemen dan kebijakan di sektor pertanian dengan terjadinya variabilitas iklim yang lebih kuat yang dipicu oleh perubahan iklim. Mitigasi adalah upaya memperlambat laju pemanasan global serta perubahan iklim melalui penurunan emisi (pancaran) GRK serta peningkatan penyerapan GRK. Membangun dan memperkuat kelembagaan dilakukan dengan memperbaiki tata hubungan kerja kelembagaan, baik yang terkait dengan informasi iklim maupun informasi teknologi dan sarana produksi (saprodi), dalam rentang kendali operasionalisasi program dan kebijakan. Kearifan lokal erat kaitannya dengan antisipasi perubahan iklim khususnya pergeseran siklus hidrologi seperti pendugaan sifat hujan dan waktu tanam. Berdasarkan uraian yang telah dikemukakan, tujuan penulisan ini adalah menyampaikan hasil inovasi teknologi pengelolaan air, tanah dan tanaman yang dapat digunakan untuk antisipasi, adaptasi dan mitigasi keragaman dan perubahan iklim.

KERAGAMANDAN PERUBAHAN IKLIM HUBUNGANNYA DENGAN PRODUKSI PERTANIAN.

Keragaman dan Perubahan Iklim

Pada umumnya iklim Indonesia adalah hangat, basah, banyak awan, banyak hujan, memiliki banyak pola curah hujan, dan rumit serta sulit untuk diprediks. Kondisi demikian adalah akibat adanya interaksi berbagai kondisi atmosfer, permukaan dan perairan yang dikendalikan oleh berbagai sirkulasi yaitu, sirkulasi angin monsun Asia-Australia, sirkulasi Hadley, sirkulasi Walker, Arus lintas Indonesia (Arlindo) sebagai bagian dari sirkulasi massa air dunia (*Ocean Giant Conveyor Belt*).

Indonesia memiliki iklim tropik basah yang dipengaruhi angin monsun (monsoon) sehingga memiliki dua musim berbeda, yaitu musim kemarau dan musim penghujan. Rata-rata curah hujan tahunan sangat beragam, mulai kurang dari 1.000 mm/tahun di kawasan semi-arid tropik, 1.780-3.175 mm/tahun di dataran rendah, hingga 6.100 mm/tahun di kawasan pegunungan. Kelembaban udara umumnya sangat tinggi, dengan nilai kelembaban relatif (RH) umumnya di atas 80%. Suhu udara umumnya hangat dengan keragaman tahunan yang kecil, sebagai contoh kisaran suhu rata-rata di Jakarta adalah 26-30°C atau sekitar 79-86°F (Universitas Indonesia, 2004).

Dari sisi sumber daya iklim, ada dua parameter iklim yang menjadi ukuran bagi kestabilan atmosfer terkait dengan potensi sumber daya air, yaitu curah hujan dan temperatur, (Susandi *et al.* 2008). Jumlah curah hujan dan distribusinya sangat berpengaruh terhadap pertumbuhan dan produksi tanaman, melalui kontribusinya terhadap ketersediaan air dalam tanah. Data curah hujan akan sangat membantu dalam rangka meramalkan pola curah hujan ke depan, dan memberi gambaran kemungkinan kejadian banjir dan kekeringan. Secara umum pola iklim di Indonesia berdasarkan distribusi curah hujan bulanan maupun dasarian (sepuluh harian) memiliki 3 pola hujan, yaitu: 1) Pola monsunial dicirikan oleh distribusi curah hujan bulanan berbentuk V (parabola terbalik) dengan jumlah curah hujan musiman rendah pada bulan Juni, Juli atau Agustus. Pada kondisi normal, saat monsun barat akan mendapat curah hujan yang berlimpah (musim hujan) sedangkan pada saat monsun timur jumlah curah hujannya sangat sedikit (musim kemarau). Pada pola hujan monsunial wilayahnya memiliki perbedaan yang jelas antara periode musim hujan dan periode musim kemarau. Secara umum musim kemarau berlangsung dari April sampai September dan musim hujan dari Oktober sampai Maret. Tipe grafik curah hujan bersifat unimodial (memiliki satu puncak musim hujan). Puncak maksimum musim hujan yaitu pada bulan Januari/Desember. Sementara itu lembah minimum terjadi pada bulan Agustus pada saat musim kemarau. Pola hujan monsunial terdapat di Pulau Jawa, Bali, NTB, NTT, dan sebagian Sumatera, 2) Pola equatorial, dipengaruhi oleh gerak revolusi bumi mengelilingi matahari, dicirikan oleh pola hujan dengan bentuk bimodal, yaitu mempunyai dua puncak musim hujan (berbentuk huruf M) yang biasanya terjadi sekitar bulan Maret dan Oktober saat matahari berada dekat equator atau pada saat terjadi ekinoks. Ekinoks terjadi dua

kali selama periode revolusi (1 tahun) yaitu pada tanggal 21 Maret dan 23 September. Pada waktu ekinoks, energi matahari yang diterima pada daerah sekitar equator adalah maksimum, kemudian berkurang ke arah kutub sehingga energi matahari di daerah kutub menjadi nol. Selain itu, wilayah dengan pola ini mempunyai dua lembah minimum pada musim kemarau yang terjadi pada bulan Januari dan bulan Juli dan hampir sepanjang tahun masuk dalam kriteria musim hujan. Pada pola ini, angin monsun kurang berpengaruh dibandingkan dengan pengaruh insolasi (radiasi matahari yang diterima bumi) pada saat terjadi ekinoks. Wilayah Indonesia di sepanjang garis equator sebagian besar mempunyai pola hujan equatorial, seperti Padang dan Pontianak, 3) Tipe lokal, lebih dipengaruhi oleh kondisi lokal suatu wilayah dan memiliki satu puncak maksimum yang terjadi pada musim hujan. Pada pola hujan lokal wilayahnya memiliki distribusi hujan bulanan berkebalikan dengan pola monsun. Pola lokal memiliki ciri bentuk pola hujan unimodial (satu puncak hujan), tetapi bentuknya berlawanan dengan tipe hujan monsun. Sehingga puncak musim hujan terjadi sekitar pertengahan tahun. Pola hujan lokal dipengaruhi oleh efek orografi. Salah satu wilayah yang mempunyai pola hujan lokal adalah Ambon (Maluku).

Keragaman iklim di Indonesia sangat dipengaruhi oleh posisinya, karena dilewati oleh garis khatulistiwa dan masuk ke dalam pengaruh kawasan Lautan Pasifik, menjadikan Indonesia sebagai daerah pertemuan sirkulasi meridional (*Hadley*) dan sirkulasi zonal (*Walker*), dimana dua sirkulasi tersebut sangat mempengaruhi keragaman iklim Indonesia (Pramudia *et al.* 2013). Selain itu, letak Indonesia yang merupakan negara kepulauan dengan bentuk topografi yang sangat beragam, menyebabkan sistem golakan lokal juga cukup dominan dan pengaruhnya terhadap keragaman iklim di Indonesia (Boer, 2008). Faktor lain yang diperkirakan ikut berpengaruh terhadap keragaman iklim Indonesia ialah gangguan siklon tropis. Semua aktivitas dan sistem ini berlangsung secara bersamaan sepanjang tahun.

Perubahan iklim merupakan pergeseran musim dari rata-rata jangka panjangnya. Selain perubahan dari rata-rata hujan jangka panjangnya, perubahan iklim juga dapat didekati dari perubahan jumlah curah hujan yang diterima suatu lokasi tertentu. Terjadinya tren perubahan ini menyebabkan perubahan pada masuknya awal musim dan panjang musim hujan, yang pada akhirnya akan berpengaruh terhadap produksi pertanian.

Pada umumnya tren perubahan ini memperlihatkan grafik jumlah curah hujan yang menurun pada tahun tertentu dibandingkan dengan tahun-tahun sebelumnya. Bahkan pada wilayah tertentu, penurunan dapat berlangsung secara lebih ekstrem. Hal ini dapat menyebabkan penurunan produksi secara signifikan, terutama pada wilayah-wilayah sentra produksi yang membutuhkan ketersediaan air yang cukup tinggi untuk pertanaman tanamannya. Sudah dapat diduga, akibat penurunan produksi yang signifikan menyebabkan kerugian yang juga signifikan (Pramudia *et al.* 2013).

Dinamika perubahan iklim dapat bersifat tahunan, musiman dan/atau antar musim. Seperti yang terjadi pada musim kemarau tahun 2010 dan 2013. Tahun 2010 dapat dikatakan merupakan tahun tanpa musim kemarau, sedangkan yang terjadi pada tahun 2013 memiliki pola yang hampir sama. Hal tersebut ditunjukkan dengan masih tingginya intensitas curah hujan di sebagian besar wilayah Indonesia meskipun sudah memasuki musim kemarau (berada di atas normal). Hal ini dapat dipandang sebagai peluang/potensi, tetapi juga sebagai risiko/ancaman, tergantung bagaimana menyikapinya. Untuk peningkatan produksi beras, hal ini merupakan peluang untuk peningkatan produksi (Balitbangtan, 2013).

Selain meningkatkan suhu bumi (dan suhu udara), perubahan iklim juga menyebabkan peningkatan frekuensi kejadian iklim ekstrim (anomali iklim), seperti El-Nino dan La-Nina, penurunan atau peningkatan suhu udara secara ekstrim, perubahan siklus hidrologi melalui pergeseran dan ketidak menentuan curah hujan dan musim, serta peningkatan permukaan air laut dan kejadian rob. Dampak lainnya yang mengkhawatirkan dengan terjadinya penurunan jumlah curah hujan tahunan adalah akan menyebabkan penurunan debit sungai pada musim kemarau dan sebaliknya pada musim hujan dapat menyebabkan banjir.

Fenomena ENSO (El-Nino Soutehrn Oscillation) merupakan salah satu fenomena alam yang telah menarik banyak perhatian karena dampak yang ditimbulkannya semakin dirasakan dalam berbagai aspek kehidupan. Terjadinya fenomena ENSO akan mengganggu sirkulasi zonal (*Walker Circulation*). Terminologi ENSO sering digunakan untuk merujuk pada fenomena El-Nino dan La-Nina. Banyak bukti yang menunjukkan bahwa kejadian El-Nino selalu berkaitan dengan kejadian kekeringan yang panjang di Indonesia akibat terjadinya penurunan jumlah dan kejadian

hujan secara drastis. Kejadian ini menyebabkan terjadinya penurunan produksi pertanian, memicu terjadinya kebakaran hutan yang diikuti oleh merosotnya kualitas udara, dan timbulnya masalah kesehatan. Di lain pihak, kejadian La-Nina yang merupakan kebalikan dari kejadian El-Nino dan menimbulkan dampak sebaliknya yaitu meningkatnya curah hujan dari normal sehingga seringkali menimbulkan bencana banjir.

Dampak kejadian ENSO terhadap keragaman hujan di Indonesia beragam antar wilayah. Menurut Tjasyono (1997) pengaruh El-Nino kuat pada daerah yang dipengaruhi oleh sistem monsun, bersifat lemah pada daerah dengan sistem ekuatorial dan tidak jelas pada daerah dengan sistem lokal. Pola monsun dicirikan oleh bentuk pola hujan yang bersifat uni-modal (satu puncak musim hujan). Selama enam bulan curah hujan relatif tinggi (biasanya disebut musim hujan) dan enam bulan berikutnya rendah (biasanya disebut musim kemarau). Secara umum musim kemarau berlangsung dari April sampai September dan musim hujan dari Oktober sampai Maret. Pola ekuatorial dicirikan oleh pola hujan dengan bentuk bi-modal (dua puncak hujan) yang biasanya terjadi sekitar bulan Maret dan Oktober yaitu pada saat matahari berada dekat ekuator. Pola lokal dicirikan oleh bentuk pola hujan uni-modal (satu puncak hujan) tapi bentuknya berlawanan dengan pola hujan pada tipe monsoon

Untuk wilayah Indonesia, secara umum El-Nino berdampak berupa berkurangnya curah hujan namun pengaruh El-Nino tidak sama di seluruh wilayah Indonesia, bahkan ada daerah-daerah yang pengaruh El-Nino tidak begitu nyata. Pengaruh El-Nino di Indonesia juga sangat tergantung pada intensitas dan waktu serta lamanya. Sebaliknya, La-Nina adalah kejadian iklim di mana terjadi peningkatan jumlah dan intensitas curah hujan hingga memasuki musim kemarau akibat penurunan suhu permukaan laut di wilayah Samudra Pasifik Selatan yang memperkaya massa uap air di wilayah Indonesia (Las *et al.* 2011),

Hubungan Keragaman dan Perubahan Iklim dengan Produksi Pertanian

Perubahan iklim menyebabkan semakin tingginya keragaman iklim yang terjadi di berbagai belahan dunia berdampak serius terhadap pertanian pada beberapa dekade terakhir, dengan berbagai konsekuensi

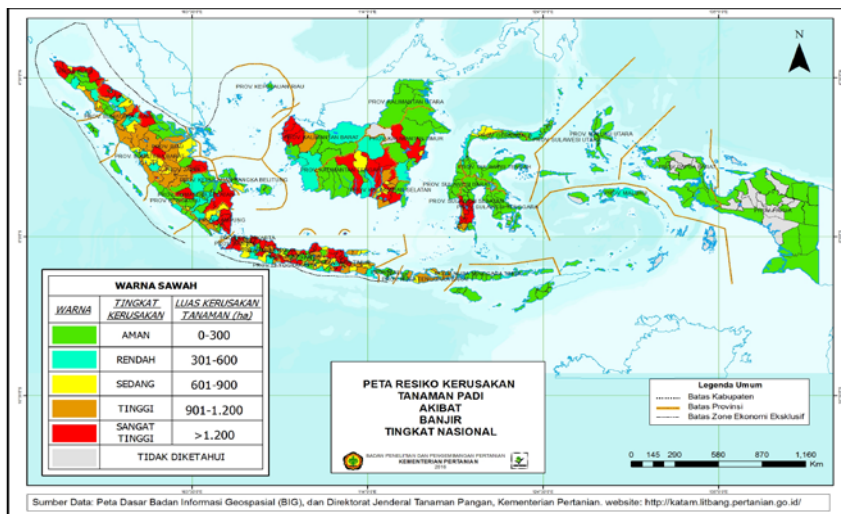
yang berbeda-beda. Konsekuensi yang terjadi dapat menguntungkan di beberapa daerah, namun di daerah lain merupakan bencana. Namun demikian berbagai studi empiris di negara maju dan berkembang menggunakan beberapa metode dan pendekatan, pada umumnya sepemahaman bahwa perubahan iklim berdampak negatif terhadap produksi tanaman dengan tingkat kerusakan yang berbeda di kedua negara tersebut (Gumel *et al.* 2016). Dampak perubahan iklim global tersebut akan berpengaruh terhadap harga komoditas dan masalah ekonomi/kesejahteraan dengan konsekuensi terburuk adalah kelaparan, terutama bagi negara-negara berkembang.

Boer *et al.* (2011 dalam Katam, 2013) menyatakan bahwa dampak perubahan iklim global terhadap sektor pertanian dibedakan menjadi: 1) dampak yang bersifat kontinu, berupa kenaikan suhu udara, perubahan hujan, dan kenaikan salinitas air tanah untuk wilayah pertanian dekat pantai yang akan menurunkan produktivitas tanaman dan perubahan panjang musim yang mengubah pola tanam dan indeks penanaman, 2) dampak yang bersifat diskontinu seperti meningkatnya gagal panen akibat meningkatnya frekuensi dan intensitas kejadian iklim ekstrem (banjir, kekeringan, dan angin kencang) dan meningkatnya gagal panen akibat munculnya serangan atau ledakan hama penyakit baru tanaman, dan 3) dampak yang bersifat permanen berupa berkurangnya luas kawasan pertanian di kawasan pantai akibat kenaikan muka air laut.

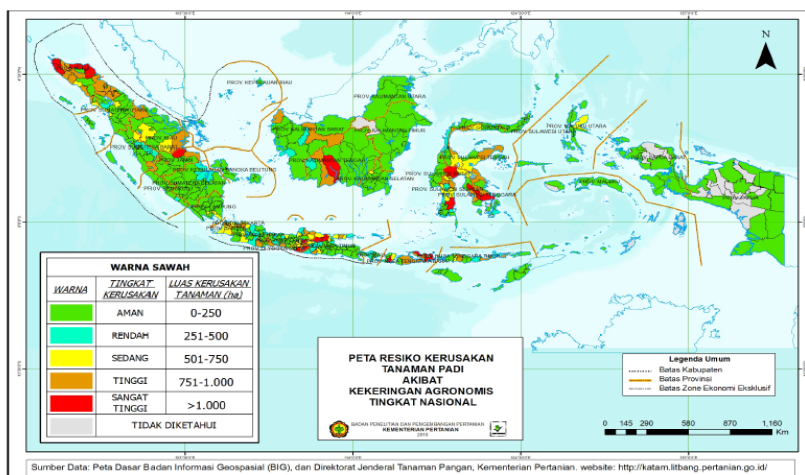
Tiga faktor utama yang terkait dengan perubahan iklim global, yang berdampak terhadap sektor pertanian adalah: 1) perubahan pola hujan dan iklim ekstrim (banjir dan kekeringan), 2) peningkatan suhu udara, dan 3) peningkatan muka laut. (ICCSR, 2010). Namun demikian beberapa klimatologis memprediksi akan terjadi pemanasan global pada beberapa dekade mendatang karena adanya peningkatan konsentrasi CO₂ dan gas rumah kaca lainnya di atmosfer.

Perubahan iklim yang terjadi, menyebabkan perubahan pola hujan yang semakin tajam, berdampak negatif terhadap tanaman pangan. Menurut Las, 2000; Boer, 2006; Naylor *et al.* 2007 dalam Las *et al.* 2011, peningkatan fluktuasi pola curah hujan dan intensitas anomali iklim sejak dua dasawarsa terakhir telah berdampak luas terhadap luas areal tanam dan panen, awal musim tanam musim hujan (MH) dan musim kemarau (MK), yang berimplikasi serius terhadap produksi pangan, terutama padi. Menurut Las *et al.* 2011, berdasarkan Atlas Kalender Tanam (Las *et al.*

2007-2010) menunjukkan bahwa anomali iklim mempengaruhi secara signifikan luas tanam potensial padi sawah. Luas tanam potensial tersebut diperoleh berdasarkan analisis ketersediaan air dengan tiga skenario perubahan pola curah hujan, yaitu tahun atau musim basah (La-Nina), kering (El-Nino), dan normal (rata-rata), yang dikaitkan dengan luas baku lahan sawah dan luas tanam eksisting (petani) pada masing-masing kecamatan pada setiap musim. Pada kondisi kering (El-Nino), luas tanam potensial menurun sekitar 14% dari luas tanam eksisting, sedangkan pada kondisi basah (La-Nina), luas tanam potensial meningkat sekitar 10%. Penurunan luas tanam potensial yang paling nyata terjadi pada MK-1, yaitu 24,8% dari luas tanam eksisting, sedangkan pada MH luas tanam turun menjadi 11,5%. Berdasarkan Sistem Informasi (SI) Katam Terpadu Modern (2016), banyak faktor yang menyebabkan penurunan produksi padi akibat bencana yang terjadi, seperti bencana banjir dan kekeringan antara lain dapat menurunkan produksi padi nasional. Lokasi-lokasi yang terkena banjir dan kekeringan disajikan pada Gambar 1 dan 2, sedangkan contoh tingkat kerusakan tanaman Padi di Provinsi Banten, disampaikan pada Tabel 1.



Gambar 1. Peta resiko kerusakan tanaman Padi akibat banjir tingkat Nasional.
 Sumber: Kalender Tanam Terpadu Modern, versi 2.5. 2016
 (Musim hujan Oktober 2016 – Maret 2017).



Gambar 2. Peta risiko kerusakan tanaman Padi akibat kekeringan agronomis tingkat Nasional.
 Sumber: Kalender Tanam Terpadu Modern, versi 2.5. 2016 (Musim hujan Oktober 2016 – Maret 2017).

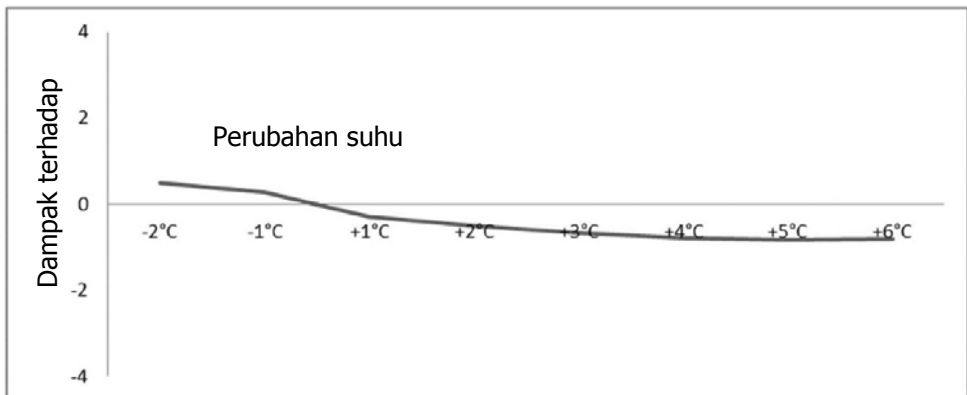
Berdasarkan SIKatam Terpadu Modern (2016), banyak faktor yang menyebabkan penurunan produksi padi, sebagai contoh tingkat kerusakan tanaman Padi di Provinsi Banten, disampaikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Tingkat Kerusakan Tanaman Padi, Musim Tahun: MH 2016/2017, Provinsi Banten

No	Kabupaten	Indeks Adm.	Jenis Bencana							
			Banjir	Kekeringan	Wereng Batang Coklat	Tikus Sawah	Penggerek Batang Padi	Tungro	Blast	Kresek (HDB)
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	KOTA CILEGON	3672	SANGAT TINGGI	AMAN	RENDAH	AMAN	SEDANG	AMAN	AMAN	SEDANG
2	KOTA SERANG	3673	RENDAH	AMAN	SANGAT TINGGI	RENDAH	SANGAT TINGGI	AMAN	AMAN	TINGGI
3	KOTA TANGERANG	3671	SEDANG	AMAN	AMAN	AMAN	RENDAH	SEDANG	AMAN	RENDAH
4	KOTA TANGERANG SELATAN	3674	AMAN	AMAN	AMAN	AMAN	RENDAH	TINGGI	AMAN	SEDANG
5	LEBAK	3602	SANGAT TINGGI	SEDANG	SANGAT TINGGI	TINGGI	SANGAT TINGGI	SEDANG	SANGAT TINGGI	SANGAT TINGGI
6	PANDEGLANG	3601	SANGAT TINGGI	SEDANG	SANGAT TINGGI	SANGAT TINGGI	SANGAT TINGGI	SANGAT TINGGI	SANGAT TINGGI	SANGAT TINGGI
7	SERANG	3604	SANGAT TINGGI	TINGGI	SANGAT TINGGI	SANGAT TINGGI	SANGAT TINGGI	SEDANG	AMAN	SANGAT TINGGI
8	TANGERANG	3603	SANGAT TINGGI	SEDANG	TINGGI	TINGGI	SANGAT TINGGI	AMAN	AMAN	SEDANG

Sumber: Sistem Informasi Kalender Tanam Terpadu Modern, versi 2.5. 2016 (Musim hujan Oktober 2016 – Maret 2017).

Perubahan iklim yang menyebabkan kenaikan suhu udara permukaan, akan berpengaruh negatif terhadap tanaman, baik terhadap kuantitas maupun kualitas. Kondisi suhu udara permukaan merupakan faktor lingkungan yang berpengaruh terhadap pertumbuhan tanaman. Pada dasarnya suhu udara yang terjadi dipengaruhi oleh radiasi yang diterima di permukaan bumi, dan tinggi rendahnya suhu disekitar tanaman ditentukan oleh radiasi matahari, kerapatan tanaman, distribusi cahaya dalam tajuk tanaman, serta kadar air tanah. Pada umumnya laju metabolisme tanaman akan bertambah dengan meningkatnya suhu sampai mencapai titik optimum tertentu, seperti bukaan stomata, laju transpirasi, laju penyerapan air dan nutrisi, fotosintesis, dan respirasi. Peningkatan suhu disekitar tanaman atau iklim mikro tanaman, dapat menyebabkan semakin cepatnya kehilangan kadar air tanah yang diakibatkan oleh peningkatan evaporasi. Kondisi demikian akan berpengaruh kurang baik terhadap pertumbuhan dan perkembangan tanaman (AGRICULTURE, 2012).

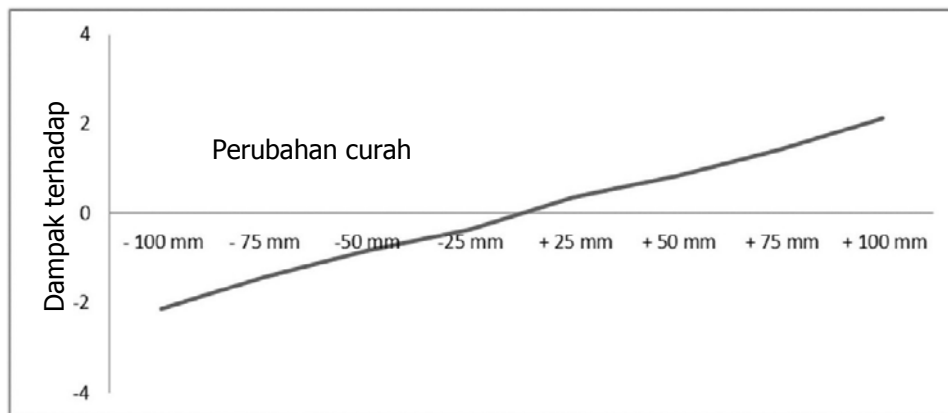


Gambar 3. Dampak perubahan suhu terhadap pendapatan pertanian (Sumber: Mirzabaev, 2013)

Analisis sensitivitas dampak perubahan suhu dan curah hujan terhadap pendapatan dari tanaman (*crop revenues*) (Mirzabaev, 2013) disajikan pada Gambar 3 dan 4. Penurunan pendapatan pertanian karena peningkatan suhu berlangsung secara perlahan dan penurunannya lebih kecil dibandingkan pengaruh curah hujan, sesuai dengan grafik kemiringan hubungan pengaruh perubahan suhu terhadap pendapatan pertanian yang lebih landai dibandingkan curah hujan. Studi lain menunjukkan bahwa

suhu yang lebih tinggi akan berdampak negatif secara langsung terhadap produksi tanaman akibat stress panas (*heat stress*). Hasil simulasi pada tanaman padi pada periode 1977-2007 di Kharagpur, India, menggunakan model Aquacrop v3.1, menunjukkan bahwa pendapatan pertanian dipengaruhi oleh kombinasi konsentrasi CO₂, suhu, dan curah hujan (Bhattacharya dan Panda, 2013).

Dampak variabilitas curah hujan akibat banjir, kekeringan dan serangan OPT dapat menurunkan produktivitas lahan dan tanaman. Pada akhirnya keragaman curah hujan akan mengganggu stabilitas pendapatan petani. Gambar 4 menyajikan perubahan besaran (*magnitude*) curah hujan dan dampaknya terhadap pendapatan produksi tanaman pangan. Kemiringan yang lebih curam terlihat pada dampak dari perubahan curah hujan terhadap pendapatan dibandingkan dengan perubahan suhu. Dampak peningkatan curah hujan dapat dirasakan lebih cepat terhadap peningkatan pendapatan, sejalan dengan dampak penurunan curah hujan terhadap penurunan pendapatan. Hasil penelitian Angles *et al.* (2011) menunjukkan bahwa berkurangnya intensitas hujan merupakan penyebab terbesar dari penurunan hasil panen petani di lahan kering di India. Penurunan hasil panen tersebut menyebabkan penurunan pendapatan para petani. Penurunan pendapatan petani tersebut merupakan dampak jangka pendek, sedangkan dampak jangka panjangnya adalah berakhirnya profesi petani lahan kering (*off-farm employment*).



Gambar 4. Dampak perubahan curah hujan terhadap pendapatan pertanian (Sumber: Mirzabaev, 2013)

Hasil analisis sensitivitas tanaman terhadap keragaman dan perubahan iklim menunjukkan bahwa tanaman yang berbeda menunjukkan respon yang berbeda terhadap keragaman dan perubahan iklim. Hasil penelitian Chikodzi (2016) di Zimbabwe menunjukkan bahwa kacang tanah merupakan tanaman yang lebih tahan dibandingkan sorgum terhadap dampak perubahan iklim. Menurut Las *et al.* (2007), keragaman iklim yang semakin kerap terjadi, sangat nyata pengaruhnya terhadap produksi padi, sebagai akibat dari penurunan luas tanam, luas panen, dan hasil pada saat terjadi anomali iklim. Disamping itu berdampak juga terhadap perubahan pola tanam, baik di lahan sawah irigasi maupun lahan tadah hujan. Dampak lainnya juga sangat terasa pada perubahan pola tanam baik di lahan sawah irigasi maupun tadah hujan. Saat ini, sebagian besar areal tanam padi menggunakan pola tanam padi-padi dimana pada musim tanam kedua sangat tergantung pada ketersediaan air irigasi. Kekeringan yang terjadi pada musim tanam kedua akan mengubah pola tanam dari padi-padi menjadi padi-non padi sehingga akan mengakibatkan penurunan produksi beras, yang pada gilirannya akan mengganggu kesinambungan stok pangan nasional.

Dampak perubahan iklim terhadap produktivitas (hasil panen) tanaman ternyata sangat bervariasi antar daerah, seperti di Jawa Barat, Sulawesi Utara dan Gorontalo, serta Sumatera Utara yang mengalami penurunan produktivitas padi antara 1,8 % hingga 20,5 % (Handoko *et al.* 2008). Perubahan iklim yang terjadi di provinsi Bengkulu ditandai dengan meningkatnya curah hujan pada bulan Desember dan penurunan curah hujan pada bulan kering (Juni), mengakibatkan penurunan produktivitas pertanian (Widiyono, 2009).

Kejadian keragaman iklim akibat perubahan iklim seperti El Nino yang terjadi pada tahun 1997 dan 2002 menyebabkan tanaman pangan mengalami penurunan produksi. Produksi padi sawah, kedelai, dan ubi jalar mengalami penurunan terbesar pada tahun 2002 dan jagung pada tahun 1997 (Santoso, 2016). Kedelai merupakan tanaman yang paling peka terhadap perubahan iklim dibandingkan dengan padi sawah, jagung dan ubi jalar, yang ditunjukkan dengan persentase penurunan hasil kedelai lebih besar dari komoditas lainnya baik pada kondisi El Nino (sebesar 10,7%) maupun La-Nina (sebesar 11,4%). Ubi jalar merupakan tanaman yang paling toleran (Tabel 2) karena pada kondisi El-Nino, hanya ubi jalar yang masih memproduksi lebih tinggi 2,5% dibanding komoditas lainnya.

Produksi jagung dan padi sawah meningkat masing-masing 3,9% dan 2,4% pada kondisi La-Nina.

Tabel 2. Perbandingan dampak perubahan iklim terhadap produksi tanaman pangan

Kondisi Iklim	Padi sawah	Jagung	Kedelai	Ubi jalar
Kuantitas (ton)				
El Nino	-8.039	-5.364	-1.071	3.521
La Nina	6.847	2.810	-1.136	0
Persentase (%)				
El Nino	-2,9	-7,4	-10,7	2,5
La Nina	2,4	3,9	-11,4	0

Sumber: Santoso, 2016

INOVASI TEKNOLOGI PENGELOLAAN AIR, TANAH DAN TANAMAN MENGANTISIPASI KERAGAMAN DAN PERUBAHAN IKLIM

Keragaman iklim yang dipicu oleh perubahan iklim, menyebabkan semakin seringnya terjadi kejadian iklim ekstrim yang berdampak luas terhadap sektor pertanian, terutama yang berkaitan dengan ketersediaan air. Keragaman dan ketidakteraturan pola iklim tersebut mempengaruhi rentabilitas produksi sebagian besar komoditas pertanian. Untuk menurunkan dampak negatif akibat kejadian iklim ekstrim atau penyimpangan iklim, diperlukan strategi yang tepat. Strategi antisipasi terhadap perubahan iklim di sektor pertanian dapat dilakukan dengan a) adaptasi/penyesuaian perencanaan tanam terhadap perubahan iklim serta pengelolaan sumber daya air untuk menekan resiko kehilangan hasil akibat perubahan iklim dan b) mitigasi

Antisipasi merupakan penyiapan arah dan strategi, program dan kebijakan dalam rangka menghadapi pemanasan global dan perubahan iklim. Beberapa program yang penting untuk dilaksanakan diantaranya: penyusunan strategi dan perencanaan pengembangan infrastruktur (terutama jaringan irigasi), evaluasi tata ruang untuk pengaturan lahan (penyesuaian jenis tanaman dengan daya dukung lahan), pengembangan sistem informasi dan peringatan dini banjir serta kekeringan, penyusunan

dan penerapan peraturan perundangan mengenai tata guna lahan dan metode pengelolaan lahan. Tidak kalah pentingnya adalah peningkatan kemampuan Sumber Daya Manusia (SDM) dalam pemahaman perubahan iklim dan penerapan teknologi adaptasi dan mitigasi perubahan iklim. Menurut SI Katam Terpadu Modern (2016), antisipasi dapat dilakukan dengan: a) Menyiapkan arah kebijakan dan strategi sektor pertanian dalam, menghadapi perubahan iklim, b) Menyiapkan program dan rencana aksi sektor pertanian dalam menghadapi perubahan iklim, c) Menyiapkan tahapan dan strategi pelaksanaan program dan rencana aksi adaptasi dan mitigasi sektor pertanian dalam menghadapi perubahan iklim, d) Menetapkan sasaran dan waktu pencapaian masing-masing program dan rencana aksi.

Adaptasi merupakan upaya penyesuaian teknologi, manajemen dan kebijakan di sektor pertanian dengan terjadinya variabilitas iklim yang lebih kuat yang dipicu oleh perubahan iklim. Program adaptasi lebih difokuskan pada aplikasi teknologi adaptif, baik pada tanaman pangan maupun tanaman perkebunan, seperti penyesuaian pola tanam, penggunaan varietas unggul adaptif terhadap kekeringan, genangan/banjir, salinitas dan umur genjah, serta penganekaragaman pertanian, teknologi pengelolaan lahan, pupuk, air, diversifikasi pangan dan lain-lain. Secara kelembagaan program ini diarahkan untuk pengembangan sistem informasi seperti sekolah lapang iklim, sistem penyuluhan dan kelompok kerja (pokja) variabilitas dan perubahan iklim sub sektor pertanian serta pengembangan sistem asuransi pertanian akibat resiko iklim (*crop weather insurance*).

Inovasi Teknologi Adaptasi.

1. Teknologi adaptasi perubahan iklim untuk tanaman pangan dan hortikultura oleh Kementerian Pertanian telah dilakukan (Pramudia *et al.* 2013), melalui:
 - Penggunaan SI Kalender Tanam (pola tanam berdasarkan pola curah hujan dan ketersediaan air irigasi)
 - Perbaikan manajemen pengelolaan air, termasuk sistem dan jaringan irigasi.
 - Pengembangan teknologi panen air (embung, dam parit) dan efisiensi penggunaan air seperti irigasi tetes dan mulsa.
 - Teknologi pengelolaan sumber daya air (teknologi identifikasi potensi ketersediaan air, teknologi panen hujan dan aliran permukaan,

teknologi prediksi curah hujan dan teknologi irigasi) serta teknologi pengelolaan sumber daya lahan/tanah seperti pemupukan

- Pengembangan sistem perlindungan usahatani dari kegagalan akibat perubahan iklim atau *crop weather insurance*.
- Implementasi *Food Smart Village* (FSV);
- Optimasi siklus karbon (*zero waste*): a) kompos, b) pakan ternak, dan c) biogas;
- Diversifikasi pangan
- Pengembangan jenis dan varietas tanaman yang toleran terhadap stres cekaman lingkungan seperti kenaikan suhu udara, kekeringan, genangan (banjir), dan salinitas.
 - Varietas padi (VUB) yang toleran salinitas : Way Apo Buru, Margasari dan Lambur,
 - Varietas padi (VUB) yang tahan genangan : Inpari 4,
 - Varietas padi (VUB) yang toleran wereng coklat : Inpari 2, Inpari 3 dan Inpari 13,
 - Varietas padi (VUB) yang berumur genjah : Inpari 11.
 - Varietas padi (VUB) yang tahan kekeringan: Dodokan dan Silugonggo,
 - Varietas jagung yang tahan kekeringan : Bima 3, Bantimurung, Lamura, Sukmaraga dan Anoma,
 - Varietas kedelai tahan kekeringan : Argomulyo dan Burangrang,
 - Varietas kacang tanah tahan kekeringan : Singa dan Jerapah,
 - Varietas kacang hijau yang tahan kekeringan adalah : Kutilang.

2. Teknologi adaptasi menghadapi ancaman kelangkaan air dan kekeringan

- Budidaya padi sawah dengan menerapkan SRI
- Teknologi irigasi dengan penerapan pergilirana irigasi optimal (*optimal water sharing*). Teknologi irigasi yang dikembangkan bertujuan untuk mengatasi cekaman air pada tanaman adalah sumur renteng, irigasi kapiler, irigasi tetes, irigasi macak-macak, irigasi bergilir, dan irigasi berselang. Penerapan teknik irigasi tersebut bertujuan memenuhi kebutuhan air tanaman pada kondisi ketersediaan air yang sangat terbatas dan meningkatkan nilai daya guna air.
- Teknologi panen hujan, merupakan salah satu alternatif teknologi pengelolaan air dengan prinsip menampung kelebihan air pada musim hujan dan memanfaatkannya pada musim kemarau untuk

mengairi tanaman. Teknologi panen hujan yang sudah banyak diterapkan adalah embung dan dam parit.

3. Teknologi adaptasi tanaman perkebunan

- Pengembangan komoditas yang mampu bertahan dalam kondisi cekaman kekeringan dan kelebihan air.
- Penerapan teknologi pengelolaan tanah dan tanaman untuk meningkatkan daya adaptasi tanaman.
- Pengembangan teknologi hemat air.
- Penerapan teknologi pengelolaan air, terutama pada lahan yang rentan terhadap kekeringan.

1.1. Inovasi Teknologi Mitigasi

Mitigasi adalah upaya memperlambat laju pemanasan global serta perubahan iklim melalui penurunan emis GRK serta peningkatan penyerapan GRK. Program ini lebih difokuskan pada aplikasi teknologi rendah emisi, antara lain: varietas unggul dan jenis tanaman yang rendah emisi dan atau kapasitas absorpsi karbon tinggi, penyiapan lahan tanpa bakar, pengembangan dan pemanfaatan biofuel, penggunaan pupuk organik, biopestisida dan pakan ternak rendah emisi GRK.

Teknologi Mitigasi

a). Penggunaan pupuk ZA sebagai sumber pupuk N.

Sumber pupuk N seperti ZA dapat menurunkan emisi gas metana 6% dibandingkan dengan urea bila pupuk disebar di permukaan tanah, dan menurunkan emisi metana hingga 62% jika pupuk ZA dibenamkan ke dalam tanah (Lindau *et al.* 1993). Namun, cara ini tidak dapat dipraktekkan pada semua lokasi, dan sebaiknya diterapkan pada tanah kahat S dan atau pH tinggi. Emisi gas metana dengan menggunakan pupuk ZA mencapai 157 kg CH₄/ha/musim (Mulyadi *et al.* 2001), lebih rendah 12% dibandingkan bila menggunakan pupuk urea yang mengemisikan metana 179 kg CH₄/ha/musim (Setyanto *et al.* 1999 dalam Sutrisno, 2012).

b). Aplikasi teknologi tanpa olah tanah.

Pengolahan tanah secara kering dapat menekan emisi gas metana dari tanah dibandingkan dengan pengolahan tanah basah atau pelumpuran. Hal ini karena perombakan bahan organik berlangsung secara aerobik sehingga C terlepas dalam bentuk CO₂ yang lebih rendah tingkat pemanasannya dibanding CH₄. Namun, pembasahan tanah setelah

kering dapat memacu emisi gas N₂O. Olah tanah minimal atau tanpa olah tanah mampu menurunkan laju emisi gas metana sekitar 31,50–63,40% dibanding olah tanah sempurna. Olah tanah minimal dapat dilakukan pada tanah yang bertekstur remah dan sedikit gulma (Makarim *et al.* 1998 *dalam* Sutrisno 2012).

- c). Varietas unggul padi yang rendah emisi diantaranya: Ciherang, Cisantana, Tukad Belian dan Way Apoburu.

Inovasi Teknologi Penanggulangan Banjir dan Kekeringan

Keragaman iklim yang dipertajam oleh adanya perubahan iklim menyebabkan semakin seringnya terjadi La-Nina dan El-Nino. Menyebabkan sering terjadinya banjir dan kekeringan yang semakin panjang. La-Nina kuat yang terjadi pada lahan kering, akan menyebabkan terjadinya banjir. Pada areal tanaman pangan yang ditanam pada dataran rendah beriklim basah akan mengalami kelebihan air atau terjadinya genangan atau banjir yang akan mengganggu pertumbuhan tanaman. Penanggulangan banjir yang harus dilakukan adalah membangun saluran drainase dan memperbaiki saluran drainase yang sudah ada agar tidak terjadi genangan/banjir yang mengganggu pertumbuhan tanaman, serta menerapkan VUB tahan genangan.

El-Nino kuat yang terjadi pada lahan kering, akan menyebabkan terjadinya kekeringan. Pada lahan kering dataran rendah beriklim kering akan mengalami kekeringan atau kekurangan air untuk pertumbuhan tanaman dan tanaman akan menurun hasilnya atau bahkan tidak menghasilkan. Penanggulangan kekeringan yang harus dilakukan adalah membuat sumur air tanah dangkal dilengkapi dengan pompa sentrifugal, membuat sumur tanah dalam dilengkapi dengan pompa celup, membangun embung atau *longstorage* atau dam parit, menerapkan VUB tahan kekeringan, VUB berumur genjah dan menerapkan pengaturan waktu tanam.

Kelebihan air yang terjadi pada lahan kering dataran tinggi beriklim basah, genangan menjadi faktor pembatas yang dapat menghambat pertumbuhan tanaman. Penanggulangannya adalah membangun saluran drainase dan memperbaiki saluran drainase yang sudah ada serta menerapkan VUB tahan genangan. Kekurangan air untuk tanaman pada lahan kering dataran tinggi beriklim kering, merupakan faktor pembatas

yang dapat menghambat pertumbuhan tanaman dan bahkan bisa terjadi tidak panen untuk tanaman pangan. Penanggulangannya adalah membuat sumur tanah dalam dilengkapi dengan pompa celup, membuat dam parit atau embung, menerapkan VUB tahan kekeringan dan VUB yang berumur genjah.

Untuk tanaman perkebunan atau tanaman tahunan atau pohon-pohonan yang ditanam pada lahan kering dataran rendah yang beriklim basah adalah terjadinya kelebihan air atau genangan/banjir, akan dapat menghambat pertumbuhan tanaman. Penanggulangannya dapat dilakukan dengan membuat saluran drainase dan memperbaiki saluran drainase yang sudah ada agar tidak terjadi genangan yang akan menghambat pertumbuhan tanaman perkebunan. Pada lahan kering dataran rendah beriklim kering, yang menjadi faktor pembatasnya adalah terjadinya kekurangan air atau kekeringan yang akan menyebabkan tanaman tidak optimal pertumbuhannya dan kalau terlalu lama akan menyebabkan tanaman layu dan mati. Untuk mengatasi kondisi demikian, harus membangun sumur air tanah dalam yang dilengkapi dengan pompa celup, atau dapat juga dilakukan pembuatan embung atau dam parit bila kondisi setempat memungkinkan serta menerapkan VUB yang tahan kekeringan.

Untuk tanaman perkebunan atau tanaman tahunan atau pohon-pohonan yang ditanam pada lahan kering dataran tinggi beriklim basah, kelebihan air atau genangan/banjir menjadi faktor pembatas yang dapat menghambat pertumbuhan tanaman bahkan dapat mengurangi hasil. Untuk mengatasi genangan, harus dilakukan pembuatan saluran drainase dan perbaikan saluran drainase yang sudah ada agar tidak terjadi genangan serta menerapkan VUB tahan genangan. Pada lahan kering dataran tinggi beriklim kering, kekurangan air atau kekeringan menjadi faktor pembatas yang dapat menghambat pertumbuhan tanaman bahkan dapat mengurangi hasil atau menyebabkan tanaman mati. Untuk mengatasi kekeringan, harus dilakukan pembuatan sumur air tanah dalam yang dilengkapi dengan pompa celup atau dapat dilakukan dengan membangun embung atau dam parit tergantung kondisi setempat serta menerapkan VUB tahan kekeringan.

Dalam melakukan adaptasi lahan kering yang terkendala oleh ketidaktersediaan air, diperlukan teknologi pengelolaan sumber daya air, tanah dan tanaman yang tepat. Pengelolaan sumber daya air di lahan kering untuk pertanian dilakukan untuk meningkatkan ketersediaan air,

memperpanjang masa tanam, dan menekan resiko kehilangan hasil untuk menciptakan pertanian. Penerapan teknologi yang tepat dalam arti efisien dan efektif, serta diterima petani agar dikembangkan oleh petani sehingga produksi pertanian meningkat.

KELEMBAGAAN PENGELOLAAN SUMBER DAYA AIR

Upaya mengatasi keragaman iklim harus dilakukan secara terus menerus agar produksi pertanian tidak menurun. Salah satu upaya yang perlu dilakukan adalah membangun kelembagaan atau merevitalisasi kelembagaan yang ada agar dapat mengatur pelaksanaan usaha mengatasi keragaman iklim. Menurut Rachman (1999) dalam Rachman *et al.* (2002), kelembagaan secara evolusi tumbuh dari masyarakat atau sengaja dibentuk, pada hakekatnya bentuk kelembagaan mengatur tiga hal esensial, yaitu penguasaan, pemanfaatan, dan transfer teknologi). Keragaan yang merupakan dampak dari bekerjanya suatu institusi sangat tergantung pada bagaimana institusi itu mengatur hal-hal tersebut. Dalam upaya menciptakan pengelolaan sumber daya air yang efisien dan merata, diperlukan penyesuaian kelembagaan baik untuk kelembagaan pemerintah, swasta maupun petani. Pada tingkat petani, dipandang penting untuk mengembangkan kapasitas asosiasi pemakai air menjadi suatu organisasi yang mampu berperan ganda, bukan hanya sebagai pengelola jaringan irigasi tetapi juga kegiatan usaha ekonomi (Rachman dan Kariyasa, 2012). Keberhasilan pengelolaan irigasi juga bergantung kepada kinerja lembaga pengelola air di tingkat distribusi dan alokasi. Dengan demikian, kelembagaan yang perlu mendapat perhatian seksama adalah Panitia Irigasi Tk.I dan II, Panitia Tata Pengaturan Air (PTPA), dan unit Pengelola Sumber Air serta P3A.

Dalam konteks kelembagaan irigasi ada 3 aspek penting yang sangat berperan yaitu: 1)

batas yurisdiksi (*jurisdictional boundary*), 2) hak kepemilikan (*property rights*), dan 3) aturan representasi (*rule of representation*). Sedangkan aspek teknis menyangkut: 1) alokasi air (*water allocation*), dan 2) operasi dan pemeliharaan (*operation and maintenance*). Keterpaduan aspek teknis dan sistem kelembagaan dalam pengelolaan irigasi akan berpengaruh terhadap hasil (*outcomes*), efisiensi dan optimasi pengalokasian sumber

daya air. Lemahnya keterpaduan aspek teknis dan sistem kelembagaan seringkali menimbulkan konflik sumber daya air (Pasandaran dan Rachman 2001 *dalam* Rachman dan Kariyasa 2012).

Dalam pengelolaan sumber daya air, peran kelembagaan sangat penting dalam mengontrol dan membatasi akses terhadap pemanfaatan sumber daya air (SDA). Kelembagaan mencakup peraturan maupun prosedur yang dapat mengatur bagaimana cara bertindak dan berperilaku, dan organisasi yang telah diberikan status khusus atau legitimasi untuk mengatur bagaimana cara bertindak dan berperilaku (Adam 2009 *dalam* Inah dan Setianto, 2013). Kelembagaan terbagi menjadi 2 (dua) kategori, yaitu kelembagaan dalam bentuk organisasi khusus (formal) dan kelembagaan nonorganisasi yang berdasarkan pranata sosial, adat istiadat dan kearifan lokal. Kelembagaan informal yang berbasiskan pranata sosial, adat istiadat, dan kearifan lokal sudah sejak lama menjadi salah satu instrumen yang diandalkan dalam mendukung upaya dalam pengelolaan sumber daya air (SDA) yang efisien. Peran serta dan partisipasi masyarakat merupakan hal yang tidak terpisahkan dalam pengelolaan SDA untuk mendukung kelembagaan dalam mensinergikan 3 aspek yaitu lingkungan, ekonomi, dan sosial budaya.

Peran Kelembagaan Pengelola Air

Terbatasnya ketersediaan sumber daya air yang merupakan dampak perubahan iklim seringkali memunculkan berbagai konflik antara petani pemakai air dengan lembaga di pedesaan yang mengelola sumber daya air, dan bahkan diantara sesama petani. Dalam pengelolaan sumber daya air terpadu di berbagai lokasi pada umumnya sudah ada kelembagaan lokal yang mengelola sumber daya air, namun ada kelembagaan lokal yang belum didukung oleh kepastian legalisasi dari instansi pemerintah terkait. Kinerja kelembagaan lokal tersebut tidak maksimal karena tidak ada landasan hukum bagi aktivitas yang dilakukan.

Di Indonesia lembaga-lembaga lokal pengelola SDA yang masih dikenal dan dilacak keberadaannya yaitu: *Panriahan Pamokkahan* di Sumatera Utara, *Panitia Siring-sriirng* di Sumatera Selatan dan Bengkulu, *Ulu-ulu Desa* dan *Ulu-ulu Pembagian (Ulu-ulu Vak)* di Jawa Tengah, *Ili-Ili* di Jawa Timur, *Tuo Banda* atau *Siak Bandar* di Sumatera Barat, *Raksabumi* di Jawa Barat, *Malar* atau *Ponggawa* di Sumbawa, *Tudung Sipulung* di

Sulawesi Selatan dan *Kejruen Blang* di Aceh (Rejekiningrum, 2015). Lembaga lokal pengelola SDA yang dikenal dengan Subak di Bali dan sebagian Nusa Tenggara Barat dapat dikatakan sebagai lembaga tradisional yang formal, karena memenuhi ketentuan-ketentuan suatu organisasi pada umumnya.

Pada dekade tahun 1970-an dan 1980-an, ketika strategi pembangunan kelembagaan *top-down* diterapkan, lembaga mantri cai digantikan oleh lembaga organisasi mitra cai atau kelompok petani pengguna air (P3A). Organisasi P3A ini adalah sebuah lembaga introduksi atau *induced institution* (Suradisastra, 2006). Dalam dekade tersebut terjadi pula perubahan struktur organisasi komunitas pengelola air dan daerah aliran sungai. Akan tetapi berbagai lembaga petani pengguna air mampu bertahan dan berevolusi sesuai dengan kebutuhan anggota dan perubahan lingkungan. Salah satu contoh klasik di Indonesia adalah lembaga organisasi subak di Bali. Pada mulanya subak merupakan kelompok petani pengguna air, namun mampu berkembang dan berevolusi menjadi organisasi petani lahan basah (subak sawah) dan kelompok petani lahan kering (subak abian). Sebagai organisasi tradisional, subak mampu bertahan selama berabad-abad dan berevolusi menjadi berbagai bentuk kelembagaan dengan struktur yang beragam (Suradisastra, Tarigan dan Suryani 2009; Suradisastra, Hastuti, Wiryono, Budhi dan Tarigan, 2009 *dalam* Pasaribu, 2010).

Dalam perkembangan selanjutnya, seiring dengan makin meningkatnya kesadaran dan peran aktif masyarakat dalam pengelolaan SDA, keberadaan lembaga-lembaga pengelola SDA tersebut mendapat dukungan dan binaan dari pemerintah, serta mendapat pengesahan hukum menjadi suatu organisasi yang dikenal Perkumpulan Petani Pemakai Air (P3A). Menurut (Cahyono *et al*, 2013 *dalam* Yanti, R.D. 2015), perkembangan kelembagaan petani sangat dipengaruhi faktor sikap petani dalam menerima perubahan, identik dengan kemauan petani untuk maju dan berkembang kearah yang lebih baik. Semakin petani menerima/terbuka pada hal baru misalnya informasi teknologi memudahkan lembaga petani berperan secara efektif.

Dalam skala global, program internasional tentang pengelolaan air yang dikenal dengan *Global Water Partnership*, telah diadopsi oleh berbagai negara, antara lain menyoroti aspek beban keuangan publik dan mempromosikan pengelolaan air yang baik (Merrey and Cook, 2012; Dick,

2014). Kedua aspek tersebut terutama ditujukan untuk memperbaiki kerangka kerja kebijakan pengelolaan sumber daya air terpadu di negara-negara berkembang (Van Koppen dan Tarimo, 2014). Ada empat prinsip kerja dalam pengelolaan sumber daya air terpadu yaitu: pengelolaan sumber daya air berbasis DAS, desentralisasi dalam pengambilan keputusan pengelolaan air, menempatkan air sebagai barang ekonomi (*economic good*), dan meningkatkan peran serta masyarakat dan stakeholder terkait (Huang *et al.* 2010; Araral and Wang, 2013). Peran serta masyarakat dan stakeholder terkait dalam mendukung kinerja kelembagaan pengelolaan air sangat diperlukan untuk menghasilkan kinerja yang baik dari lembaga tersebut.

Beberapa aspek penting yang harus diperhatikan dalam melakukan analisis kinerja kelembagaan pengelolaan air yaitu: 1) bagaimana karakteristik sumber daya air dan sumber daya pendukung (sumber daya manusia dan permodalan), 2) bagaimana perilaku pengguna air dalam memanfaatkan sumber daya air yang tersedia (pola interaksi/kesepakatan antara pengguna air dengan pengelola sumber daya air), dan bagaimana kemampuan para pengguna air dalam mengelola kelembagaan pengelolaan air agar berfungsi dengan baik, dan menghasilkan *outcome* yang optimal, 3) bagaimana kelembagaan pengelolaan air (baik yang formal maupun tidak formal) mengelola sumber daya air yang ada terkait dengan penerapan aturan penggunaan air termasuk masalah sosial, norma-norma, dan teknis pengelolaan, 4) apakah kelembagaan pengelolaan air yang ada sudah berfungsi sesuai dengan skema irigasi yang disepakati atau sesuai dengan prinsip pengelolaan air menurut Ostrom's terutama dalam kaitannya dengan *performance* dari kelembagaan pengelolaan air. Delapan prinsip pengelolaan/manajemen (Ostroms, 1990) yang dapat digunakan untuk menilai efektifitas kelembagaan yaitu bagaimana: 1) ruang lingkup atau siapa saja (pemangku kepentingan) yang dapat berpartisipasi/terlibat dalam pengelolaan sumber daya air, 2) kesesuaian antara peraturan perizinan dengan ketentuan kondisi lokal, 3) keadilan (*fairness*) dalam pengambilan keputusan, 4) sifat kegiatan, 5) sistem pemantauannya (monitoring), 6) sanksi yang diterapkan terhadap ketidaksesuaian antara pemangku kepentingan dengan pengelola kelembagaan sumber daya air, 7) mekanisme resolusi konflik, dan 8) peranan perusahaan/institusi terkait lainnya dalam pengelolaan sumber daya air.

Strategi Pemberdayaan Kelembagaan Pengelolaan Air

Dari sudut pandang pengelolaan air, pemberdayaan kelembagaan petani pemakai air adalah upaya penguatan dan peningkatan kemampuan dan kapasitas P3A maupun GP3A yang meliputi aspek kelembagaan, teknis usaha pertanian dan irigasi serta pembiayaan dengan dasar keberpihakan kepada petani melalui pembentukan, pelatihan, pendampingan dan menumbuhkembangkan partisipasi dalam upaya mencapai ketahanan pangan nasional. Kegiatan Pemberdayaan Kelembagaan dilakukan dalam bentuk pelatihan menggunakan metode FGD (*Focus Group Discussion*) untuk menggali potensi, kendala/permasalahan, akses, kontrol, partisipasi serta manfaat yang diperoleh petani. Untuk itu, diharapkan adanya keterlibatan aktif seluruh petani penerima manfaat dalam kegiatan proses pemberdayaan kelembagaan tersebut (Dit. Pengelolaan Air, 2014; Permen Kemen PU, 2007). Mekanisme pelaksanaan pemberdayaan kelembagaan adalah secara swakelola oleh satker/dinas lingkup pertanian kabupaten/kota. Kegiatan Pemberdayaan dilaksanakan pada satu Daerah Irigasi (DI) dan atau dalam 1 (satu) GP3A dimana peserta selain lembaga/kelompok pelaksana kegiatan dapat berasal dari perwakilan masing-masing lembaga/kelompok di wilayah tersebut sehingga pemahaman dan pengetahuan petani tentang teknik pengelolaan irigasi secara partisipatif dan teknik usaha pertanian dapat tersebar lebih luas dan merata.

Seiring dengan pembangunan sarana dan prasarana yang makin berkembang, menuju pengembangan pengelolaan air modern (teknik irigasi modern) diperlukan peningkatan kapasitas pengetahuan pengambil kebijakan, pengelola dan pelaksana teknis pengelolaan air. Soekrasno (2011 dalam Hakim *et al.* 2012) menjelaskan bahwa modernisasi irigasi pada dasarnya merupakan upaya mewujudkan sistem pengelolaan irigasi partisipatif yang berorientasi pada pemenuhan tingkat layanan irigasi secara efektif, efisien, dan berkelanjutan dalam rangka mendukung ketahanan pangan dan air, melalui peningkatan keandalan penyediaan air, prasarana, pengelolaan irigasi, institusi pengelola, dan sumber daya manusia. Secara garis besar, substansi dari konsep modernisasi irigasi adalah: a) sistem penyediaan air, b) penyempurnaan prasarana, c) penyempurnaan system irigasi dan d) penguatan institusi, dan e) peningkatan kapasitas SDM.

Strategi pemberdayaan kelembagaan dalam skala lebih luas (lahan dan air), dalam hal ini untuk perbaikan pengelolaan sumber daya lahan dan air harus memperhatikan aspek penguatan masyarakat madani (*civil society*) di setiap jenjang masyarakat dari masyarakat berskala kompleks atau nasional, masyarakat lintas sub DAS atau provinsi, kabupaten (terkait otonomi daerah, desa dan komunal (Pranadji, 2005). Terdapat 5 opsi strategi pemberdayaan kelembagaan yang dapat dijadikan program peningkatan pengelolaan sumber daya lahan dan air yaitu: 1) startegi Caritas yaitu strategi yang menempatkan masyarakat yang sangat lemah untuk untuk diarahkan sebagai calon pengelola sumber daya lahan dan air untuk pertanian pangan, 2) strategi peningkatan produksi subsistensi yaitu suatu strategi perberdayaan kelembagaan madani untuk memproduksi pangan untuk kebutuhan sendiri, 3) strategi peningkatan nilai tambah ekonomi yaitu suatu strategi pemberdayaan yang diarahkan untuk meningkatkan kemampuan jaringan kelembagaan masyarakat untuk meningkatkan efisiensi dan nilai tambah ekonomi terhadap pengelolaan sumber daya air untuk menghasilkan pangan, 4) strategi perbaikan jaringan sumber daya lahan dan air, yang diarahkan untuk memperbaiki sumber daya lahan dan air sehingga peningkatan produksi pangan tercapai beserta nilai tambah ekonominya secara signifikan, 5) Strategi penguatan sosio-budaya yang diarahkan untuk pengembangan masyarakat madani berskala nasional yang berorientasi membangun budaya mengelola sumber daya lahan dan air untuk pangan dan kelestarian bangsa.

Kearifan Lokal Mengantisipasi Keragaman Iklim

Menurut Petrasa Wacana *dalam* Lisa (2013), kearifan lokal merupakan seperangkat pengetahuan yang dikembangkan oleh suatu kelompok masyarakat setempat (komunitas) yang terhimpun dan terangkum dari pengalaman panjang manusia menggeluti alam dalam ikatan hubungan yang saling menguntungkan kedua belah pihak (manusia dan lingkungan) secara berkelanjutan dan dengan ritme yang harmonis.

Menurut Wietoler (2007) *dalam* Benny (2012), pengetahuan dan kearifan lokal telah ada di dalam kehidupan masyarakat semenjak zaman dahulu mulai dari zaman pra-sejarah sampai sekarang ini, kearifan tersebut merupakan perilaku positif manusia dalam berhubungan dengan alam dan lingkungan sekitarnya yang dapat bersumber dari nilai-nilai agama, adat istiadat, petuah nenek moyang atau budaya setempat, yang terbangun

secara alamiah dalam suatu komunitas masyarakat untuk beradaptasi dengan lingkungan di sekitarnya, perilaku ini berkembang menjadi suatu kebudayaan di suatu daerah dan akan berkembang secara turun-temurun.

Pada umumnya kearifan lokal bertujuan menerapkan pertanian ramah lingkungan dengan produk yang aman dalam arti menghasilkan produksi pertanian dengan tetap melestarikan lingkungan dengan produk pertanian yang aman dikonsumsi. Jangkauan yang diterapkan dari kearifan lokal sangat luas dalam pertanian ramah lingkungan yang dipraktikkan. Dimulai dari sistem zonasi, penentuan pembersihan lahan yang akan ditanami baik tadinya berupa hutan maupun belukar, tanggal tanam, tanam sampai panen. Mematuhi ketentuan-ketentuan yang telah ditetapkan sesuai dengan tujuannya. Berdasarkan ketentuan tersebut, teknologi adaptasi keragaman iklim diterapkan dengan melakukan penyusunan tanggal tanam. Menurut Lisa (2013), kearifan lokal yang ada di daerah memiliki dasar dalam melakukan adaptasi keragaman iklim, kearifan lingkungan (*ecological wisdom*) merupakan pengetahuan yang diperoleh dari abstraksi pengalaman adaptasi aktif terhadap lingkungannya yang khas. Pengetahuan tersebut diwujudkan dalam bentuk ide, aktivitas dan peralatan. Kearifan lingkungan yang diwujudkan ke dalam tiga bentuk tersebut dipahami, dikembangkan, dipedomani dan diwariskan secara turun-temurun oleh komunitas pendukungnya. Ditambahkan oleh Maridi (2015), pengetahuan *indigenous* atau kearifan budaya lokal sebagai sebuah akumulasi pengalaman kolektif dari generasi ke generasi perlu dikembangkan sebagai bagian dalam memperkaya dan melengkapi rakitan inovasi teknologi masa depan yang berkelanjutan seperti untuk adaptasi keragaman iklim, konservasi tanah dan air maupun untuk sistem pertanian yang lebih maju atau Pertanian Modern yang ramah lingkungan.

Menurut Burhan (2012) kearifan lokal yang ada di Desa Kaongkeongkea di pedalaman Pulau Buton, Sulawesi Tenggara telah lama mengetahui adanya keragaman iklim dan iklim ekstrim yang lebih disebabkan oleh pemanasan global. Pengetahuan mereka tentang perubahan keragaman dan iklim ekstrim, seperti musim kemarau berkepanjangan biasanya dikenal dengan istilah *holeo ko ata*, musim hujan tak henti-henti dikenal dengan istilah *kia cia namonto*. Perubahan iklim secara umum dikenal dengan istilah *ci bha li im dunia*. Musim pancaroba yang tak menentu dikenal dengan istilah *taku po laloi*. Pemanasan global

yang ditandai dengan meningkatnya suhu rata-rata permukaan bumi biasa dikenal dengan *ka hamboranodunia ana*.

Pengetahuan tentang musim yang berhubungan dengan awal penentuan menanam, pengetahuan tentang bintang, tanda-tanda akan terjadinya suatu kejadian, dan sebagainya adalah bentuk-bentuk pengetahuan tentang gejala-gejala alam yang terdapat di pedalaman Pulau Buton Sulawesi Tenggara. Pengetahuan yang tumbuh menjadi kebiasaan ini menjadi panduan bagi mereka dalam memenuhi kebutuhan hidup dan menghindari bahaya. Musim, bintang, dan tingkah laku hewan, seperti burung *mie-mie* dapat menjadi pemandu bagi petani padi ladang dan jagung dalam menjaga tanamannya, terutama dari serangan hama babi.

Pengetahuan akan musim diperlukan, karena akan sangat menentukan keberhasilan dalam menanam. Kegiatan menanam akan lebih menguntungkan pada musim barat atau musim hujan dibandingkan dengan musim panas. Pada musim Barat atau musim hujan biasanya selain tanaman padi ladang, tanaman jagung juga dapat dilakukan, sedangkan pada musim panas hanya tanaman jagung dan tanaman palawija lainnya yang dapat di tanam seperti tomat, cabeh, kacang-kacangan, umbi-umbian dan lainlain. Pada musim barat, petani tidak perlu memikirkan bagaimana ketersediaan air untuk kebutuhan tanaman.

Adaptasi keragaman iklim yang dipertajam oleh adanya perubahan iklim sudah biasa dilakukan dengan irigasi khususnya melalui kearifan lokal Subak yang ada di Bali. Pada saat terjadi iklim ekstrim (el nino kuat), akan terjadi kekurangan air pada daerah tertentu, akan dilakukan irigasi khusus untuk memenuhi kebutuhan air dengan jalan melakukan peminjaman air dari daerah yang seharusnya mendapat air tetapi masih belum mendekati titik layu permanen yang tata caranya disampaikan oleh wisatabaliutara.com (2016).

Tugas utama subak adalah untuk mengalirkan air dari sungai ke sawah. Dari sungai kemudian para anggota subak akan bahu membahu membuat aliran air untuk dialirkan kesawah. Aliran ini biasa disebut dengan *jelinjangan*. Selain mengalirkan air, subak juga biasanya bertugas untuk membuat akses jalan dari sawah ke jalan utama. Intinya, Semua pekerjaan yang berguna untuk kesejahteraan petani dilakukan oleh subak dengan asas gotong-royong dan keadilan. Semua anggota subak akan saling bahu-membahu untuk mengelola sawah mereka yang nantinya juga akan dapat

mensejahterakan para anggota subak itu sendiri. Pada saat musim kemarau, dimana intensitas air mulai berkurang, subak melakukan antisipasi oleh kelian subak, yaitu mengadakan Sangkep (perundingan) dengan para anggotanya. Mereka membahas upaya pembagian air secara merata dengan sistem yang sebut sebagai sistem 'meminjam air'. Jadi intinya, semua anggota dari subak (petani) akan mendapatkan jatah air secara merata. Sebagai contoh, ketika seorang petani mengalami kekeringan, maka petani lain yang telah merasa cukup mengairi airnya akan memberikan air kepada petani yang mengalami kekeringan. Disini kearifan lokal sangatlah diperlukan, asas kekeluargaan yang tinggi antar petani dapat menghasilkan keberhasilan sesama. Para petani akan bergiliran mendapatkan air dari sungai sehingga tidak ada kekeringan berlanjut yang menyebabkan gagal panen.

Dalam hal sistem pinjam air, tidak hanya berlaku antar para petani saja, bahkan juga bisa antar Subak. Karena dalam sebuah desa akan ada lebih dari satu subak. Jika salah satu subak kekurangan pasokan air, maka mereka akan meminjam air ke subak yang lainnya yang telah cukup dengan air. Pertemuan setiap kelian subak ini juga dilakukan secara rutin agar pengairan dan pengontrolan air dapat dilakukan dengan baik. Pertemuan ini biasanya juga diikuti oleh kepala desa sebagai pemonitoring, namun kepala desa tidak dapat mengambil keputusan dalam pertemuan ini. Mungkin karena kepala desa tidak memiliki pengetahuan yang baik dalam bidang sistem irigasi. Sehingga yang mengambil keputusan hanyalah para kelian subak.

Prinsip yang sama dimiliki juga oleh masyarakat Baduy, Provinsi Banten yaitu kearifan lokal yang merupakan dasar dalam bertani dan mengelola lingkungan. Menurut Lisa (2013), kearifan lokal masyarakat Baduy adalah energi potensial dari sistem pengetahuan kolektif untuk hidup di atas nilai-nilai yang membawa kelangsungan hidup yang berkeadaban. Hidup damai, hidup rukun, hidup bermoral, hidup saling asih, asah, dan asuh. Hidup dalam keragaman. Hidup penuh maaf dan pengertian. Hidup toleran dan jembar hati. Hidup harmoni dengan lingkungan. Hidup dengan orientasi nilai-nilai yang membawa pada pencerahan. Hidup untuk menyelesaikan persoalan-persoalan berdasarkan mozaik nalar kolektif sendiri. Kearifan seperti itu tumbuh dari dalam lubuk hati masyarakat Baduy.

Kehidupan suku Baduy memiliki ketergantungan besar terhadap alam. Ketergantungan ini diimbangi dengan menjaga alam dari kerusakan. Tanah di Baduy dibagi menjadi tiga peruntukan, yaitu sebagai lahan perladangan, permukiman disepanjang sungai, serta hutan lindung. Berladang/bercocok tanam/bertani merupakan pekerjaan utama suku Baduy. Tidak diperbolehkan penggunaan bahan-bahan kimia seperti pestisida terutama bagi orang Baduy Dalam yang hanya menggunakan pola tradisional organik dengan dibantu doa serta mantra-mantra. Area pemukiman menggunakan bahan alamiah yang ramah lingkungan dan dibuat sendiri oleh warga. Lantai panggung dan dinding rumah Suku Baduy menggunakan anyaman bambu, sedangkan atap dari bahan rumbia, membuat angin sangat leluasa berhembus dan cahaya matahari secara alamiah dapat dimanfaatkan secara maksimal. Hutan lindung berfungsi sebagai areal resapan air. Pepohonan di areal ini tidak boleh ditebang untuk dijadikan apa pun, termasuk untuk ladang. Hutan ini juga membantu menjaga keseimbangan air dan kejernihan air di Baduy, terlebih di Baduy Dalam (Lisa, 2013; kompasiana.com, 2015).

Terjadinya keragaman iklim yang diperparah oleh perubahan iklim menyebabkan terjadinya iklim ekstrim yang semakin sering. La nina kuat akan menyebabkan banjir dan el nino kuat akan menyebabkan kekeringan yang panjang. Karena sistem zonasi yang baik dan dipertahankan sampai sekarang, di Baduy belum pernah terjadi banjir sampai saat ini. Artinya fungsi hutan sebagai penyimpan dan pengatur air berfungsi tetap baik, dapat meresapkan air dalam jumlah yang banyak pada saat terjadi banyak hujan (La nina), demikian juga pada saat musim kemarau (el nino), air sungai tidak sampai habis dalam arti *baseflow* masih cukup banyak untuk digunakan sebagai air irigasi untuk tanaman. Air sungai dilepaskan sedikit demi sedikit dan terus menerus sepanjang tahun. Berdasarkan dua keadaan yang berbeda tersebut, adaptasi keragaman iklim sudah dilakukan oleh masyarakat Baduy dengan baik dan terus menerus.

Kearifan lokal daerah lain yang sama yang dapat mengadaptasi keragaman iklim adalah Pranata mangsa, yang ada di Jawa. Pranata mangsa jika dialih bahasa dalam bahasa Indonesia berarti penentuan musim. Menurut Rudi (2016), untuk masyarakat Jawa, pranata mangsa merupakan penanggalan yang berkaitan dengan musim, khususnya dari kalangan petani dan nelayan. *Mongso kanem* merupakan musim ketika para petani mulai menanam. Jika menanam pada musim yang telah

ditentukan, akan selamat hingga musim panen. Akan tetapi, perubahan musim yang sangat ekstrim mengakibatkan perkiraan munculnya bintang waluku atau rasi bintang Orion, yang menjadi patokan penentuan musim, sering meleset. Perhitungan pembagian mangsa dalam pranata mangsa sendiri sebetulnya bersumber dari pengamatan pergantian iklim yang bersifat observatif. Artinya, bersifat rasional juga. Hal ini dapat dilihat dari contoh-contoh kongkret dan detail dalam menggambarkan watak tiap-tiap mangsa. Dalam mangsa kasa, misalnya, digambarkan bahwa iklimnya kering, daun-daun berguguran, belalang mulai membuat liang dan bertelur.

Lebih luas lagi, pranata mangsa adalah merupakan pengetahuan yang dapat mengungkap jenis-jenis hama yang menyerang tanaman, berikut karakter, periode kemunculannya, serta ciri-ciri tanaman yang terserang. Sebagai contoh, hama ganjur, digambarkan serupa nyamuk namun tak kuat terbang, sehingga penyebarannya terbatas. Hama jenis ini menyerang padi yang penanamannya terlambat. Ganjur meletakkan telur pada kelopak daun padi, kemudian menetas larva yang masuk ke batang padi. Serangan ini akan membunuh padi karena proses fotosintesisnya terganggu. Kearifan lokal - lokal yang tersebar diseluruh Indonesia mempunyai prinsip yang sama yaitu bersifat ramah lingkungan tidak mengeksploitasi sumber daya alam serta produk pertaniannya aman untuk dikonsumsi.

INOVASI PENGELOLAAN AIR DAN TANAMAN MENGADAPTASI PERUBAHAN IKLIM.

Produktivitas lahan kering pada umumnya rendah karena keterbatasan ketersediaan air untuk memenuhi kebutuhan air tanaman. Kondisi demikian lebih diperparah lagi dengan terjadinya keragaman dan perubahan iklim. Biasanya lahan kering hanya ditanami 1 kali dalam setahun (IP 100). Pada daerah-daerah yang mempunyai sumber air cukup dan mudah diakses, lahan kering akan sangat produktif menghasilkan bahan pangan. Untuk meningkatkan produktivitas lahan, diperlukan upaya mencukupi kebutuhan air untuk lahan kering. Sumber air permukaan seperti sungai atau mata air, tidak selalu pada posisi yang mudah diakses. Pada daerah-daerah yang posisi sumber air permukaannya sulit dijangkau karena letaknya yang cukup jauh atau letaknya dibawah lahan pertanian, akan memerlukan upaya khusus untuk mengaksesnya.

Inovasi teknologi adaptasi yang diterapkan adalah optimalisasi pengelolaan sumber daya air untuk meningkatkan produktivitas lahan kering dengan mengutamakan penyediaan air irigasi untuk tanaman dengan memanfaatkan potensi sumber daya air yang ada, berupa air permukaan. Tersedianya air yang cukup untuk tanaman akan dapat memperpanjang masa tanam dan memperluas areal pertanian. Indeks Pertanaman akan meningkat dan petani dapat membuka lahan pertanian baru sesuai dengan ketersediaan air. Upaya pemanfaatan sumber daya air yang belum dimanfaatkan secara optimal dimulai dari survey dan investigasi potensi sumber daya air yang akan menentukan tanaman yang akan ditanam dan luasnya. Selanjutnya dilakukan penyusunan model penarikan air dari sumber air ke lahan pertanian serta desain irigasi pendistribusian air irigasi pada lahan pertanian sesuai dengan komoditas yang ditanam. Implementasi penarikan air dari sumber air ke lahan pertanian serta desain irigasinya dapat dilakukan dengan teknologi pompa dan sistem irigasi tertutup (pianisasi) agar air irigasi tidak banyak hilang karena meresap kedalam tanah khususnya pada daerah yang tanahnya porous. Selain itu, bisa juga dilakukan dengan sistem irigasi terbuka yang mobile dengan geomembran atau plastik agar lebih efisien dan mudah diterapkan ditingkat petani.

Penentuan desain irigasi dengan *big gun sprinkler* yang diterapkan, dilakukan dengan saluran tertutup menggunakan pipa. *Outlet big gun* ditentukan ada 3 tempat agar dapat menjangkau semua lokasi penelitian. Untuk jelasnya desain irigasi yang diterapkan dengan tata letak main plotnya, disajikan pada Gambar 5.



Gambar 5. Desain irigasi *big gun sprinkler* menggunakan saluran tertutup (pipa), *outlet big gun* dan tata letak main plot.

Perlakuan irigasi dan bahan organik berpengaruh terhadap pertumbuhan, pertumbuhan tanaman jagung menunjukkan variasi yang beragam pada umur 21 dan 28 hari setelah tanam (HST). Perlakuan irigasi 85% dengan penambahan pupuk organik berupa pupuk kandang/kotoran ayam sebanyak 2 ton/ha menunjukkan pertumbuhan jagung paling tinggi pada umur 21 hari setelah tanam (HST) maupun pada umur 28 HST bila dibandingkan dengan yang lainnya. Pada umur 21 HST tinggi tanaman jagung mencapai 46,57 cm dan pada umur 28 HST tinggi tanaman jagung 89,40 cm. Hal ini diduga karena irigasi 85% dengan pupuk kandang kotoran ayam sesuai dengan dosis petani, 2 ton/ha menyebabkan pertumbuhan vegetative jagung optimal.

Pengaruh perlakuan irigasi dan bahan organik menunjukkan terjadi perbedaan yang beragam terhadap pertumbuhan tanaman jagung pada umur 42 dan 48 hari setelah tanam (HST). Perlakuan irigasi 85% dengan penambahan pupuk organik berupa pupuk kandang/kotoran ayam sebanyak 2 ton/ha menunjukkan pertumbuhan jagung paling tinggi pada umur 42 hari setelah tanam (HST) maupun pada umur 49 HST bila dibandingkan dengan yang lainnya. Pada umur 42 HST tinggi tanaman jagung mencapai 141,60 cm dan pada umur 49 HST tinggi tanaman jagung 160,27 cm. Hal ini diduga karena irigasi 85% dengan pupuk kandang kotoran ayam sesuai dengan dosis petani, 2 ton/ha menyebabkan pertumbuhan vegetative jagung optimal.

Teknologi adaptasi untuk tanaman perkebunan seperti teh adalah salah satu cara penyesuaian yang dilakukan untuk mengatasi keragaman dan perubahan iklim serta mengurangi risiko kegagalan produksi pertanian. Teknologi adaptasi untuk mengatasi keragaman dan perubahan iklim terhadap tanaman teh melalui perbaikan tanaman, perbaikan tanah, dan perbaikan lingkungan (naungan). Adaptasi diperlukan untuk mengatasi kekeringan, hama dan penyakit, penggunaan kultivar toleran, memperbaiki kondisi tanah untuk mempertahankan kelembaban dan menurunkan suhu di sekitar tanaman teh. Konservasi tanah dan kelembaban tanah dilakukan dengan pembentukan dan pemeliharaan sistem pembuangan dan teras batu, mulsa, mengubur sisa pemangkasan di lahan teh juga membantu meminimalkan dampak yang merugikan. *Drip* atau *sprinkler* irigasi dapat digunakan untuk mengurangi pengaruh kekeringan dan meningkatkan hasil teh. Dalam jangka panjang, perbaikan tanaman diarahkan pada

pengembangan varietas toleran terhadap panas dan stres kelembaban (Wijeratne & Chandrapala, 2014).

Menurut Supriadi dan Rokhmah (2014), teknologi adaptasi yang dilakukan pada tanaman teh adalah:

1. Bahan tanam yang toleran
Rahman *et al.* (2010) menyatakan bahwa klon teh jenis Assam yang umumnya ditanam di daerah tropis mempunyai hasil ekonomis yang tinggi tetapi tidak toleran terhadap cuaca ekstrim.
2. Pemangkasan tanaman teh
Pada musim kemarau dilakukan pangkasan jambul/ajir yaitu pangkasan bersih dengan meninggalkan 1 atau 2 cabang yang berdaun di sisi perdu (ajir/jambul) dengan jumlah daun 50-100 lembar.
3. Aplikasi *biofertilizer* (pemupukan hayati)
Pupuk hayati (*biofertilizer*) merupakan substansi yang mengandung mikroorganisme hidup yang mengkolonisasi rizosfir atau bagian dalam tanaman.
4. Pembuatan rorak
Rorak dibuat untuk menampung air pada musim hujan, sehingga dapat menjadi cadangan air pada musim kemarau. Rorak disamping mencegah erosi juga dapat memperbaiki abrasi tanah dan tempat penampungan bahan organik (Effendi *et al.* 2010).
5. Pohon pelindung
Wijeratne dan Chandrapala (2014) mengemukakan bahwa pohon pelindung diperlukan untuk menanggulangi iklim yang merugikan. Pohon pelindung disekitar tanaman teh akan mengurangi suhu lingkungan di sekitar pertanaman teh, meningkatkan kelembaban relatif, menambahkan bahan organik ke tanah dan mengurangi efek kekeringan

KESIMPULAN

Keragaman iklim yang terjadiannya meningkat akibat terjadinya perubahan iklim akan menyebabkan penurunan produksi pertanian. Tanaman pangan, hortikultura, maupun perkebunan rentan terhadap keragaman dan perubahan iklim sehingga produksi akan menurun. Oleh

karena itu diperlukan inovasi teknologi pengelolaan air, tanah dan tanaman yang dapat mengantisipasi, adaptasi dan mitigasi keragaman dan perubahan iklim tersebut. Dilengkapi dengan kelembagaan dan kearifan lokal dari masing-masing daerah untuk keberlanjutannya. Inovasi teknologi yang tepat diterapkan untuk tanaman pangan, dan perkebunan adalah: 1) Teknologi adaptasi tanaman pangan dan hortikultura, dalam implementasinya berupa perbaikan manajemen pengelolaan air, termasuk sistem dan jaringan irigasi; pengembangan teknologi panen air (embung, dam parit, pemanfaatan langsung air sungai dengan pompa) dan efisiensi penggunaan air seperti irigasi tetes dan mulsa; pengembangan jenis dan varietas tanaman yang toleran terhadap stres cekaman lingkungan seperti kenaikan suhu udara, kekeringan, genangan (banjir), dan salinitas; pengembangan teknologi pengelolaan tanah dan tanaman untuk meningkatkan daya adaptasi tanaman; pengembangan sistem perlindungan usahatani dari kegagalan akibat perubahan iklim atau *crop weatehr insurance*. 2) Teknologi adaptasi tanaman perkebunan, berupa pengembangan komoditas yang mampu bertahan dalam kondisi cekaman kekeringan dan kelebihan air; penerapan teknologi pengelolaan tanah dan tanaman untuk meningkatkan daya adaptasi tanaman; pengembangan teknologi hemat air; penerapan teknologi pengelolaan air, terutama pada lahan yang rentan terhadap kekeringan.

Kelembagaan perlu dibangun untuk mengatasi keragaman iklim yang harus dilakukan secara terus menerus agar produksi pertanian tidak menurun. Kelembagaan berperan mengatur pendistribusian dan konservasi air untuk irigasi pertanian. Penguatan kelembagaan petani sangat diperlukan untuk menghadapi keragaman dan perubahan iklim melalui kerjasama dengan berbagai pihak. Kerjasama dilakukan dengan mengintegrasikan aspek teknis (budidaya), sarana dan prasarana pertanian, permodalan, pengolahan hasil dan pemasaran. Pada akhirnya akan tercipta pertanian ramah lingkungan dan yang mempunyai nilai ekonomis dan sebagai konsekuensinya keberlanjutan produksi pertanian yang mempunyai nilai ekonomis tinggi akan lebih terjamin.

Kearifan lokal yang ada di banyak tempat di daerah, merupakan salah satu bentuk kelembagaan yang perlu dilestarikan untuk mendukung keberlanjutan teknologi adaptasi dan mitigasi perubahan iklim yang berkembang saat ini. Penyesuaian inovasi teknologi dengan kearifan lokal yang ada di masyarakat harus saling melengkapi serta dapat menyesuaikan

dengan kondisi masa kini baik manajemen maupun teknis agar dapat diterapkan dan berguna sesuai dengan kebutuhan dari sisi keberlanjutan produktivitas dalam arti ramah lingkungan dan dari tinjauan ekonomis. Kearifan lokal dapat mengatasi keragaman iklim dan perubahan iklim (iklim ekstrim) dengan menerapkan adaptasi berupa penentuan tanggal tanam maupun penyediaan air irigasi yang tersedia sepanjang tahun karena *land use* sesuai dengan kesesuaian lahan dan hutan tetap terpelihara secara baik sebagai pengatur air secara natural.

DAFTAR PUSTAKA

- Angles, Chinnadurai, and Sundar. 201). Awareness on impact of climate change on dryland agriculture and coping mechanisms of dryland farmers. *Indian Journal of Agricultural Economics*. 66: 365- 372.
- Araral, E. dan Y. Wang, 2013. Water governance 2.0: A review and second generation research Agenda. *Water Resources Management*, 27(11): 3945-3957.
- Aryrantao. 2015. Kearifan Budaya Lokal Suku Baduy. <http://www.kompasiana.com/aryrantao/kearifan-budaya-lokal-suku-baduy> 5500fc73a33311c56f512ca5
- Benny. 2012. Kearifan Lokal Masyarakat Indonesia Dalam Pengelolaan dan Pemanfaatan Lingkungan. <http://unklebenny.tumblr.com/post/19286691157/kearifan-lokal-masyarakat-indonesia-dalam>.
- Buku: Kalender Tanam Terpadu Modern, versi 2.5. 2016 (Musim hujan Oktober 2016 – Maret 2017). Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian. Kementerian Pertanian.
- Burhan. 2012. Adaptasi Terhadap Perubahan Iklim Dan Kearifan Lokal (Studi Penentuan Awal Waktu Musim Tanam Pada Masyarakat Pedalaman Pulau Buton. digilib.uinsby.ac.id
- Direktorat Pengelolaan Air, Ditjen Prasarana dan Sarana Pertanian, Kementerian Pertanian. 2014. Pedoman teknis pemberdayaan kelembagaan. 56 hal.

- Handayanto, E. 1999. Komponen biologi tanah sebagai bioindikator kesehatan dan produktivitas tanah. Universitas Brawijaya. Malang. Modernisasi irigasi (studi kasus di daerah irigasi Barugbug, Jawa Barat). Jurnal Sosial Ekonomi Pekerjaan Umum. 4(2): 67-78.
- Hakim, A. A.Suriadi, dan Masruri. 2012. Tingkat kesiapan masyarakat petani terhadap rencana
- Huang, Q., J. Wang, K.W. Easter dan S. Rozelle, 2010. Empirical assessment of water management institutions in Northern China. Agricultural Water Management, 98(2010): 361–369.
- Inah, N. dan S. Setianto. 2013. Peran kelembagaan lokal dalam pengelolaan situ Tujuh Muara (Ciledug), kota Tangerang Selatan. Jurnal Sosek Pekerjaan Umum. 5(2): 76 – 139.
- Las, I; *et al.* 2011. Road Map. Strategi Sektor Pertanian Menghadapi Perubahan Iklim (Revisi). Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian. Kementerian Pertanian.
- Lisa. 2013. Pengelolaan Lingkungan Berbasis Kearifan Lokal. <http://ceritanyalisa.blogspot.co.id/2013/12/pengelolaan-lingkungan-berbasis.html>
- Merrey, D.J. dan S. Cook, 2012. Fostering institutional creativity at multiple levels: Towards facilitated institutional bricolage. Water Alternatives. 5(1): 1-19.
- Mirzabaev. A. 2013. Impact of weather variability and climate change on agricultural revenues in central Asia. Quarterly Journal of International Agriculture 52(3): 237-252.
- Ostrom, E. 1990. Governing the commons: Evolution of institutions for collective action. New York: Cambridge University Press.
- Pasaribu. S.M; K. Suradisastra; B. Sayaka; A. Dariah. Pengendalian dan Pemulihan Degradasi Ekosistem Pertanian. 2010. Buku: Membalik Kecenderungan Degradasi Sumber Daya Lahan dan Air. Ed. K. Suradisastra, S.M. Pasaribu, B. Sayaka, A. Dariah, I. Las, Haryono, E. Pasandaran. www.litbang.pertanian.go.id/buku/membalik-kecenderungan-degrad/BAB-II-2.pdf. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian.

- Permen PU. No: 33 /PRT/M/2007 tentang Pedoman Pemberdayaan P3A/GP3A/IP3A.
 birohukum.pu.go.id/uploads/DPU/2015/PermenPUPR30-2015.pdf.
 Diakses tanggal 17 Juli 2017.
- Pranadji, T. 2005. Pemberdayaan Kelembagaan Pengelolaan Sumber daya Lahan dan Air. Mencari Strategi dan Kelembagaan yang Sesuai untuk Kemantaaan Ketahanan Pangan 2006-2009. Analisis Kebijakan Pertanian. 3(3) 236-256.
- Rachman, B. dan K. Kariyasa. 2012. Dinamika kelembagaan pengelolaan air irigasi. SOCA (Socio-economic of Agriculture and Agribusiness), Vol 2. No.1.
- Rachman, B., E. Pasandaran, dan K. Kariyasa. 2002. Kelembagaan irigasi dalam perspektif otonomi daerah. Jurnal Litbang Pertanian, 21(3): 109-114.
- Yanti, R.D. 2015. Dinamika kelompok perkumpulan petani pemakai air di lahan rawa lebak. SEPA. 11(2): 235 – 248.
- Rudi.Y. 2016. Perubahan Iklim & Kearifan Tradisional. <https://padepokankyaisuluh.wordpress.com/2016/03/30/perubahan-iklim-kearifan-tradisional/>
- Supriadi. H; D.N. Rokhmah. 2014. Teknologi Adaptasi untuk Mengatasi Perubahan Iklim pada Tanaman Teh. SIRINOV, Vol 2, No 3, Desember 2014 (Hal : 147-156).
- Susandi, A., M. Tamamadin, dan I. Nurlela. 2008. Fenomena Perubahan Iklim dan Dampaknya terhadap ketahanan pangan di Indonesia. Prosiding Seminar Nasional Padi. Buku 1. Hal. 73-79
- Sutrisno.N; M. Sarwani; E. Pasandaran. 2012. Memperkuat Pertanian Lahan Kering Dalam Menghadapi Perubahan Iklim. Buku: Prospek Pertanian Lahan Kering Dalam Mendukung Ketahanan Pangan. Ed: A. Dariah; B. Kertiwa. N. Sutrisno; K. Suradisastira; M. Sarwani; Haryono. S; E. Pasandaran. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian. Kementerian Pertanian.
- Sutrisno.N, Haryono, B. Kertiwa, N. Heryani. 2016. Teknologi Pengelolaan Lahan Dan Air Untuk Adaptasi Iklim Ekstrem Pada Kawasan

Pengembangan Jagung. Temu Lapang dan Ekspose Teknologi Pengelolaan Iklim Ekstrim dan Air. Makassar. BBSDLP.

UNDP. 2007. Sisi Lain Perubahan Iklim. Mengapa Indonesia harus beradaptasi untuk melindungi rakyat Miskinnya. ISBN: 978-979-17069-0-2. UNDP Indonesia Country Office. Menara Thamrin Building, 8th Floor

..... 2016. Subak Bali – Mengenal Subak Lebih Dalam Sebagai Bukti Kearifan Lokal Di Bali. wibaraBali.
<https://wisatabaliutara.com/2016/04/subak-bali.html/>

INOVASI DI BIDANG AGROFORESTRI DAN KONSERVASI LAHAN: DAMPAK DAN TEROBOSAN BARU TERMASUK UPAYA MENGHADAPI PERUBAHAN IKLIM

Tigor Butarbutar, Harris Herman Siringoringo dan Triwilaida

PENDAHULUAN

Agroforestri adalah kegiatan pemanfaatan lahan dengan pengintegrasian komoditas pertanian dan kehutanan. Pada awalnya agroforestri merupakan praktik perladangan berpindah yang membuka sebagian hutan untuk pertanian dan kemudian meninggalkannya dalam kurun waktu tertentu untuk pemulihan kesuburan lahan, dan selanjutnya membuka ladang lagi ke tempat lain sampai pada saat tertentu kembali lagi ke tempat yang sama dengan anggapan kesuburan sudah kembali. Kearifan lokal seperti ini dapat memanfaatkan lahan tanpa merusak ekosistem hutan.

Praktik agroforestri seperti di atas telah mengalami berbagai perubahan karena tuntutan kebutuhan, ketersediaan teknologi dan distribusi lahan yang tidak seimbang antar petani tradisional dan kelompok petani lainnya. Sistem distribusi lahan yang tidak seimbang menyebabkan pengembangan lokasi agroforestri semakin tersebar mulai dari hilir, tengah dan bahkan sampai ke bagian hulu dari suatu tangkapan air/lanskap atau daerah aliran sungai. Fungsi-fungsi hidrologi dari bagian hulu, tengah dan hilir suatu tangkapan menjadi terganggu dan mengakibatkan siklus hidrologi yang tidak sehat yang dapat memicu terjadinya erosi, sedimentasi, banjir dan longsor.

Kondisi seperti tersebut diatas tidak dapat dibiarkan terus menerus dan diperlukan pengembangan agroforestri yang didasarkan pada potensi atau daya dukung yang ada, permintaan pasar dan perlindungan ekosistem sehingga kelestarian sumber daya lahan terjaga. Pengembangan agroforestri seperti ini dapat diawali dengan analisa kesesuaian lahan dan sistem zonasi pengelolaan air (*hidronomic zone*) dalam suatu tangkapan air/lanskap/daerah aliran sungai. Pengembangan agroforestri yang sesuai dengan kemampuan lahan juga berpotensi untuk memitigasi dan adaptasi

perubahan iklim, dan juga sebaliknya perubahan iklim juga dapat mempengaruhi pengembangan agroforestri pada suatu lokasi tertentu. Malmshiemer (2008) menyebutkan bahwa agroforestri dapat memitigasi dan mengadaptasi perubahan iklim dengan alasan-alasan sebagai berikut: a) Pencampuran jenis pohon penghasil kayu, buah dan lain-lain, karena campuran jenis lebih baik dari tanaman murni; b) Pencampuran jenis yang didasarkan pada sifat toleransi (dan), sehingga akan memanfaatkan seluruh cahaya untuk fotosintesis; c) Pencampuran perbedaan umur; d) Pencampuran berdasarkan perbedaan waktu pemanenan; e) Penggabungan nilai ekonomi, sosial dan budaya sehingga perubahan vegetasi dapat berjalan seiring dengan perubahan sosial dan budaya secara berangsur yang dapat disesuaikan dengan perubahan iklim; dan f) Dapat digunakan sebagai model untuk memfasilitasi perubahan kelompok vegetasi menjadi kelompok yang baru (adaptasi), seperti teori perubahan vegetasi melalui perladangan berpindah-pindah yang teratur.

Tulisan ini mengungkapkan sejarah agroforestri berdasarkan studi literatur, implementasinya di lapangan dan kebijakan yang terkait. Disamping itu diungkapkan pula potensi pengembangan agroforestry dan kaitannya dengan upaya adaptasi dan mitigasi perubahan iklim.

SEJARAH AGROFORESTRI

Sampai akhir abad 19

Model agroforestri yang mencampur tanaman pertanian dengan pohon telah mulai dipraktikkan sejak zaman dahulu. Di Eropa, sampai dengan abad pertengahan, petani membuka hutan yang terdegradasi, membakar, menanam tanaman pangan/pertanian dalam beberapa periode, dengan menanam pohon sebelumnya, bersamaan atau sesudah menanam tanaman pertanian tersebut, sampai pertengahan abad 19. Khusus di Finland masih di praktikkan sampai akhir abad 19 dan di Jerman sampai tahun 1920 an (King, 1987 dalam Nair, 1993). Di wilayah Tropis Amerika, umumnya masyarakat meniru struktur pelapisan tajuk hutan untuk mempraktikkan agroforestri, seperti petani di Amerika Tengah, menanam rata-rata dari 24 jenis tanaman di petak-petak tidak lebih dari luasan 1/10 hektar, dimana pada tajuk atas ditanam kelapa atau pepaya dan pada lapisan tajuk yang lebih

rendah dengan pisang atau jeruk, di lapisan herba dengan kopi atau coklat atau tanaman tahunan yang tinggi seperti jagung dan di lapisan paling bawah dengan labu (Wiken, 1977 dalam Nair, 1993).

Di Asia seperti di Thailand, kegiatan *Hanunoo* yang kompleks lebih baik dari praktik perladangan berpindah. Praktik agroforestri dilakukan dengan pembukaan hutan untuk tujuan pertanian dengan membebaskan beberapa pohon tertentu secara tersebar, sehingga dapat ditanam padi. Pohon-pohon adalah bagian yang tidak tergantung dari sistem pertanian *Hanunoo*, apakah pohon tersebut ditanam atau dibiarkan dari hutan sebelumnya, sehingga model *Hanunoo* tersebut dapat memproduksi makanan, obat-obatan, kayu konstruksi dan bahan kosmetik (Conklin, 1957 dalam Nair 1993). Pada tahun 1806 di Myanmar (Burma), di perkebunan jati (*Tectona grandis*) praktik agroforestri disebut dengan "taung ya" atau "tumpang sari". Yang kemudian berkembang di Afrika Selatan tahun 1887 (Hailey, 1957 dalam Nair, 1993), Chittagong (Burma) dan Bengal, India pada zaman kolonial tahun 1890 (Raghavan, 1960 dalam Nair 1993).

Filosofi sistem tumpang sari adalah menguasai perkebunan hutan dan menggunakan buruh menganggur dan tidak memiliki lahan untuk menanam tanaman pertanian diantara barisan tanaman pohon. Berbagai hasil penelitian menunjukkan bahwa sistem tersebut mampu membuat kontribusi yang signifikan terhadap pembangunan pertanian, atau potensinya sebagai sistem pengelolaan lahan (King, 1987 dalam Nair, 1993). Model agroforestri di Afrika seperti Nigeria Selatan, dan Yoruba bagian barat Nigeria terdiri dari campuran jenis ketela, jagung, labu kuning dan kacang-kacangan adalah jenis-jenis yang tumbuh bersama dibawah naungan pohon yang terpecah (Forde, 1937) dalam Nair (1993). Praktik agroforestri seperti diatas dapat mempertahankan kesuburan tanah, mencegah erosi dan pencucian hara (Ojo, 1966) dalam Nair (1993). Berdasarkan berbagai praktik agroforestri menunjukkan bahwa pohon merupakan bagian utama dari sistem ini. Tujuan akhir dari agroforestri seperti ini atas sampai akhir abad ke-19 adalah pangan bukan untuk produksi kayu.

Revolusi Hijau dan Agroforestri (1970-1987)

Perkembangan sampai tahun 1970, konsep agroforestri dapat diterima sebagai sistem pengelolaan lahan yang dapat diterapkan untuk pertanian dan kehutanan. Faktor-faktor lain yang mendukung perkembangan agroforestri pada masa itu meliputi adanya: (1) Evaluasi kembali kebijakan pembangunan oleh Bank Dunia; (2) pemeriksaan ulang kebijakan kehutanan oleh FAO; (3) kebangkitan kepentingan ilmiah dibidang sistem tumpangsari dan pertanian; (4) situasi pangan memburuk di banyak daerah di negara berkembang; (5) meningkatnya penyebaran deforestasi tropis dan degradasi ekologis; (6) krisis energi tahun 1970-an yang mengakibatkan kenaikan harga dan kekurangan pupuk, dan (7) pembentukan oleh Pusat Penelitian Pembangunan Internasional (International Development Research Centre (IDRC) di Kanada dan yang menjadi prioritas penelitian adalah mengidentifikasi potensi hutan tropis.

Tetapi pada saat yang sama (awal 1970-an), ada kekhawatiran bahwa kebutuhan dasar masyarakat yang paling miskin, terutama di pedesaan tidak diperhatikan atau tidak ditangani secara wajar. Robert McNamara sebagai Presiden Bank Dunia pada waktu itu, dihadapkan pada masalah ini seperti yang disebutkan dalam laporannya (McNamara, 1973) bahwa dari dua miliar orang yang hidup di negara-negara berkembang, hampir dua-pertiga, atau 1,3 miliar, adalah anggota keluarga petani, dan dari jumlah ini, khususnya di India, Indonesia dan Bangladesh 750 juta mempunyai pendapatan rata-rata tahunan kurang dari \$ 100 per tahun yang tidak cukup untuk memenuhi kehidupan yang layak. Kelaparan dan kekurangan gizi mengancam keluarga mereka. Buta huruf menghalangi masa depan mereka, berbagai penyakit sering menyerang. Dampak dari keajaiban Revolusi Hijau terhadap petani miskin belum mampu untuk berpartisipasi di dalamnya. Mereka tidak mampu membayar irigasi, pestisida, pupuk, atau kepastian pemilikan tanah. Bank Dunia dengan skenario pinjaman untuk sub sektor kehutanan pada 1980-an melalui program perhutanan sosial, tidak hanya mengandung banyak unsur agroforestri tetapi dirancang untuk membantu petani dalam peningkatan produksi pangan dan pelestarian lingkungan, membantu pemanfaatan jasa hutan dan membantu secara tradisional

untuk memproduksi dan mengolah kayu (Spears, 1987 dalam Nair, 1993).

Periode 1987-1997)

Penekanan terhadap model agroforestri dan penanaman pohon di luar kawasan hutan merupakan salah satu kebijakan Bank Dunia (Bank Dunia, 1991 dalam Nair, 1993). FAO (1976) menekankan pentingnya kehutanan untuk pembangunan pedesaan dengan memfokuskan pemberian bantuan bagi masyarakat miskin. Petani dapat memperoleh manfaat dari pohon dalam hutan sekaligus sebagai tempat untuk produksi makanan (King, 1979 dalam Nair, 1993). Berbagai hasil penelitian dari *Consultative Group on International* Penelitian Pertanian (*CGIAR*), beberapa Pusat Penelitian Pertanian Internasional (*IARCs*) dengan tujuan meningkatkan produktivitas pertanian terutama tanaman atau ternak hewan dari daerah tropis. Hasil penelitian seperti varietas unggul dari biji-bijian dan teknologi yang terkait telah membuka jalan bagi terjadinya Revolusi Hijau (Borlaug dan Dowsell, 2003). Sebagian besar program dan program nasional berfokus pada individu tanaman seperti padi, gandum, jagung, kentang dan teknologi pemupukan untuk sistem produksi monokultur. Namun, para petani miskin kenyataannya, lebih menyukai penanaman lebih dari satu jenis dan kadang-kadang tanaman dan pohon; sehingga teknologi produksi yang dikembangkan untuk masing-masing tanaman jarang berlaku.

Permasalahan selama 2 (dua) periode di atas

Berbagai kelemahan revolusi hijau yang diakui pembuat kebijakan, mendorong munculnya pembaharuan konsep dari tumpangsari dengan berbagai jenis tanaman pertanian. Pencampuran berbagai jenis tanaman dapat mengatasi hama dan masalah penyakit. Hasil yang didapat akan lebih tinggi jika menanam campuran jenis legum dan non legum dibandingkan jika di tanaman secara monokultur (Papendick *et al.* 1976 dalam Nair, 1993). Ilmuwan pertanian dan manajemen peternakan mulai menyelidiki kelayakan tumpangsari di perkebunan dan pohon lainnya serta mempelajari peran pohon dan semak dalam mempertahankan produktifitas tanah dan pengendalian erosi tanah, pentingnya pohon

asli dan rerumputan semak yang dicampur antara pertanian dan sistem produksi pakan temak. Berbagai teknologi pertanian seperti pupuk, alat mekanisasi dan iptek lainnya dapat menghasilkan produksi pertanian yang meningkat di kawasan agroforestri yang mengakibatkan ekstensifikasi lahan agroforestri. Pada gilirannya hal tersebut menyebabkan peningkatan tekanan terhadap kawasan hutan yang mengakibatkan meluasnya lahan-lahan terdegradasi dan pada akhirnya berkontribusi terhadap perubahan iklim. Dengan demikian perlu diperkenalkan inovasi kesesuaian lahan yang tepat dan penentuan areal berdasarkan pembagian zonasi pengelolaan air sehingga tidak terjadi kerusakan hutan dan lahan yang berkontribusi terhadap perubahan iklim.

AGROFORESTRI, KESESUAIAN LAHAN DAN HIDRONOMIC ZONE

Agroforestri dan Kesesuaian lahan

Pemilihan jenis pohon untuk pengembangan agroforestri oleh masyarakat umumnya dilakukan berdasarkan pengalaman di lapangan dan kebutuhan pasar, sehingga produktifitas menjadi tidak optimum. Pemilihan jenis tanaman dan kombinasi campurannya perlu dilakukan berdasarkan analisa kesesuaian lahan lokasi yang akan dikembangkan. Dengan mengetahui kelas kesesuaian lahan dapat ditentukan tindakan-tindakan manajemen konservasi tanah dan air yang diperlukan. Kesesuaian lahan yang semakin tinggi tingkat kesuburannya sampai terendah berturut-turut mulai dari S_1 , S_2 , S_3 dan N (Ritung, *et al.* 2007). Sebagai contoh jika berdasarkan analisa kesesuaian lahan untuk jenis pohon mahoni dan jagung mempunyai kelas kesesuaian S_1 maka tanaman tersebut akan mempunyai produktifitas yang lebih tinggi dibandingkan dengan di lokasi lain dengan kelas kesesuaian S_2 . Untuk pencampuran jenis agroforestri perlu diperhatikan kelas kesesuaian masing-masing, dengan mencampur jenis yang mempunyai kesesuaian yang sama, supaya produktifitas lahan dapat menjadi maksimum. Jika pemilihan jenis dilakukan hanya dengan pertimbangan pasar, sehingga diperlukan input saprodi pertanian/kehutanan dan teknologi konservasi tanah dan air yang lebih tinggi, dapat mengakibatkan kerusakan lanskap/lahan/tanah atau penurunan kapasitas daya dukung pada beberapa rotasi dan pada akhirnya dapat mengakibatkan menjadi penyebab erosi, banjir dan longsor.

Nair (2017) mengemukakan bahwa model agroforestri dengan tanaman buah dan obat-obatan dapat dikembangkan untuk wilayah dengan sumber daya alam terbatas dan input rendah untuk menghidupi penduduk hampir 800 juta di lahan seluas 1,9 miliar hektar. Katanga, *et al.* (2007) mengemukakan bahwa peningkatan pengetahuan petani terkait dengan pemilihan dan pengaturan jenis tanaman sangat diperlukan untuk meningkatkan produktifitas agroforestri di Zambia Timur. Diversifikasi komoditas dalam sistim agroforestri dengan kombinasi tanaman tahunan dan tanaman pangan, pohon penghasil buah bernilai tinggi dan pohon penghasil kayu merupakan strategi yang dapat menguntungkan petani (Ranola, *et al.* 2007). Keinginan atau partisipasi petani terhadap pengembangan hutan dan agroforestri tergantung pada tingkat pengetahuan mereka, ketersediaan teknologi dan pasar dari produk-produk yang dihasilkan, dengan demikian mereka membutuhkan bantuan teknis, finansial dan lainnya (Sevare, *et al.* 2007).

Peningkatan pengetahuan petani di distrik Punjab, Pakistan diawali dengan menyusun klasifikasi kesesuaian lahan untuk identifikasi jenis-jenis pohon yang cocok di lahan yang mereka usahakan (Rahim, *et al.* 2011). Pemilihan jenis tanaman merupakan hal sangat penting dalam pembuatan pola agroforestri, karena kesalahan yang terjadi akan berdampak panjang dan sangat merugikan (Puspitojati, *et al.* 2014). Selanjutnya disebutkan jenis yang cocok bukan hanya dari segi pertumbuhan, nilai ekonomi dan kemampuan adaptasinya, tetapi juga kemampuannya membentuk struktur tumbuh yang ideal saat tumbuh berkembang bersama jenis lain pada lahan yang sama. Salah satu kriteria dalam pemilihan jenis, jika ingin memprioritaskan produksi tanaman pertanian (*crop*) maka petani sebaiknya menanam pohon yang kurang kompetitif atau pohon-pohon dengan kerapatan rendah (Betromeo dan James, 2007). Macandong dan Erwin (2007) mengemukakan bahwa agroforestri dengan tanaman pohon eukaliptus dan jagung sebagai tanaman sela dapat memperbaiki kualitas biofisik tempat tumbuh, memperbaiki produktifitas dan kelestarian produksi dibandingkan dengan sistim monokultur dengan hanya jagung.

Pencampuran tanaman yang tepat pada suatu tapak (tempat tumbuh) dapat memberikan hasil yang optimal. Pencampuran jenis yang tidak cocok, pencampuran jenis yang tidak tepat, pengelolaan yang tidak tepat dari praktik agroforestri dapat mengakibatkan produksi gagal dan mengakibatkan lahan lebih terdegradasi (Hairiah, *et al.* 2000). Ahmad, *et*

al. (2017) menyebutkan bahwa penilaian kesesuaian lahan menjadi penting untuk pengembangan agroforestri untuk mengetahui kesediaan zat hara, keadaan topografi, altitude dan karakteristik lahan lainnya di lokasi-lokasi yang dikembangkan. Pentingnya evaluasi kesesuaian lahan yang terkait dengan ketersediaan zat hara untuk pengembangan agroforestri dalam suatu daerah aliran sungai karena dapat mengurangi kemiskinan dan tingkat kerusakan lahan, meningkatkan ketahanan pangan dan mitigasi perubahan iklim (Ahmad dan Goparaju, 2017).

Rahim, *et al.* (2010) mengemukakan bahwa mengingat keterbatasan lahan di distrik Rahim Punjab, Pakistan, pengembangan agroforestri perlu diawali dengan analisa kesesuaian lahan, sehingga tidak terjadi pemborosan waktu dan uang. Bukhori dan Febryano (2010) mengemukakan bahwa agroforestri yang tepat untuk dikembangkan di Kecamatan Indrapuri, Kabupaten Aceh Besar terdiri dari tanaman berkayu dengan kelas sesuai (S_2) dan untuk tanaman tahunan termasuk sesuai marginal. Supriadi dan Pranowo (2015) juga mengemukakan campuran tanaman kopi dengan pohon gamal dan dadap menghasilkan produksi yang lebih tinggi dibandingkan dengan tanpa naungan di Sumberjaya, Lampung. Pengembangan model yang tepat untuk pertanian yang berkesinambungan perlu diawali dengan identifikasi untuk tanaman pangan dan tanaman energi (Dariah, *et al.* 2016).

Beberapa penyebab menurunnya partisipasi masyarakat pada sistem agroforestri di lahan miring antara lain disebabkan oleh rendahnya pengetahuan petani tentang agroforestri dan menurunnya produktivitas lahan karena praktik agroforestri di Desa Pulutan Kabupaten Wonogiri, Jawa Tengah (Haryanti dan Jariyah, 2015). Sudomo dan Palmolina (2015) mengemukakan juga bahwa praktik agroforestri oleh penduduk di desa Hargoredjo, Kecamatan Kokap, Kabupaten Kulon Progo, Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta adalah untuk tabungan/tambahan dan pemenuhan kebutuhan hidup sehari-hari, dengan campuran kayu, buah-buahan, obat-obatan dan tanaman pertanian yang diusahakan pada lahan-lahan sempit dan kritis. Butarbutar (2016) menyebutkan secara umum praktik agroforestri di Indonesia khususnya dalam pemilihan dan pencampuran jenis masih didasarkan pada pengalaman/tradisional atau pengetahuan lokal, sehingga produksi tidak maksimum. Berbagai hasil penelitian lainnya terkait agroforestri antara lain oleh Gunawan, *et al.* (2014) mengemukakan

bahwa rehabilitasi lahan di daerah aliran sungai Cimanuk cocok dikembangkan dengan pola agroforestri.

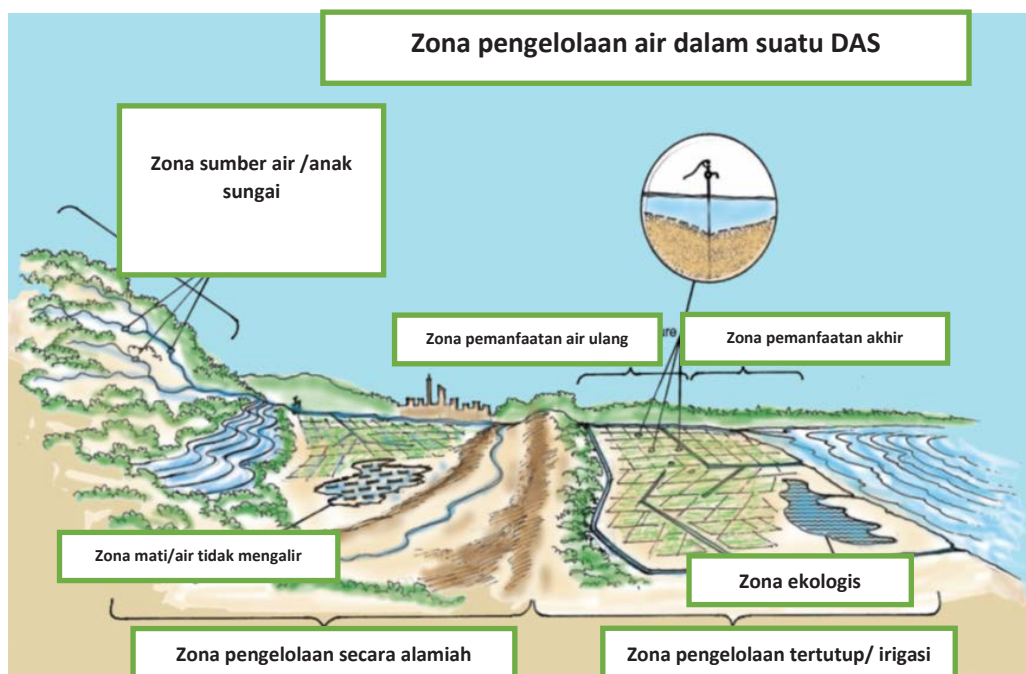
Gerson, *et al.* (2008) menyebutkan bahwa pengembangan agroforestri dengan jenis hasil hutan bukan kayu (HHBK) dapat meningkatkan pendapatan masyarakat di Timor Barat. Program Pembangunan Hutan Berbasis Masyarakat (PHBM) oleh Perum Perhutani banyak membantu dalam meningkatkan aktivitas dan kesejahteraan masyarakat, dan masyarakat bukan lagi merupakan ancaman utama terhadap kawasan karena kesadaran masyarakat terhadap pentingnya kawasan hutan sangat baik (Hakim dan Maryani, 2013). Itta, *et al.* (2013) mengemukakan bahwa agroforestri yang ekonomis dan sesuai untuk lingkungan di lahan gambut di Klampangan desa Sebangau, Plangkaraya, Kalimantan Tengah adalah campuran jelutung dan jagung; jelutung dengan bawang prei; jelutung dengan sayur mustard dan jelutung dengan cabe, dan yang paling menguntungkan adalah campuran jelutung dan sayuran mustard hijau. Susetyo, *et al.* (2014) menyebutkan bahwa rehabilitasi lanskap di sempadan Ciliwung, Kota Bogor didahului dengan analisa kesesuaian lahan dan hasilnya menunjukkan jenis budidaya khususnya buah-buahan yang sesuai.

Asmarhansyah, *et al.* (2017) mengemukakan bahwa areal bekas tambang timah di Pulau Bangka tidak sesuai untuk tanaman pangan, tanaman sayur, tanaman buah, tanaman industri, tanaman rempah-rempah dan tanaman obat sedangkan untuk tanaman jarak, kemiri sunan, tanaman hutan lainnya dan pakan termasuk sesuai marjinal. Rachmawati, *et al.* (2014) mengemukakan bahwa kesesuaian lahan untuk jenis kapuk, randu, karet, rambutan, jagung, klengkeng dan kaliandra di Kabupaten Cianjur dan 2-6 jenis tanaman tersebut sangat sesuai pada 22,9 % dari luas lahan yang ada; sesuai (S_2) sebanyak 33,4% dan tidak sesuai seluas 43,6 %.

Agroforestri dan Hidronomic Zone

Molden, *et al.* (2001) menyebutkan bahwa *hydronomic zone* adalah pengelolaan sumber daya air berdasarkan zona-zona dalam suatu basin atau daerah tangkapan. Pengelolaan air dalam suatu DAS dapat terdiri dalam 6 (enam) zona yang dibagi berdasarkan kesamaan pola hidrologis, pola geologi dan pola topografi, sebagai berikut: a) water

source zone/WSZ (sumber air); b) natural recapture zone/NRZ (zona tangkapan secara alami) ; c) regulated recaptured zone/RRZ (zona tangkapan dengan pengaturan); d) stagnation zone/SZ (zone buntu, tidak dapat dimanfaatkan lagi); e) final use zone/FUZ (zona pemanfaatan akhir) dan f) environmental sensitive zone/ESZ atau zona lingkungan yang sensitive (Gambar 1). Untuk tujuan irigasi biasanya dilakukan di zona natural recapture, regulated recapture zone, final use dan stagnation use. Sedangkan water resource zone dan environmental sensitive zone merupakan zonasi yang perlu dipertahankan kondisi tutupan aslinya atau tutupan hutannya.



Gambar 1. Hidronomic zone dalam suatu daerah tangkapan (sumber: Molden *et al.* 2001 dan Vries de Penning, 2008).

Yang dimaksud dengan **zona pengelolaan secara alamiah** (*natural recapture zone*) adalah zona dimana air dikumpulkan dari aliran permukaan dan bawah permukaan yang masuk kedalam sistim sungai atau jaringan alamiah lainnya. Bagian air yang ada disini adalah total air dikurangi penguapan (evapotranspirasi) dan mempunyai siklus air alamiah

dalam penggunaan tertentu dan tersedia untuk digunakan kembali di bagian bawahnya. Sebagai contoh, di wilayah perbukitan dataran tinggi, lembah dan tanggul-tanggul teras bangku disepanjang sungai dan anak sungai, air dialihkan untuk irigasi atau penggunaan lain dimana outletnya atau drainase kembali ke sungai yang sama. Zona ini disebut juga sebagai zona dengan konservasi-mandiri (*self-conserving*), karena saluran buangan/drainage/outlet dan rembesan ke bawah permukaan masuk kembali ke zona pasokan air (tanpa pemompaan).

Zona pemanfaatan air ulang (*regulated recaptured zone*) adalah area dalam tangkapan yang dapat memanfaatkan kembali air dari aliran permukaan, *spill* dan drainase, rembesan dan air perkolasi dalam dari bagian hulu/tengah DAS dengan teknologi pengaturan atau pembagian air. Pemanfaatan kembali dapat melalui jaringan irigasi untuk aliran permukaan dan *spill* dan drainase, atau melalui sumur pompa untuk mengangkat *ground water* dan air rembesan dalam (*dept seepage flows*). Zona yang berikut dalam kelompok zona pemanfaatan adalah **zona pemanfaatan akhir** (*final use zone*), zona dimana pemanfaatan air selanjutnya tidak ada. Zona ini biasanya terletak diujung tangkapan, dekat dengan rembesan air garam/air asin/air laut yang tidak dapat digunakan lagi sesuai standar-standar irigasi dan tidak memenuhi standard irigasi untuk tanaman crops/pertanian.

Stagnation zones adalah daerah dimana air seperti terisolasi/waterlogging, karena kapasitas drainasenya tidak mencukupi untuk menghilangkan kelebihan air atau menghilangkan garam-garam tercuci. Areal ini dicirikan oleh naiknya *water table*, *water logged* atau area yang tersalinisasi. Biasanya terletak diarea depresi. Zona yang harus dikelola hati-hati, adalah **zona ekologis** yang sensitif lingkungan dan **zona sumber air**. Zona sumber air adalah zona dimana kita memanen air, bisa dari aliran permukaan dan curah hujan atau dari akuifer yang terisolasi. Persentase aliran permukaan yang kecil akan mengurangi suplai air kebawah, tetapi jika persentasenya besar maka sedimen juga besar, karena aliran permukaan meningkat karena tutupan lahan menurun. Jadi perlu kehati-hatian untuk mencari *trade of* antara aliran permukaan dan tutupan hutan. Zona lingkungan sensitif adalah zona dimana kualitas dan kuantitas air irigasi yang masuk ke wilayah itu akan berpengaruh merusak, seperti misalnya *wetland area* (mangrove, rawa dan lainnya).

Konservasi Tanah dan Air dan Kebijakan Terkait

Silva, *et al.* (2012) mengemukakan bahwa sistem agroforestri *Leucaena sp* dengan tanaman sela jagung dan ternak domba betina dapat memperbaiki kualitas sifat fisik tanah dibandingkan dengan tanaman jagung dan kacang di daerah kering. Ahmed, *et al.* (2012) mengemukakan juga bahwa sistem agroforestri *Acacia senegal* dengan sorgum berkorelasi positif terhadap produksi dan sifat-sifat tanah dibandingkan dengan tanaman murni sorgum. Model agroforestri juga dapat berkorelasi positif dengan upaya-upaya konservasi tanah dan air. Rendra, *et al.* (2016) menyebutkan bahwa sistem agroforestri dapat mencegah tanah longsor, dengan membentuk bahan organik tanah, memperbaiki struktur tanah dan membuat tanah menjadi lebih stabil. Wang, *et al.* (2015) mengemukakan bahwa model agroforestri tanaman walnut (*Juglans gregia*) dan gandum (*Triticum aestivum*) dengan sistem tanaman lorong di Cina dapat meningkatkan kapasitas infiltrasi tanah dibandingkan dengan jika masing-masing ditanam secara murni.

Dhillon, *et al.* (2008) mengemukakan bahwa jenis pohon agroforestri yang sesuai untuk mengurangi kandungan selenium dari tanah yang tercemar adalah *Terminalia arjuna*, *Eucalyptus* hibrid, *Morus alba*, *Syzygium cumini*, *Dalbergia sissoo*, *Melia azedarach* dan *Acacia tortillas*. Penanaman jenis *Leguminoceae* dapat meningkatkan kesuburan tanah melalui penambahan nitrogen tanah. Sudomo dan Widiyanto (2016) menyebutkan bahwa pemberian serasah campuran pangkasan gamal (*G.sepium*) dan petaian (*Pelthoporum sp*) dalam sistem agroforestri berpotensi menjaga kesuburan tanah. Pinho, *et al.* (2012) menyebutkan bahwa agroforestri dapat memperbaiki kesuburan tanah. Swab, *et al.* (2015) mengemukakan bahwa pada tapak agroforestri mempunyai sifat tanah dan kesuburan tanah yang lebih baik dibandingkan dengan sistem pertanian monokultur di daerah perbukitan Nepal. Cornwell (2014) mengemukakan bahwa tanaman agroforestri coklat yang dicampur dengan penaung ekalipus, lamtorogung, kelapa dan pisang mempunyai sifat fisik, kimia dan biologi tanah yang lebih baik dibandingkan dengan tanaman monokultur tanaman pisang, nenas dan coklat. Leite, *et al.* (2014) mengemukakan bahwa sistem agroforestri umur 13 tahun menghasilkan jumlah bahan organik total yang lebih tinggi dibandingkan dengan sistem agroforestri umur 6 tahun, pertanian tebang-bakar-tanam dan hutan savana asli di Brasil Timur Laut.

Mengingat putusan MK terhadap Undang-Undang Sumber Daya Air Nomor 7 Tahun 2004 yang menolak seluruh pasal-pasal pengelolaan air maka untuk sementara diberlakukan kembali Undang-Undang Pengairan Nomor 11 tahun 1974. Dalam undang-undang pengairan Nomor 11 Tahun 1974 pasal 1 disebutkan bahwa "Air" adalah semua air yang terdapat di dalam dan atau berasal dari sumber-sumber air, baik yang terdapat di atas maupun di bawah permukaan tanah, tidak termasuk dalam pengertian ini air yang terdapat di laut. Kemudian dalam pasal 5 disebutkan bahwa Menteri yang diserahi tugas urusan pengairan, diberi wewenang dan tanggung jawab untuk mengkordinasikan segala pengaturan usaha-usaha perencanaan, perencanaan teknis, pengawasan, pengusahaan, pemeliharaan, serta perlindungan dan penggunaan air dan atau sumber-sumber air, dengan memperhatikan kepentingan Departemen dan atau Lembaga lain yang bersangkutan.

Selama ini, sistem pengelolaan air irigasi masih bersifat parsial. Saluran irigasi primer dan sekunder dikelola oleh kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat (PUPR) sedangkan saluran tersier menjadi tanggung jawab Kementerian Pertanian. Di wilayah hulu DAS yang merupakan wilayah tangkapan air menjadi tanggung jawab Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan. Sampai saat ini, ketiga wilayah tersebut, yaitu hilir, tengah dan hilir DAS belum sepenuhnya dikelola dalam suatu kesatuan sistem pengelolaan sumber daya air yang terpadu terutama dalam pemanfaatannya untuk irigasi. Karena itu diperlukan sistem pemanfaatan/pengelolaan air terpadu yang melibatkan khususnya ketiga kementerian tersebut untuk mencapai pengelolaan air irigasi yang efisien dan berkelanjutan.

Undang-undang Konservasi Tanah dan Air Nomor 7 Tahun 2014 menyatakan pasal-pasal yang menunjukkan justifikasi penerapan hydronic zone untuk konservasi air dapat dilihat pada pasal berikut: Pasal 14 (1) Penyelenggaraan konservasi tanah dan air sebagaimana dimaksud dalam Pasal 12 ayat (1) dilaksanakan berdasarkan unit DAS, ekosistem, dan satuan Lahan; (2) Penyelenggaraan Konservasi Tanah dan Air berdasarkan unit DAS, ekosistem, dan satuan lahan sebagaimana dimaksud pada ayat (1) dilakukan dengan menggunakan pendekatan pengelolaan DAS secara terpadu; (3) Pengelolaan DAS secara terpadu sebagaimana dimaksud pada ayat (2) dilaksanakan sesuai dengan ketentuan peraturan perundang-undangan. Adapun yang dimaksud dengan

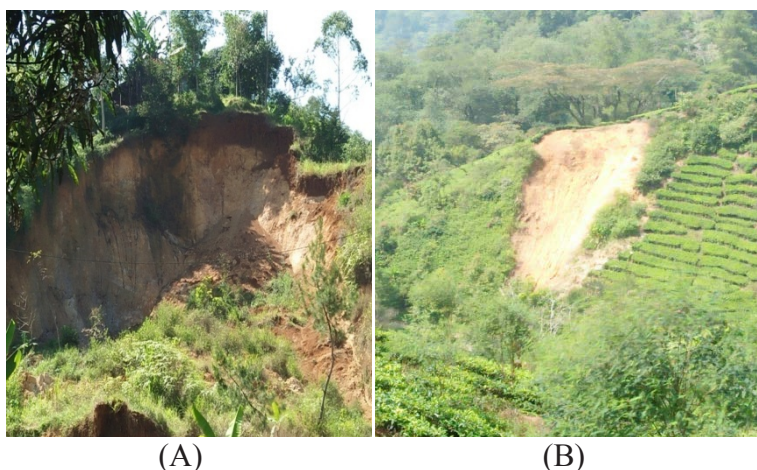
pengelolaan DAS secara terpadu adalah pengelolaan DAS yang meliputi dimensi pendekatan sistem yang terencana, proses manajemen dan keterkaitan aktivitas antar sektor, antar wilayah administrasi dan masyarakat secara terpadu serta penanganan.

POTENSI DAN PRAKTIK AGROFORESTRI DI HULU, TENGAH DAN HILIR SUATU DAS: Kasus di Jawa Barat, Sumatera Utara dan Kalimantan Timur

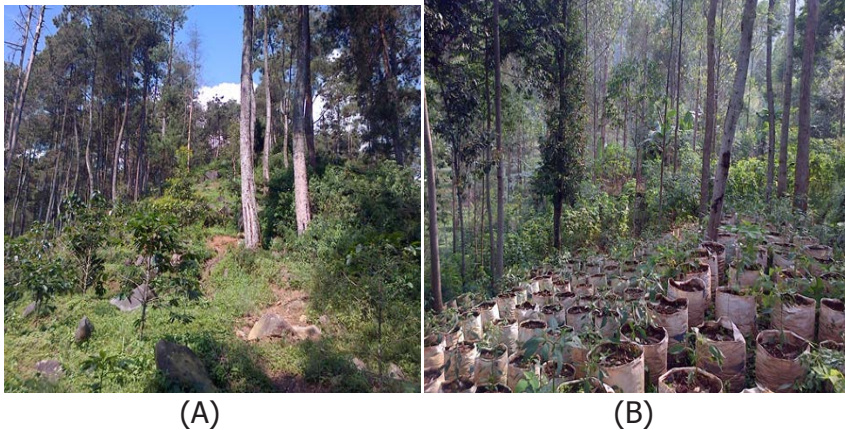
Pendekatan Model Kesesuaian Lahan, *Hidronomic Zone* dan Kebijakan Sumber Daya Air dapat dijadikan sebagai dasar untuk menentukan inovasi-inovasi pengembangan model agroforestry mulai dari hulu sampai hilir suatu daerah tangkapan/lanskap/daerah aliran sungai.

Praktik Agroforestri di Jawa Barat

Salah satu praktik agroforestri yang tidak berbasis kesesuaian lahan dan hidronomik zone dapat menjadi pemicu terjadinya longsor di sekitar daerah hulu atau puncak suatu lanskap (Gambar 2). Praktik agroforestri lainnya di Jawa Barat yang mulai mempertimbangkan teknik konservasi tanah dan air dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 2. Kejadian longsor di hulu suatu lanskap/sub DAS sebagai akibat penggunaan lahan campuran (A) dan di perkebunan teh (B) di Kabupaten Bandung, Jawa Barat.



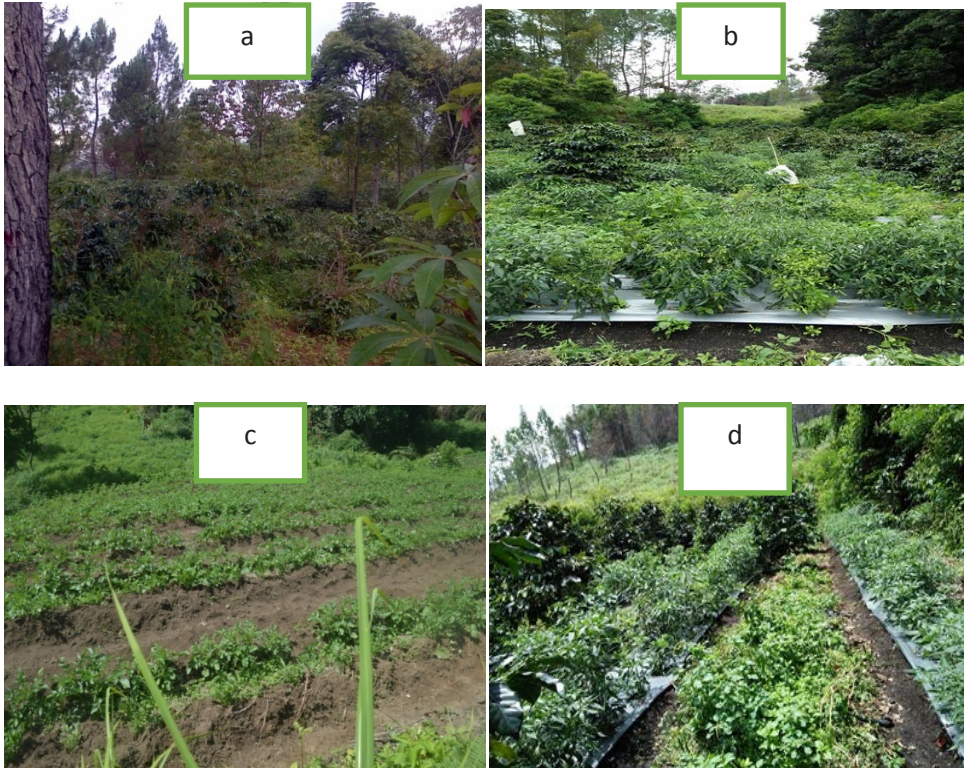
Gambar 3. Agroforestri di Pengalengan Jawa Barat: (A) Kopi dibawah *Pinus merkusii* dan (B) cabe dan kacang panjang dibawah tanaman *Eucalyptus sp* di Kab.Bandung.

Praktik Agroforestri di Sumatera Utara

Kegiatan agroforestri di sekitar DTA Toba yang telah berlangsung turun menurun telah menyebabkan berbagai kerusakan lingkungan. Kondisi aliran sungai Naborsahan di sekitar DTA Toba menunjukkan tingkat sedimentasi yang cukup serius, sebagai akibat dari praktik agroforestri yang kurang tepat di hulu DAS Sungai Naborsahan/Motung (Gambar 4). Jenis praktik agroforestri di hulu dan tengah DAS Motung di DTA Toba dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 4. Sedimentasi yang relatif tinggi di Sungai Naborsahan DTA Toba, Sumut.

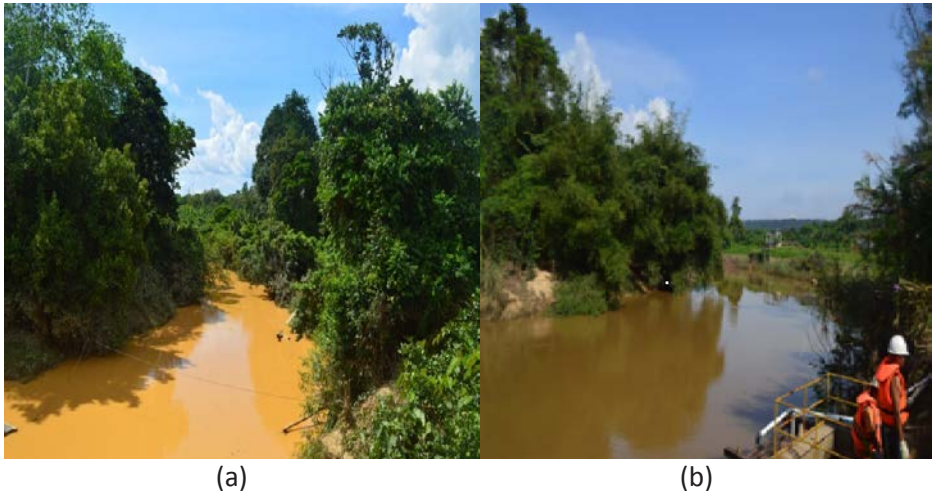


Gambar 5. Agroforestri di Sibisa Motung Toba, Sumut; (a) kopi dibawa *Pinus merkusii* dan *Shorea leprosula*; (b) kopi dan cabe (dimana cabe pakai plastik penutup tanah) dengan sistim jalur dalam hutan, tanpa naungan ponon;(c) kentang (d) kopi dan cabe (cabe pakai plastik penutup tanah)

Pola agroforestri di desa Sibisa Motung sekitar DTA Toba, Sumut telah dikembangkan pada areal sekitar 200 hektar di dalam kawasan hutan lindung melalui skema Hutan Kemasyarakatan (Hkm). Adapun jenis-jenis yang ditanam adalah jenis tanaman pertanian seperti kopi, cabe merah, cabe rawit, kentang, jahe, ubi kayu dan lain-lain; dengan tanaman pohon seperti *Pinus merkusii*, *Eucalyptus urophylla*, *Shorea leprosula* dan *Toona sureni* dan pohon penghasil buah seperti durian. Teknik konservasi tanah dan air yang diterapkan adalah dengan membuat guludan-guludan dan tutupan permukaan tanah dengan plastik.

Praktik Agroforestri di Kalimantan Timur

Praktik pemanfaatan lahan dengan pola agroforestri yang masih bersifat tradisional menyebabkan tingkat sedimentasi yang tinggi sungai Sangatta di Kalimantan Timur (Gambar 6). Pemanfaatan lahan yang terdapat di hulu dan tengah DAS Sangatta dapat dilihat pada Gambar 7.



Gambar 6. Kondisi sedimentasi di hulu (a) dan hilir (b) Sungai Sangatta Provinsi Kalimantan Timur, sebagai akibat pemanfaatan lahan di tengah dan di hulu yang belum berlandaskan kesesuaian lahan dan sistem pengelolaan air berbasis zonasi.



Gambar 7. Praktik Pemanfaatan lahan di sebagian lahan bekas tambang batubara. Praktik silvopasture merupakan salah satu alternative model yang dapat dikembangkan di lahan bekas tambang batubara.



Gambar 8. Silvopastur di Kalimantan Timur

AGROFORESTRI DAN MITIGASI DAN ADAPTASI PERUBAHAN IKLIM

Schoeneberger, *et al.* (2012) menyebutkan bahwa agroforestri berkontribusi terhadap adaptasi dan mitigasi perubahan iklim melalui penyerapan karbon dan penurunan emisi gas rumah kaca, peningkatan daya lentur (*resilience*) dan memfasilitasi sebagai koridor untuk migrasi dari jenis-jenis yang terancam karena lanskap pertanian yang terfragmentasi. Agroforestri adalah merupakan model pengelolaan hutan yang bertujuan untuk meningkatkan produktifitas lahan berupa hasil hutan, hasil pertanian/peternakan/perikanan sehingga masyarakat dapat memperoleh hasil dalam jangka pendek, menengah dan jangka panjang.

Prinsip dalam agroforestri adalah keseimbangan lingkungan, ekonomi dan sosial. Zomer,*et al.*, dalam Dawson,*et al.* (2011) menyebutkan sekitar 56 juta penduduk dunia hidup dari sistem agroforestri. Sedangkan Acharya,*et al.*, dalam Dawson, *et al.* (2011)

menyatakan bahwa budidaya pohon dalam sistem agroforestri oleh masyarakat pedesaan, dapat mengkonservasi ratusan jenis pohon setempat (konservasi insitu) di lahan pertanian. Apabila dilihat dari prinsip-prinsip tersebut (peningkatan produktifitas lahan yang berbasis lingkungan dan sosial), model agroforestri dapat memitigasi dan mengadaptasi perubahan iklim dengan alasan-alasan sebagai berikut: a) Pencampuran jenis pohon penghasil kayu, buah dan lain-lain merupakan salah satu model tanaman campuran, karena campuran beberapa jenis lebih baik dari hanya satu jenis dari segi pencegahan hama & penyakit dan jumlah karbon yang diserap; b) Pencampuran jenis tanaman yang didasarkan pada perbedaan sifat toleransi (*canopy* dan *understory*) akan memanfaatkan seluruh cahaya untuk fotosintesa; c) Pencampuran tanaman dari berbagai umur, yang dipanen adalah yang sudah siap panen (atau tidak melakukan penyerapan karbon yang tinggi lagi), sehingga memberi kesempatan untuk tanaman dengan umur lebih muda untuk mendapat cahaya lebih banyak dan pada akhirnya akan menyerap karbon lebih banyak, sehingga fungsi mitigasi dan adaptasi sekaligus dapat terjadi; d) Penggabungan nilai ekonomi, sosial dan budaya sehingga perubahan vegetasi dapat berjalan seiring dengan perubahan sosial dan budaya secara berangsur yang dapat disesuaikan dengan perubahan iklim; dan e) Dapat digunakan sebagai model untuk memfasilitasi perubahan kelompok vegetasi menjadi kelompok yang baru (adaptasi) seperti yang dijelaskan dalam teori perubahan vegetasi melalui perladangan berpindah yang teratur (Malmsheimer, 2008).

Model agroforestri dapat memitigasi dan mengadaptasi perubahan iklim melalui mekanisme sebagai berikut. Proses adaptasi dapat terjadi melalui: a) peningkatan daya lentur (*resilience*), karena adanya pencampuran jenis tanaman yang mempunyai ketahanan yang berbeda terhadap temperatur sehingga jika terjadi kenaikan suhu maka jenis-jenis tanaman yang tadinya dapat tumbuh pada temperatur yang lebih tinggi akan lebih *survive*, sedangkan jenis lainnya akan menurun pertumbuhannya, tetapi jumlah karbon yang diserap akan sama; b) Peningkatan daya tahan (*recistency*), jika terjadi kenaikan suhu, secara total produktifitas atau daya serap sistem terhadap CO tidak akan terganggu karena adanya penyesuaian-penyesuaian yang disebabkan oleh berbagai tanaman campuran yang mempunyai karakteristik fisiologi yang berbeda; dan c) Migrasi, pada batas tertentu jenis tanaman yang ada dalam sistem agroforestri tidak lagi toleran terhadap perubahan suhu sehingga beberapa jenis tanaman tertentu akan berpindah tempat ke

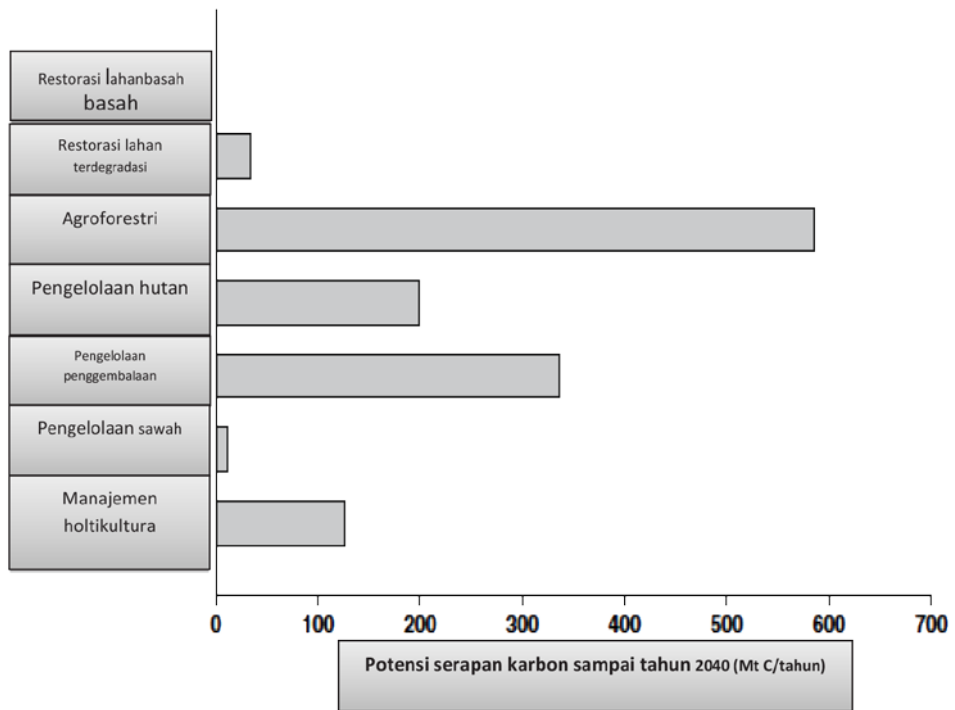
tempat yang lebih sesuai. Sebagai contoh jenis-jenis fauna tertentu akan menyebarkan bahan tanaman dari jenis-jenis yang tadinya toleran terhadap suhu 25⁰ C tetapi karena terjadi kenaikan suhu menjadi 30⁰ C maka jenis tanaman tersebut akan mencari tempat yang lebih tinggi (contoh : beberapa jenis anggrek di kebun raya berkurang jumlahnya tetapi di daerah Pangrango populasi jenis tersebut meningkat).

Karena terjadi pemanasan di khatulistiwa jenis-jenis pohon tropis yang tadinya hanya ada didaerah khatulistiwa secara gradual membentuk populasi digaris lintang yang lebih ke utara. Laporan terkini dari tim peneliti Britania Inggris berdasarkan hasil pengamatan selama 40 tahun terakhir mengungkapkan bahwa akibat perubahan iklim (kenaikan temperatur) sekitar 2000 jenis tumbuhan, hewan dan insekta didaerah khatulistiwa mulai dari Amerika Utara dan Amerika Selatan, Malaysia dan Eropa telah bergerak lebih cepat tiga kali dari yang diperkirakan sebelumnya ke daerah yang lebih tinggi dan mencari tempat yang lebih dingin. Selanjutnya disebutkan bahwa dalam satu dekade terjadi pergerakan 17 km/10 tahun atau sekitar 20 cm/jam dan juga pergerakan ke atas gunung 1 m/tahun (Science, 2011).

Agroforestri dapat berfungsi mitigasi karena akan menyimpan karbon atau menyerap karbon sehingga efek GRK akan berkurang. Sistem agroforestri juga dapat berkontribusi terhadap perubahan iklim melalui perbaikan iklim mikro dan pencapaian ketahanan pangan (N'Klo, *et al.* 2011). Nair, *et al.* dalam N'Klo, *et al.* (2011) melaporkan studi penyerapan karbon di lima negara termasuk Mali dan menemukan bahwa sitem agroforestri yang berbasis pohon menyimpan karbon lebih banyak dalam lapisan tanah yang lebih dalam pada keragaman jenis yang lebih tinggi dan kerapatan pohon yang lebih tinggi. Manajemen sistem agroforestri berpeluang penting dalam menciptakan sinergi diantara aksi mitigasi dan adaptasi (Verchot, *et al.* 2007). Areal yang cocok untuk agroforestri diperkirakan mencapai 585 – 1.215 juta hektar dengan potensi teknis mitigasi 1,1 - 2,2 x 10 gram C (Pg C) di ekosistem daratan untuk 50 tahun kedepan (Albert dan Kandji, *et al.* 2003 dalam IPCC, 2007).

Agroforestri juga membantu menurunkan tekanan terhadap hutan alam dan mendukung konservasi tanah dan memberikan jasa ekologis untuk peternakan (Mudiarmo, 2005 dalam IPCC, 2007). Selanjutnya Sanzech (2000) menyebutkan bahwa kegiatan agroforestri dapat menyerap tambahan karbon 57 x10 gram (Mg C) per hektar (nilai ini 3 kali lebih

tinggi dari pada lahan pertanian atau padang rumput). Transformasi lahan pertanian (*crop lands*) menjadi agroforestri diperkirakan akan menyimpan karbon tiga kali lebih tinggi selama 20 (dua puluh) tahun. Potensi serapan karbon dari berbagai pola penggunaan lahan sampai tahun 2040 dapat dilihat pada Gambar 10. Budidaya pohon dengan model agroforestri juga mempunyai potensi untuk mengurangi eksploitasi pohon dari hutan alam, kontribusi terhadap konservasi, mengurangi deforestasi, mengurangi emisi GRK dan menangkap karbon di lahan pertanian (Jamnadas, *et al.* 2010 dan Nair, *et al.* 2009 dalam Dawson, 2010).



Gambar 9. Potensi serapan karbon dari berbagai pola penggunaan lahan sampai tahun 2040 (IPCC, 2000 dalam Verchot, 2007).

Agroforestri Untuk Adaptasi

Peran agroforestri dalam adaptasi perubahan iklim dapat dilihat dari 3 pendekatan, yaitu: 1) pemindahan/translokasi germaplasma; 2) adaptasi genetik lokal dan 3) peran plastisitas jenis. IPCC (2007) menyebutkan

bahwa dalam translokasi germplasma kecepatan migrasi jenis tanaman di hutan alam daerah *temperate* akibat perubahan iklim antropogenik ditaksir lebih dari 1 (satu) km per tahun atau 10 (sepuluh) kali kecepatan pada kondisi perubahan iklim secara alami. Migrasi ini dibutuhkan pohon untuk mengadaptasi ketidak sesuaian fisiologi dan untuk mempertahankan/menyesuaikan dengan perubahan temperatur dan curah hujan pada tingkat taxa (Person, 2006 dalam Dawson 2010). Cara mengadaptasi jenis-jenis pohon hutan atau kelompok jenis hutan cenderung akan bergerak ke arah belahan bumi utara dan naik ke elevasi yang lebih tinggi.

Pemanasan global (*global warming*) dapat menambah hutan *montane*, *grassland*, dan hutan *arid*. Dalam konteks manajemen, sistem agroforestri merupakan fasilitator translokasi (yang tidak terjadi di hutan alam). Fasilitasi ini termasuk pengaruh manusia seperti dalam pengangkutan bibit dan biji, mikroorganisme seperti bakteri pengikat nitrogen dan binatang/serangga penyerbuk (*pollinator*). Hal yang perlu diperhatikan dalam translokasi germplasma adalah kesesuaian tempat tumbuh dan variasi jenis. Weber dalam Dawson (2010) menyebutkan, berdasarkan pengujian yang dilakukan terhadap pertumbuhan biji yang berasal dari berbagai pola curah hujan, direkomendasikan bahwa transfer germplasma harusnya terjadi satu arah dari daerah kering ke daerah yang lebih basah. Pertukaran seperti ini akan menghasilkan pertumbuhan yang lebih baik daripada daerah asalnya. Pertukaran germplasma antar negara penting untuk meningkatkan keanekaragaman masing-masing negara dan pada akhirnya akan meningkatkan daya tahan ekosistem jika terjadi perubahan iklim.

Agroforestri merupakan koleksi jenis pohon dari hutan alam di sekitarnya atau dari daerah lain (eksotik species yang berasal dari daerah yang lebih kering). Berbagai jenis pohon dapat dicampur sesuai dengan komposisi di alam, dilapis kedua dapat ditanam pohon penghasil buah dan tanaman penghasil pangan atau rempah rempah di lapisan ketiga. Model ini, mempunyai titik berat untuk meningkatkan ukuran populasi yang ideal dengan sifat genetik yang sama dengan yang ada di lapangan. Model ini menitik beratkan pada penanaman jenis-jenis pohon atau tanaman tertentu dengan jumlah yang memenuhi syarat kesamaan genetik dengan ukuran populasi yang ada di alam. Contoh seperti ini dapat dilihat pada bentang lahan dengan sekelompok pohon yang mempunyai jenis sama, kelompok ini bisa menyebar secara terpisah dengan lainnya dengan jumlah

anggota populasi yang relatif sama. Agroforestri yang terkait dengan plastisitas adalah dengan jenis yang punya morfologi dan fisiologi yang fleksibel dan dapat tumbuh baik pada kondisi minimum tanpa perubahan genetik (Gienapp, *et al.* 2008 dalam Dawson *et al.* 2011). Sebagai contoh, *Pinus patula* dan *P. tecumanii* yang berasal dari Amerika Tengah, jenis ini tumbuh lebih baik dalam interval lingkungan yang lebih luas dibanding dengan persyaratan alamiahnya (van Zonneveld *et al.* 2009 dalam Naver, *et al.* 2010). Jenis lain adalah seperti *Eucalyptus* dari Australia, saat ini sudah dapat dibudidayakan paling sedikit di 25 negara dengan kondisi yang lebih baik (Koskela, *et al.* 2009 dalam Naver *et al.* 2010). Keanekaragaman jenis pohon lokal dan eksotik dan tanaman pertanian dapat memperbaiki kelenturan (*resilience*) sistem pertanian terhadap perubahan lingkungan jika jenis tersebut mempunyai respon yang berbeda terhadap gangguan (Kind, *et al.* dan Steffan Dewertz, *et al.* dalam Dawson, *et al.* (2011).

Agroforestri untuk Mitigasi

Maness (2009) mengemukakan terdapat 3 (tiga) proses dimana pengelolaan hutan dapat mengurangi konsentrasi gas rumah kaca, yaitu: a) Perlindungan stok karbon melalui kegiatan konservasi, penundaan panen, pencegahan kebakaran dan pencegahan hama dan penyakit; b) Penyerapan karbon melalui kegiatan penanaman, peningkatan stok karbon, penggunaan kayu yang sudah diawetkan, dan c) Penggunaan energi yang dapat diperbaharui, melalui produksi biomassa yang dapat diperbaharui untuk menggantikan energi fosil. Peran agroforestri dalam mitigasi dapat dilihat dari ketiga strategi tersebut. Fungsi yang pertama sebagai penyerapan karbon ditempuh melalui penanaman campuran (jenis kayu pertukangan, pakan ternak, buah-buahan dan lain-lain). Fungsi kedua atau fungsi perlindungan stok terlihat pada pengurangan bahaya kebakaran dan serangan hama penyakit dengan pencampuran berbagai jenis tanaman sedangkan fungsi ketiga atau fungsi pemanfaatan energi yang dapat diperbaharui dapat ditempuh dengan penanaman jenis tanaman penghasil kayu bakar.

Dawson, *et al.* (2011) menyatakan bahwa emisi karbon dapat dikurangi dengan penerapan agroforestri melalui campuran jenis pohon penghasil kayu, pakan ternak dan buah-buahan. Kaiser (2000) menyebutkan bahwa kegiatan agroforestri dapat menambah penyimpanan

karbon lebih tinggi dibanding lahan pertanian, lahan penggembalaan, hutan dan padang rumput masing-masing sebesar 390 , 125, 240, 170 dan 38 x10 gram C per tahun (TgC/tahun) seperti terlihat pada Gambar 10. Oelbermann dan Voroney (2010) menyebutkan bahwa sistem agroforestri di daerah tropis dan beriklim sedang menyimpan jumlah karbon dalam tanah lebih tinggi dibandingkan dengan tanaman satu jenis. Peningkatan stok karbon dalam tanah juga dapat dilakukan dengan kegiatan-kegiatan manajemen lahan secara lestari seperti meminimalkan pengolahan lahan dan pemupukan kimia, penggunaan pupuk hijau, sisa tanaman, kompos, mulsa, tanaman penutup tanah dan pergiliran tanaman (Lai, 2004 dalam Oelbermann dan Voroney (2010). Naver (2010) menyebutkan bahwa pengurangan emisi karbon dapat dilakukan dengan penerapan agroforestri pada areal/lanskap yang terdeforestasi dengan jenis pohon yang dicampur dengan jenis penaung, pohon dengan daun pakan ternak dan buah-buahan.

Dalam kaitannya dengan perubahan iklim mikro, Shouza, *et al.* (2012) mengemukakan bahwa pada tampak tanaman agroforestri kopi di "*Atlantic Rainforest biome*" mempunyai suhu yang lebih rendah 6°C dibandingkan dengan kopi ditempat terbuka. Soewandhita (2013) mengemukakan bahwa untuk mitigasi daerah bencana di kawasan budidaya Gunung Sindoro-Sumbing di Kabupaten Wonosobo dan Temanggung supaya tidak bertani monokultur tetapi tanaman campuran kehutanan, perkebunan dan holtikultura/pangan. Semakin tinggi tingkat degradasi lahan semakin rendah tingkat kesesuaiannya untuk tanaman pangan demikian juga sebaliknya.

PEMBELAJARAN YANG DIDAPATKAN

Penguatan sistim agroforestri untuk mendukung ketahanan pangan, kesejahteraan petani dan keberlanjutan ekosistem dan untuk mitigasi dan adaptasi perubahan iklim dapat dilakukan dengan inovasi kesesuaian lahan, sistim zonasi pengelolaan air dan kebijakan yang perlu diciptakan. Selain inovasi teknis tersebut diperlukan inovasi kebijakan yang terkait dengan reformasi birokrasi untuk mengembangkan agroforestri dengan melibatkan petani, peneliti dan penyuluh. Hal ini dapat dilakukan dengan membentuk *quick win* program pada setiap wilayah yang mempunyai program pengembangan agroforestri. *Quick win* program

merupakan program pembelajaran yang melibatkan petani, peneliti dan penyuluh untuk mengembangkan model agroforestri yang sesuai di hulu, di tengah dan di hilir suatu DAS. Berbagai alternatif model yang dapat dikembangkan dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Alternatif Model Agroforestri Berdasarkan Zona Pengelolaan Air dan Kesesuaian Lahan.

Nomor	Bagian Zonasi	Model Agroforestri	Jenis/Campuran jenis	Keterangan
1	Water source zone	Pohon	Tergantung penilaian kesesuaian lahan	S ₁ untuk pohon penghijauan
2	Natural recapture zone	Pohon dan tanaman buah	Tergantung hasil penilaian kesesuaian lahan	S ₁ untuk pohon dan tanaman buah
3	Regulated recapture zone	Pohon , buah dan holtikultura	Tergantung hasil penilaian kesesuaian lahan	S ₁ untuk pohon, buah dan holtikultura
4	Stagnation zone	Pohon dan silvofishery	Tergantung hasil penilaian kesesuaian lahan	S ₁ untuk pohon, buah dan holtikultura
5	Final use zone	Pohon, buah, holtikultura dan silvofishery	Tergantung hasil penilaian kesesuaian lahan	S ₁ untuk pohon, buah dan holtukultura
6	Environmental sensitive zone	Pohon dan silvofishery	Tergantung hasil penilaian kesesuaian lahan	Jenis-jenis setempat

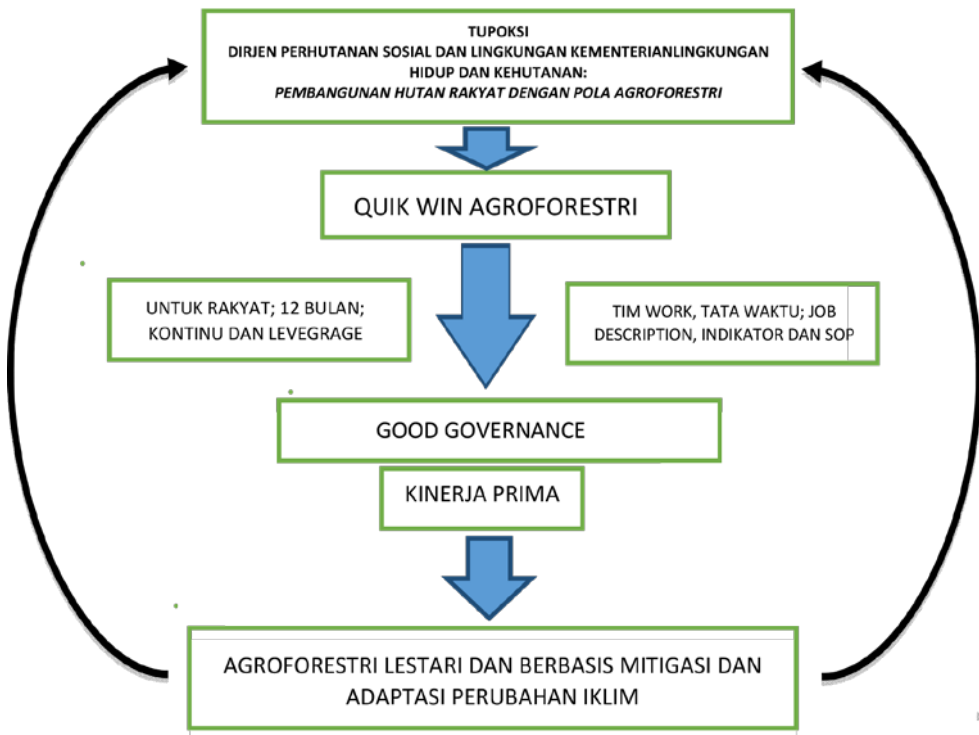
Keterangan:

- a) *Water source zone* (zona sumber air); b) *Natural recapture zone* (zona tangkapan kembali secara alami); c) *Regulated recaptured zone* (zona pemanfaatan air kembali dengan teknologi irigasi); d) *Stagnation zone* (zone buntu, tidak dapat dimanfaatkan lagi); e) *Final use zone/FUZ* (zona pemanfaatan akhir) dan f) *Environmental sensitive zone/ESZ* atau zona lingkungan yang sensitive.

"Quick Win" Agroforestri

Dalam Pedoman Umum reformasi birokrasi Per/15/M.PAN/7/2008 disebutkan bahwa tahapan reformasi birokrasi terdiri dari membangun kepercayaan masyarakat, membangun komitmen dan partisipasi, mengubah pola pikir dan memastikan keberlangsungan berjalannya dan terjadinya perubahan. Untuk tahap membangun kepercayaan masyarakat diperlukan program percepatan yang disebut dengan "quick win" yang merupakan produk atau jasa layanan publik yang dihasilkan oleh K/L/Pemda yang secara nyata dapat ditunjukkan kepada masyarakat sebagai bagian dari hasil reformasi birokrasi; misalnya penyederhanaan, peningkatan waktu pelayanan, perubahan sikap pegawai terhadap pengguna, pelayanan "jemput bola", penanganan pengaduan dan seterusnya. Adapun kriteria untuk menentukan program percepatan adalah: 1) langsung bersentuhan dengan kebutuhan minimal masyarakat luas; 2) out put sejalan dengan tugas pokok dan fungsi; dan 3) dapat diselesaikan dalam jangka waktu kira-kira 12 bulan dan hasilnya dapat dengan cepat dirasakan oleh pengguna.

Berdasarkan peraturan No: P.18 / Kemen LHK-II / 2015 tentang struktur organisasi dan tatakerja kementerian lingkungan hidup dan kehutanan, salah satu tugas pokok dan fungsi Pusat Litbang Hutan adalah melaksanakan penelitian dan pengembangan yang mendukung seluruh kegiatan eselon I terkait inovasi teknis, kebijakan dan manajemen terpadu untuk pembangunan Hutan Tanaman Rakyat yang menjadi bagian tugas pokok dan fungsi dari Dirjen Perhutanan Sosial dan Lingkungan. Permen tersebut, yang menugaskan dan bertanggung untuk menyiapkan masyarakat dalam penanaman hutan, melaksanakan proses penyiapan dan implementasi kebijakan, bantuan teknis, evaluasi pelaksanaan dari bimbingan teknis dan supervisi pelaksanaan di lapangan, pemberdayaan dan peningkatan kapasitas para pelaksana, maupun verifikasi masyarakat peserta. Dengan adanya unit khusus tersebut diharapkan penyiapan masyarakat peserta hutan tanaman menjadi lebih mudah. Dengan mengaitkan program HTR dengan skema agroforestri, maka yang memenuhi persyaratan untuk dijadikan sebagai "Quick Win" adalah: kegiatan pengembangan hutan tanaman rakyat di dalam kawasan hutan dengan pola agroforestri dengan inovasi kesesuaian lahan dan hidronomic zone. Secara ringkas skema pengembangan Quick Win Agroforestri dapat dilihat pada Gambar 10.



Gambar 10. Quick Win Agroforestri

Sudibyo dan Kosasih (2011) mengemukakan bahwa untuk pengembangan HTR di desa Tambak Ukir, Kecamatan Kendit, Kabupaten Situbondo cukup sesuai (S_2) untuk jenis sengon laut (*Paraserianthes falcataria*), jati (*Tectona grandis*) dan mahoni (*Swietenia macrophylla*) sedangkan untuk kacang kormuk (*Lablab purpureus*), jagung (*Zea mays*) dan kacang tanah (*Arachis hypogon*) termasuk potensial cukup sesuai (S_2) yang hanya direkomendasikan pada kemiringan lereng 3%-8%. Butarbutar (2016) menyebutkan sebaiknya percepatan pembangunan HTR dengan pola-pola agroforestri dapat dilakukan dengan membentuk kelompok kerja teknis khusus untuk penentuan dan pencampuran jenis, pembiayaan dan pendampingan sampai panen dan rencana pengembangan lanjutan (setelah daur I, II dan seterusnya). Purwanto (2017) menyebutkan bahwa pola Hutan Kemasyarakatan (HKm), Hutan Desa (HD), Hutan Kemitraan (HK), Hutan Adat (HA) dan program non-pemerintah (Hutan Rakyat) perlu

didukung pendanaannya melalui Badan Pelayanan Umum seperti yang sudah dilakukan untuk pembangunan HTR

Tabel 2. Rangkaian kegiatan *quick win* pengembangan hutan tanaman rakyat dalam kawasan hutan dengan model agroforestri berbasis kesesuaian lahan, hidronomik zone dan berbasis adaptasi dan mitigasi perubahan iklim.

Nomor	Kegiatan	Bulan												Target
		1	2	3	4	5	7	8	9	10	11	12		
1	Persiapan	X												
2	Koordinasi dengan Es I terkait	X												
3	Kordinasi dengan Pemda	X												
4	Penentuan lokasi dan kelompok masyarakat		X											
5	Identifikasi kesesuaian lahan dan <i>hidronomic zone</i>		X	X	X									
6	Pendanaan	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		
7	Pelatihan paket agroforestri berbasis kesesuaian lahan dan <i>hidronomic zone</i> *			X	X									
8	Pendampingan (penanaman dan pemeliharaan)*					X	X	X	X	X	X			
9	Pemanenan tanaman hortikultura											X		
10	Evaluasi*											X		

Keterangan: * = Kerjasama Peneliti dengan Penyuluh dan Widyaswarasuluh dan Pusediklat

Kegiatan program percepatan Quick Win pengembangan hutan tanaman rakyat dalam kawasan hutan dengan model agroforestri dilaksanakan melalui manajemen kolaborasi. Rangkaian kegiatan detail dari Quick Win dapat dilihat pada Tabel 2. Tahap selanjutnya adalah

membangun komitmen dan partisipasi, mengubah pola pikir, memastikan kelangsungan berjalannya sistem dan terjadinya perubahan. Adapun rencana kegiatan untuk tahun-tahun berikutnya adalah: 1) membangun komitmen dan partisipasi pada seluruh pihak yang terlibat (komunikasi perubahan, menanamkan pemahaman, mendorong komitmen, menggerakkan partisipasi); 2) mengubah pola pikir para pihak yang dilibatkan dalam mengembangkan agroforestri (menciptakan sistem yang merubah pola pikir, merubah budaya dan merubah nilai-nilai organisasi; dan 3) memastikan berjalannya sistem baru dan terjadinya perubahan dalam pengelolaan agroforestri (Penguatan unit organisasi, deregulasi-regulasi, penguatan pengawasan dan Perbaikan sarana dan prasarana).

Tahapan selanjutnya adalah membangun komitmen dan partisipasi, mengubah pola pikir, memastikan kelangsungan berjalannya sistem dan terjadinya perubahan. Adapun rencana kegiatan untuk tahun-tahun berikutnya adalah: 1) Membangun komitmen dan partisipasi (komunikasi perubahan, menanamkan pemahaman, mendorong komitmen, menggerakkan partisipasi); 2) Perubahan Pola Pikir (menciptakan sistem yang merubah pola pikir, merubah budaya dan merubah nilai-nilai organisasi dan 3) Memastikan berjalannya sistem baru dan terjadinya perubahan (Penguatan unit organisasi, deregulasi-regulasi, penguatan pengawasan dan Perbaikan sarana dan prasarana)

PENUTUP

Pengembangan agroforestri yang pada intinya mengembangkan sistem tanaman campuran antara tanaman kehutanan dan tanaman pertanian dapat memitigasi perubahan iklim. Pengembangan agroforestri juga dapat berperan sebagai salah satu upaya adaptasi terhadap perubahan iklim yang cenderung menimbulkan suhu udara yang semakin panas. Dalam rangka mengoptimalkan pengembangan agroforestri maka model agroforestri yang dikembangkan perlu mempertimbangkan kesesuaian lahan untuk berbagai jenis tanaman kehutanan dan tanaman pertanian serta mempertimbangkan pula zona pengelolaan air dalam wilayah Daerah Aliran Sungai.

Selama ini, sistem pengelolaan sumber daya air masih bersifat parsial dimana pengelolaan air di daerah hulu, tengah dan hilir pada

wilayah Daerah Aliran Sungai menjadi tanggung jawab Kementerian yang berbeda. Sistem pengelolaan seperti ini kurang efisien bagi upaya pengelolaan sumber daya air secara berkelanjutan karena masing-masing Kementerian memiliki kepentingan yang berbeda dalam mengelola sumber daya air yang tersedia. Oleh karena itu diperlukan sistem pengelolaan air secara terpadu yang melibatkan seluruh Kementerian yang berwenang untuk mencapai pengelolaan sumber daya air yang efisien dan berkelanjutan. Begitu pula pengembangan agroforestri sebagai upayaantisipasi terhadap perubahan iklim perlu dilaksanakan secara terpadu dan hal ini dapat ditempuh dengan menerapkan pola manajemen kolaborasi diantara seluruh pihak yang terlibat. Upaya-upaya penguatan agroforestri tradisional menjadi agroforestri lestari yang berbasis kesesuaian lahan, hidronomiz zone yang dapat memitigasi dan adaptasi perubahan iklim perlu diawali dengan "*quick program*" dengan penyempurnaan secara berkesinambungan.

DAFTAR PUSTAKA

- Ahmed ,NMZ; W. B. Z.Yuqingand U. M. Rahmat. 2012. Assessment of Yield and Soil Properties using Agroforestry Practices in a Degraded Land. International Conferency on Environment, Energy and Biotechnology IPCBEE vol.33 (2012) ©(2012) IACTSIT Press, Singapore.
- Ahmad, F and L. Goparaju. 2017. Land Evaluation in terms of Agroforestry Suitability, an Approach to Improve Livelihood and Reduce Poverty: A case study of Palamu district, Jharkhand, India. Ecological Questions 25/2017: 67–84 <http://dx.doi.org/10.12775/EQ.2017.006>. Di unduh pada tanggal 25 Agustus 2017.
- Ahmad, F., L.Goparaju and A.Qayum. 2017. Agroforestry suitable analysis based upon nutrient availability mapping: a GIS based suitability mapping. AIMS Agriculture and Food, 2 (2). p:201-220. <http://www.aimspress.com/journal/agriculture>.diunduh tanggal 6 September 2017.
- Asmarhansyah, A., R.B.Badayos., P.B.Sanchez., P.C.S.Cruz and L.M. Florece. 2017. Land suitability evaluation of abandoned tin-mining areas for agricultural development in Bangka Island, Indonesia.

- Bukhori dan I.G.Febryano.2010. Desain Agroforestry Pada Lahan Kritis (Studi Kasus di Kecamatan Indrapuri, Kabupaten Aceh Besar. *Perennial* Vol.6.No.1.p:53-59.
- Butarbutar, T. (2012). Agroforestri untuk mitigasi dan adaptasi perubahan iklim (Agroforestry for mitigating and adapting climate change). *Jurnal Analisis Kebijakan Kehutanan* Vol.9.No.1.p:1-10.
- Butarbutar, 2016. Reinforcing agroforestry to meet the need for timber, fruits and food into HTR scheme-based on land suitability and necessary policy: A case study in Riau. *Proceedings International Conference of Indonesia Forestry Researchers III – 2015*, Bogor 21-22 October 2015. p: 158-169. Forestry Research, Development and Innovation Agency. Bogor
- Cornwell, E. 2014. Effects of different agricultural system on soil quality in Northern Limon provonce, Costa Rica. *Rev.Biol.Trop.(Int.J.Trop.Biol.ISSN-0034-744)*Vol.62 (3).p: 887-897, September 2014.
- Dhillon, K.S., S.K.Dhillon and H.S.Thind. 2008. Evaluation of different agroforestry tree species for their suitability in the phytoremediation of seleniferous soils. *Soil Use and Management* Volume 24, Issue 2.2008.p:208-2016.
- Dawson, I.K; B. Vinceti; J.C. Weber; H. Neufeldt; J. Russel; A.G. Leengkek; A. Kalinganire; R. Kindt; J.P.B. Lilleso; J. Rhosetko and R. Jamnadas. 2010. Climate change and tree genetic resources management : Maintaining and Enhancing the productivity and value of smallholder tropical agroforestry Landscapes. A review. *Agroforestry System* (2011). Published online, 20 April 2010. Springer- Science Business Media 2010.
- Dariah, A., D.Nursyamsi and E.Pasandaran. 2016. Reversing the trend of land degradation. p:97-109. *Toward a resilience food and nutrition security in Indonesia* (Eds. Effendi Pasandaran and Haryono).IAARDS Press. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian. Kementerian Pertanian. Jakarta

- FAO, 1977. The state of food and agriculture 1976. Agriculture series No.4.Italy.pp.157
- FAO, 1999. FAO Guideline for Soil Profile Description 3rd Edition.
- Gunawan, T., S.W. Suprodjo dan L.Muta'ali. 2014. Optimalisasi Penggunaan lahan untuk Agroforestri Di Daerah Aliran Sungai Cimanuk Propinsi Jawa barat. Tekno Sains Jurnal Vol.4,No.1 (2014) .p:39-53
- Hairiah, K., S.R. Utami., D.Suprayogo., Widiyanto., S.M.Sitompul., Sunaryo., B. Lusiana, R.Mulia., M van Norrdwijk and G.Cadish. 2000. Agroforestry on Acid Soil in Humid Tropics: Managing tree-soil-crop interaction.pp.38. International Centre for Research in Agroforestry.
- Hakim, I dan R.Maryani. 2013. Transformasi lanskap hutan menghadapi perubahan iklim dan mendukung ketahanan pangan: kasus di Provinsi Banten. p: 214-241. Politik Pembangunan Pertanian menghadapi Perubahan Iklim (Eds.Haryono Soeparno, Effendi Pasandaran, Muhrizal Syarwani, Ai Dairiah, Sahat M.Pasaribu, Nono Sutriso Saad.IAARDS Press. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian. Kementerian Pertanian. Jakarta.
- Haryanti, N dan N.A.Jariyah. 2015. Partisipasi masyarakat Tani Pada Sistem Agroforestri di Lahan Miring. Seminar Nasional Restorasi DAS: Mencari Keterpadua Di Tengah Perubahan Iklim (Eds.Evi Irawan, *et al*). p:636-646. Balai Penelitian Teknologi Kehutanan Pengelolaan DAS; Program Pascasarjana Universitas Sebelas Maret dan Fakultas Geografi Universitas Muhammadiyah Surakarta. Solo.
- IPCC. Working Group Discussion : Climate Change 2007 : Working Group III : Mitigation of Climate Change.
- Itta, D.Y., Y.F.Arifin., A.L.Abadi dan Maryunani. 2013. Agroforestry pattern in Peatland of Ex-Transmigration in Klampangan Village of Sebangau Sub District Palangkaraya,Central Kalimantan. IOSR Journal Of Enviromental Science, Toxicology and Food Technology (IOSR-JESTFT).Vol 4, Issue 2 (mey-June 2013).p:37-41.
- Kaiser, J. 2000. Rift Over Biodiversity Divides Ecologist. Science 289. p: 1282-1283.

- Katanga, R.,G.Kabwe.,E.Kuntasula.,P.C.Mafongoya and S.Phiri. 2007. Assessing Farmer Inovations in Agroforestry in Eastern Zambia. *Journal of Agricultural Education and Extention* Vol.13.No.2.p: 117-129. June.2007.
- Leite, L.F.C., B.F.Iwata and A.S.F.Araujo.2014. Soil Organic Matter Pools in a Tropical Savanna under Agroforestry System in Northeastern Brazil. *Revista Arvore*, Vicosa-M.G.v.38,n.4,p:711-723.2014. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100 67622014000400014>
- McNamara, Robert S.. 1973. *Address to the Board of Governors by Robert S. McNamara*. Presidential speech. Washington, DC: World Bank.
- Molden D. J.; J. Keller; and R. Sakthivadivel. 2001. Hydronomic zones for developing basin water conservation strategies. Research Report 56. Colombo, Sri Lanka: International Water Management Institute.
- Macandong,M.D.B and Erwin R.A.2007. Predicting the long-term productivity, economic Feasibility and Sustainability of Smallholder Hedgerow Agroforestry SsytemUsing the WANULCAs model.p:229-234. Improving the Triple Bottom Line Returns from Small-scale Forestry (Ed.Steve Harrison, Annerine Bosch and John Herbohn). Proceedings of IUFRO 3.08 Conference, Ormoc City Leyte, the Philippine, 17-21 June 2007.The University of Queensland.Brisbane.
- Malsheimer, RW; P. Hefferman; S. Brink; D.Crandall; F. Deneke; C. Galik; E. Gee; J.A. Helm; N. Mac Clure; M. Mortimer; S. Ruddell; M. Smith and J. Stewart. 2008. Forest Managemnent Solutions for Mitigating Climate Change. *Journal of Forestry* Volume 106 Number 3. p:115-173. Society of Americans Foresters Task Force Report. Grosvernor Lane, Bethesda, Maryland USA.
- Maness, T.C. 2009. Forest Management and Climate Change Mitigation : Good Policy Requires Careful Thought. *Journal of Forestry* April/May 2009 pp: 119-124. A Society of American Foresters. Grosvernor Lane, Bethesda, Maryland USA.
- Nair, P.K.R. 1993. An Introduction to agroforestry. Kluwer Academic Publisher. Dordrech. The Netherland. In cooperation with International Centre for Research in Agroforestry.

- Nair, P.K.R. 2017. Agroforestry for Sustainability of Lower-Input Land-Use System. *Journal of Crop Improvement* Volume 19, 2007-Issue 1-2. <http://dx.doi.org/10.1300/j411v19n01-02> (abstract) diunduh tanggal 6 September 2017.
- Naver, J; J.A. Estrada-Salvador and E. Estrada- Castrillon, 2010. The effect of land use change in the tropical dry forest of Morales, Mexico on Carbon Stock and Fluxes. *Journal of Tropical Forest Science* Volume 22 No 3, 2010. Pp. 295-307. Institut Perhutanan Malaysia.
- N'Klo, Q.; D. Louppe and F. Bourge, 2011. Is Agroforestry a suitable response to climate change ? CIRAD.
- Oelbermann, M. and R.P. Voroney, 2010. An evaluation of the century model to predict soil organic carbon : examples from Costa Rica and Canada. *Agroforestry System* (Published online, 13 October 2010). Springer Science + Business Media B.V. 2010.
- Penning de Vries, F., H. Acquay., D. Molden., S. Scherr., C. Valentin and O. Cofie. 2008. Learning from Bright Spots to Enhance Food Security and to Combat Degradation of Water and Land Resources. *Conserving Land, protecting water* (edited by Deborah Bossio and Kim Geheb; in association with the CGIAR Challenge Program, on Water and Food and the International Water management Institute (IWMI). London, UK.
- Peraturan Menteri Negara Pendayagunaan Aparatur Negara Nomor: Per/15/M.PAN/7/2008 Tentang Pedoman Umum Reformasi Birokrasi
- Pinho, R.C., R.P. Miller and S.S. Alfaia. 2012. Agroforestry and the Improvement of Soil Fertility: A View from Amazonia. *Applied and Environmental Soil*. Volume 2012 (2012). <https://googleweblight.com> dengan article ID. <http://dx.doi.org/10.1155/2012/>. Diunduh tanggal 24 Agustus 2017.
- Puspitojati, T., M.Y. Mile., E. Fauziah dan D. Darusman. 2014. Hutan Rakyat. Sumbangsih Masyarakat Untuk Hutan Tanaman. Kementerian Kehutanan (Ed. Bahrani). Badan Penelitian dan Pengembangan Kehutanan. Pusat Penelitian dan Pengembangan Perubahan Iklim dan Kebijakan. PT. Kanisius. Yogyakarta. 102 p

- Permenhut P.18/Kemen-LHK-II/2015. (2015). Tentang Struktur Organisasi Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan.
- Purwanto, E (ed), 2017. Tantangan Perhutanan Sosial dan Peran CSO. Prosiding Lokakarya "Strategi Penguatan Perhutanan Sosial dan Peran CSO". Tanggal 22-23 Oktober. Bogor. Tropenbos Indonesia.
- Ritung,S., Wahyunto., Agus F dan Hidayat, H. 2007. Panduan Evaluasi Kesesuaian lahan dengan Contoh Peta Arahana Penggunaan Lahan Kabupaten Aceh Barat. Balai Penelitian Tanah dan Agroforestry Centre (ICRAF), Bogor. Indonesia.
- Ranola, R.F.Jr., Damasa,B.M-M.,Nino,B.V and Gerlie,O.T.2007. Profitability of Agroforestry System in Claveria, Southern Philippines.p:329-340. Improving the Triple Bottom Line Returns from Small-scale Forestry (Ed.Steve Harrison, Annerine Bosch and John Herbohn). Proceedings of IUFRO 3.08 Conference, Ormoc City Leyte, the Philippine, 17-21 June 2007.The University of Queensland.Brisbane.
- Rahim, S.M.A., S. Hasnain and F.Jabeer. 2011. Land classification for choice of tree species on farm land in the Attock District of Punjab, Pakistan. Forestry Studies in China September 2011. Volume 13, Issue 4.p: 290-298.
- Rahim, S.M.A., S. Hasnaian and R.A.Shamsi. 2010. Land suitability classification of choice of tree species in District Rahim Yar Khan, Ounjab, Pakistan. African Journal of Agricultural Research Vol.5 (23) p: 3219-3229. <http://www.academicjournals.org/AJAR>.
- Rachmawati, N.,K.Muribah dan Widiatmaka. 2014. Evaluasi Multi-Kriteria untuk Kesesuaian lahan Budidaya Lebah madu Di Kabupaten Cianjur (Multi-Criteria Evaluation for Beekeeping Land Suitability in Cianjur Regency). Majalah Ilmiah Globe, 16 No.1.Juni 2014.p: 89-100
- Rachmawati, Meilan, Riswan dan A.Rauf. 2014. Evaluasi Kesesuaian lahan Alpakat berdasarkan Sistem lahan Penggunaan Sistem Informasi Geografis.Prosiding seminar nasional masyarakat Peneliti Kayu Indonesia (MAPEKI) XVII 11 November 2014.Medan. p:303-308
- Rendra, P.P.R., N.Sulaksana dan B.Y.C.S.S.S.Alam. 2016. Optimalisasi Pemanfaatan Sistem Agroforestri Sebagai Bentuk Adaptasi dan

Mitigasi Tanah Longsor. Bulletin of Scientific Contribution Volume 14 Nomor 2 ,Agustus 2016.p:117-126. Fakultas Teknik Geologi. Universitas Padjadjaran Bandung.

Sanchez, P.A. 2000. Linking climate change research with food security and poverty reduction in the tropics. *Agriculture, Ecosystem and Environment*, Volume 82, Number 1, December 2000, pp. 371-383 (13). Elsevier

Sevare, M.N., Samuael,O.B., Steve,H.,John,H and Eduardo,O.M.2007. Altitude Related to Forestry and Agroforestry of Smallholder Tree Farmers on Leyte Island, The Philippine.p:354-340. Improving the Triple Bottom Line Returns from Small-scale Forestry (Ed.Steve Harrison, Annerine Bosch and John Herbohn). Proceedings of IUFRO 3.08 Conference, Ormoc City Leyte, the Philippine, 17-21 June 2007.The University of Queensland.Brisban

Silva, G.L., H.V.Lima., MM.Campancha., R.J.Gilkes and T.S.Oliveira. 2011. Soil physical quality of Luvisols under agroforestry, natural vegetation and conventional crop management system in the Brazilian semi-arid region. *Geoderma* 167-168 (2012).p: 61-70.Elsevier.B.V.

Science, 2011. Climate Change : Forcing plants, animals to higher elevation ([http: www.ibtimes.com/art/serviceoleh](http://www.ibtimes.com/art/serviceoleh) ib times staff reporter tanggal 21 Agustus 2011 jam 4.52 PM EDT ; diunduh tanggal 23 Agustus 2011 jam 23 WIB).

Sudibyo, J and A.S.2011. Analisis Kesesuaian Lahan Hutan Rakyat di Desa Tambak Ukir, Kecamatan Kendit Kabupaten Situbondo (The Land Suitability Analysis of Cummunity Forest In the Village Tambak Ukir, Subdistrick Kendit, Situbondo. *Jyurnal Penelitian Hutan Tanaman* Vo.8 No.2 April 2011.p:125-133.

Shouza, H.N., R.G.M.Goede., L.Brussard., I.M.Cardoso.,E.M.G.Duarte., R.B.A.Fernandes.,L.C.Gomes and M.M.Pulleman. 2012. Protective shade, tree diversity and soil properties in coffe agroforestry system in the Atlantic Rainforest biome. *Agriculture, Ecosystem and Environment* 146 (2012).p: 179-196.Elsevier B.V.

Schoeneberger, M.G.,G.Bentrup.,H.de Gooijer.,Soolanayakanahally,T.Sauer, J.Brandle.,X.Zhou and D.Current.2012. Branching out: Agroforestry

as a climate change mitigation and adaptation tool for agriculture.
Journal of Soil and Water Conservation Vol 67 No.5.p:128A-136A.

- Soewandhita, S. 2013. Land suitability for land disaster mitigation on cultivated area (Case study in cultivated area in Mount Sindoro-Sumbing Slopes at Wonosobo and Temanggung Regency). Kajian kesesuaian lahan untuk Mitigasi Bencana lahan di Kawasan Budidaya (Kasus kawasan budidaya di lereng Gunung Sindoro-Sumbing Kabupaten Wonosobo dan temanggung) Jurnal Science dan Teknologi Indonesia Vo.15 No.1 April 2013.p: 17-23
- Susetyo, B., Widiatmaka., H.S.Arifin., Machfud dan N.H.S.Arifin.2014. Analisis Spasial Kemampuan dan Kesesuaian lahan untuk Mendukung Model Perumusan Kebijakan manajemen Lanskap di Sempadan Ciliwung, Kota Bogor. (*Spatial Analysis of Land Capability and Suitability for Policy Formulation Model of Landscape Management at Ciliwung Riparian in Bogor City*). Majalah Ilmiah Globe, 16 No. 1.p:51-58
- Scwab, N., V.Schickhoff and E.Fischer. 2015. Transition to agroforestry significantly improves soil quality : A case study in the central mid-hills of Nepal. Agricultural, Ecosystem and Environment 205 (205) .p:57-59. Elsevier B.V.
- Sudomo, A dan M. Palmolina. 2015. Penerapan Agroforestry pada lahan Masyarakat (Study Kasus di Desa Hargorejo, Kecamatan Kokap, Kabupaten Kulonprogo, Provinsi D.I.Yogyakarta. Prosiding Seminar Nasional Restorasi DAS: Mencari Keterpaduan di Tengah Isu Perubahan Iklim (Eds.Evi Irawan, *et al*) hal: 657- 666. Balai Penelitian Teknologi Kehutanan Pengelolaan DAS; Program Pascasarjana Universitas Sebelas Maret dan Fakultas Geografi Universitas Muhammadiyah Surakarta. Solo.
- Sudomo, A dan A.Widiyanto. 2016. Pengaruh Pemberian Serasah dalam Sistem Agroforestri Terhadap Pertumbuhan Sengon dan Produktifitas Kapulaga. Prosiding Seminar nasional Peran Pengelolaan Air Untuk Mendukung Ketahanan Air (Eds.Supangat, A.B, *et al*/Nugroho).p:258-271. Balai Litbang Teknologi Pengelolaan daerah Aliran Sungai;Universitas Sebelas Maret Surakarta; Universitas Muhammadiyah Surakarta dan Ikatan Ahli Lingkungan Hidup.

- Sudomo, A dan A.Widiyanto. 2016. Pengaruh Pemberian Serasah dalam Sistem Agroforestri Terhadap Pertumbuhan Sengon dan Produktifitas Kapulaga. Prosiding Seminar nasional Peran Pengelolaan Air Untuk Mendukung Ketahanan Air (Eds.Supangat, A.B, *et al*/Nugroho).p:258-271. Balai Litbang Teknologi Pengelolaan daerah Aliran Sungai;Universitas Sebelas Maret Surakarta; Universitas Muhammadiyah Surakarta dan Ikatan Ahli Lingkungan Hidup.
- Supriadi, H dan D.Pranowo. 2015. Prospek Pengembangan Agroforestri Berbasis Kopi Di Indonesia.(Prospect of Agroforestry Development Based on Coffee in Indonesia). Perspektif Volume 14 No.2. p:135-150. Balai Penelitian Tanaman Industri dan Penyegar Sukabumi.
- Undang-Undang Sumber daya Air Nomor 7 Tahun 2014.
- Undang-Undang pengairan Nomor 11 Tahun 1974.
- Verchot, L.V., Meine Van Noordwijk, Serigne Kandji, Tom Tomich, Chin Ong, AlanAlbrecht, Jens Mackensen, Cynthia Bantilan, V. Anupama and Cheryl Palm. 2007. Climate Change : linking adaptation and mitigation through agroforestry. MitigAdapt Strat Glob Change (12) :901-918.D0110.1007/s11027-007-9105-6
([Http://www.ies.lbl.gov/iespubs/14verchot.pdf](http://www.ies.lbl.gov/iespubs/14verchot.pdf)) Diunduh tanggal 14 September 2011.
- Wang, L., C.Zhong., P.Gao., W.Xi and S.Zhang.2015. Soil Infiltration Characteristics in Agroforestry System and Their Relationship with the Temporal Distribution of Rainfall on The Loess Plateu in China. PLoSone.2015;10(4)e0124767.doi.10.1371/journal.pone.0124767.NCBI Resources. Diunduh tanggal 7 Sptember 2017.NCBI Resources. Bethesda.

INOVASI POLA TANAM *RELAY-INTERCROPPING* JAGUNG-UBIKAYU DI LAMPUNG MENGANTISIPASI DAMPAK KEKERINGAN

A. Arivin Rivaie, Kiswanto dan Effendi Pasandaran

PENDAHULUAN

Peningkatan rata-rata suhu udara secara global (*global warming*) yang menyebabkan perubahan iklim (*climate change*) dunia akhir-akhir ini, ternyata juga diikuti oleh banyak laporan dari berbagai lokasi di wilayah lahan kering yang menunjukkan terjadinya penurunan produksi yang cukup tajam (17 sampai 40%), bahkan terjadi kelangkaan pangan pada musim-musim kering yang parah (Greenbio, 2011). Dampak yang besar dan luas akibat perubahan iklim pada berbagai sektor, termasuk sektor pertanian ini dapat terlihat jelas pada gejala adanya peningkatan suhu udara, perubahan pola hujan, peningkatan muka air laut, dan kejadian El-Nino (ekstrem kering) dan La Nina (banjir) (Badan Litbang, 2011; IPCC, 2012). Dalam kaitan ini, maka jelas harus diambil langkah-langkah antisipasi, mitigasi, dan adaptasi terhadap perubahan tersebut karena jika tidak maka peranan sektor pertanian dalam kerangka pembangunan nasional kita akan menghadapi gangguan yang bersifat mendasar (Badan Litbang, 2011).

Apalagi dengan pertambahan jumlah penduduk cukup tinggi sedangkan lahan untuk memenuhi kebutuhan pangan sangat terbatas, hal ini merupakan tambahan masalah tersendiri bagi upaya pemantapan ketahanan pangan nasional. Di Pulau Jawa sudah tidak tersedia lagi cadangan lahan bagi pengembangan areal pertanian. Sementara areal bukaan baru hanya memungkinkan diperoleh diluar Jawa, yang umumnya masih berupa hutan atau bentuk penggunaan lainnya tanpa fasilitas infrastuktur irigasi. Sebagian lahan hutan telah ditempati oleh areal-areal perkebunan kelapa sawit, karet, dan penggunaan non pertanian lainnya yang terus bertambah dari tahun ke tahun. Tidak terkecuali lahan pangan di daerah-daerah yang dikenal cukup produktif pun kini telah berubah fungsi menjadi lahan perkebunan. Perubahan fungsi ini sudah barang tentu merupakan salah satu ancaman serius bagi keberlanjutan ketahanan pangan. Sebagai gambaran hal ini, tercatat selama periode 1999-2003 alih fungsi lahan sawah telah mencapai 424.000 ha, dengan laju perubahan

sebesar 106.000 ha per tahun (Mulyani *et al.* 2011; Sukarman dan Suharta, 2010).

Kepemilikan lahan yang sempit merupakan salah satu ciri petani kita, dimana ada sekitar 9,55 juta petani yang hanya memiliki lahan < 0,5 ha dan jumlah tersebut dari tahun ke tahun terus meningkat sejalan dengan meningkatnya fragmentasi lahan dan makin tingginya insentif untuk usaha pada sektor non-pertanian. Dampak perubahan iklim secara jelas akan terus menekan sektor pertanian. Dalam hal ini yang paling menderita tentu adalah petani kita yang sebagian besar adalah petani kecil. Kejadian global berupa fenomena variabilitas dan perubahan iklim dapat dipastikan akan berpengaruh terhadap target pencapaian keempat target utama pembangunan pertanian, yang diyakini juga akan berdampak luas terhadap aktivitas manusia dan kelangsungan berbagai sektor pembangunan. Karena subsektor tanaman pangan merupakan subsektor yang paling rentan dengan adanya dampak perubahan iklim, maka dapat dipastikan bahwa tanpa adanya antisipasi atau intervensi, maka target swasembada dan swasembada berkelanjutan yang telah dicanangkan dapat terancam keberhasilannya (Badan Litbang, 2011).

Mengingat pentingnya posisi sektor pertanian sebagai salah satu penyumbang pemanasan global, maka Indonesia telah menyusun berbagai rencana aksi antisipasi dan adaptasi perubahan iklim, yaitu: (1) Pemetaan daerah rentan perubahan iklim (terutama rawan bencana banjir, kekeringan, penciptaan dan degradasi lahan, dan lain-lain), serta delineasi wilayah/lahan berdasarkan tingkat dampaknya, (2) Penyusunan panduan, seperti atlas kalender tanam terpadu, peta wilayah prioritas penanganan bencana banjir dan kekeringan, pengembangan sistem informasi iklim dan bencana, sistem peringatan dini banjir, kekeringan, dan OPT, (3) Perbaikan dan pengembangan jaringan irigasi dan drainase, normalisasi dan peningkatan kapasitas waduk/bangunan penyimpanan air, reklamasi, rehabilitasi, dan konservasi sumber daya lahan terlantar, terdegradasi, kritis, konservasi DAS (Daerah Aliran Sungai) kritis hulu utama di Jawa, Sulawesi dan Sumatera, antara lain melalui pengembangan tanaman pohon (perkebunan/buah), (4) Perakitan teknologi adaptif, seperti varietas unggul, (toleran genangan, kekeringan, salinitas, umur genjah, tahan OPT), pupuk organik/hayati, amelioran/pembenah tanah, teknologi pengelolaan lahan/tanah, pemupukan dan air, serta berbagai teknologi rendah emisi dan ramah lingkungan, dan (5) Sosialisasi dan

pengembangan teknologi dan model untuk adaptasi perubahan iklim seperti System Rice Intensification (SRI) dan Pengelolaan Tanaman Terpadu (PTT), Sistem Integrasi Tanaman Ternak (SITT), dan teknologi hemat air dan Asuransi Pertanian (Badan Litbang, 2011). Sedangkan strategi teknis untuk penanggulangan dampak perubahan iklim pada sektor pertanian meliputi: (1) optimalisasi pengelolaan sumber daya lahan dan air; (2) penyesuaian pola tanam/pengelolaan, terutama tanaman pangan dan diversifikasi pertanian; (3) perakitan dan penyiapan teknologi adaptif serta berbagai pedoman; dan (4) penerapan teknologi adaptif dan ramah lingkungan (Badan Litbang, 2011).

Berbagai praktek pertanian kita dapat temukan di lapang, yang dilakukan para petani dalam rangka adaptasi terhadap perubahan iklim, antara lain yaitu pemilihan jenis tanaman yang diusahakan, sistem atau pola tanam yang digunakan atau penentuan waktu semai atau tanam. *Multiple cropping* adalah cara bertanam yang sudah lama diterapkan oleh petani di berbagai belahan dunia, terutama pada daerah-daerah yang kepemilikan lahannya sempit, ditujukan untuk menggunakan lahan secara efektif dan efisien dengan menanam lebih dari satu jenis tanaman dalam satu musim tanam pada lahan yang sama. Teknologi bertanam demikian makin terasa manfaatnya sejalan dengan makin terbatasnya ketersediaan lahan-lahan pertanian (Gliessman, 1980). Pola tanam tumpangsari (*intercropping*) adalah salah satu bentuk dari multiple cropping yang ditujukan untuk meningkatkan pendapatan dan mengurangi risiko kegagalan panen akibat gangguan lingkungan. Oleh karenanya, pada pola tanam ini pemilihan jenis-jenis tanaman juga harus mempertimbangkan pemilihan jenis species dan kepadatan sehingga terjadinya kompetisi antar/intra tanaman terhadap faktor-faktor input dan lingkungan akan seminimal mungkin (Gliessman, 1980; Carr *et al.* 2004; Agegnehu *et al.* 2006; Dhima *et al.* 2007).

Sudah cukup banyak informasi hasil kajian tentang tumpangsari atau tumpang gilir ubikayu dengan legum atau tanaman lainnya (Dapaah *et al.* 2003; Adeniyani *et al.* 2011), yang umumnya ditujukan sebagai upaya langkah efisiensi penggunaan lahan, dalam rangka intensifikasi. Kajian-kajian tersebut ada juga yang secara khusus ditujukan untuk mengetahui sejauh mana tingkat kompetisi hara dan cahaya matahari (Suwanto *et al.* 2005; Xu qu *et al.* 2011) atau pengaruh pola tanam tersebut terhadap perubahan fisika tanah, seperti kemantapan agregat

dan berat volume serta erosi tanah (Iijima *et al.* 2004; Daellenbach *et al.* 2005). Akan tetapi, tampaknya masih terbatas informasi tentang bentuk-bentuk multiple cropping yang dipraktekkan oleh petani di suatu wilayah tertentu, sebagai upaya adaptasi pola tanam dalam rangka menghadapi dampak perubahan iklim, khususnya perubahan pola curah hujan. Dalam kaitan ini, tulisan ini bertujuan untuk menyajikan laporan dari lapang bagaimana petani ubikayu di Tegineneng, Lampung Tengah berinovasi dengan mempraktekkan pola tanam relay intercropping jagung-ubi kayu, dalam rangka mensiasati berkurangnya curah hujan dan waktu hujan di daerah tersebut akhir-akhir ini.

PERUBAHAN IKLIM DAN DAMPAKNYA TERHADAP PERTANIAN

Perubahan iklim adalah kondisi di mana beberapa unsur iklim yang magnitude dan/atau intensitasnya cenderung berubah atau menyimpang dari dinamika dan kondisi rata-rata, menuju ke arah (*trend*) tertentu (meningkat atau menurun). Faktor antropogenik, terutama industrialisasi, yang telah berkembang begitu cepat, dilaporkan telah mendorong peningkatan emisi dan konsentrasi GRK di atmosfer. Emisi GRK yang meningkat secara signifikan sejak lebih dari 50 tahun yang lalu, antara lain terdiri atas karbondioksida (CO₂), dinitro oksida (N₂O), metana (CH₄), yang berhubungan erat dengan perubahan sistem penggunaan lahan pertanian (Selvaraju, 2012; Badan Litbang, 2011).

Subsektor tanaman pangan sebagai bagian dari sektor pertanian sangat rentan terhadap perubahan iklim, karena merupakan tanaman semusim yang berakar dangkal, sehingga sensitif terhadap berbagai cekaman air dan temperatur. Secara teknis, kerentanan tersebut bergantung pada sistem pengelolaan lahan dan sifat tanah, pola tanam, jenis, dan varietas tanaman. Di negara kita ada dua faktor utama yang perlu mendapat perhatian terkait dengan perubahan iklim, karena berdampak terhadap sektor pertanian, yaitu: (1) posisi geografis Indonesia dan karakteristik biofisik lahan pertanian, dan (2) unsur iklim (perubahan pola hujan ekstrim, peningkatan suhu udara, dan muka air laut) (Selvaraju *et al.* 2011; Badan Litbang, 2011).

Terjadinya pemanasan global tidak hanya meningkatkan suhu udara, tetapi juga menjadi penyebab: (a) peningkatan frekuensi kejadian

iklim ekstrim atau anomali iklim seperti El-Nino dan La-Nina, serta penurunan atau peningkatan suhu secara ekstrim; (b) perubahan dan ketidakmenentuan (*uncertainty*) curah hujan dan musim; (c) peningkatan permukaan air laut dan rob (Knutson *et al.* 2010; Badan Litbang, 2011; IPCC, 2012). Terjadinya perubahan iklim dalam bentuk pergeseran pola hujan sudah tercatat sejak beberapa dekade terakhir di beberapa wilayah di Indonesia, di mana awal musim hujan yang mundur di beberapa lokasi, dan maju di lokasi lain (Ibrahim, 2003). Di bagian utara Sumatera dan Kalimantan, intensitas curah hujan cenderung menurun, tetapi dengan periode yang panjang. Sebaliknya, di Jawa dan Bali intensitas curah hujan lebih tinggi dengan periode lebih pendek (Naylor *et al.* 2007). Selain itu, banyak wilayah yang jumlah curah hujannya menurun. Hal ini misalnya terjadi di Tasikmalaya, Jawa Barat, pada periode 1879-2006 telah menurunkan potensi musim tanam padi (Runtunuwu dan Syahbuddin, 2007). Hal yang sama juga terjadi di wilayah Utara dan Selatan Pulau Sumatera, Kalimantan Barat, Jawa Timur, NTT, NTB, dan Sulawesi Tenggara (Karl *et al.* 2008; Badan Litbang, 2011).

Perubahan iklim telah pula dicatat mengakibatkan peningkatan curah hujan musiman pada bulan Desember, Januari, Februari (DJF) di sebagian besar wilayah Jawa, Indonesia bagian Timur dan Sulawesi, dan penurunan curah hujan musiman pada bulan Juni, Juli, Agustus di sebagian besar wilayah Jawa, Papua, Sumatera bagian Barat, dan Kalimantan bagian Timur Selatan. Terjadinya pemanasan global cenderung meningkatkan frekuensi El-Nino dan menguatkan fenomena La-Nina. Selain itu, juga terjadi peningkatan siklus ENSO (El Nino Southern Oscillation) dari 3-7 tahun sekali menjadi 2-5 tahun sekali (Timmerman *et al.* 1999; Ratag, 2001; Hansen *et al.*; 2006; 2007; Battisti and Naylor *et al.* 2009).

Kaitan Sektor Pertanian dengan Perubahan Iklim

Sektor pertanian dianggap sebagai salah satu penyebab perubahan iklim, yaitu: (a) sebagai salah satu driver utama deforestasi dan pembukaan lahan gambut, terutama perluasan perkebunan sawit, program pengembangan lahan gambut sejuta hektar; (b) degradasi lahan akibat penelantaran dan pembiaran atau pemanfaatan lahan konsesi yang tidak optimal; (c) kebakaran lahan gambut dan pembukaan lahan; dan (d) lahan sawah dan peternakan sebagai sumber gas rumah kaca (methana, CO₂,

N₂O, dll). Kontribusi sektor pertanian terhadap emisi GRK nasional sekitar 6%. Pertanian adalah penyedia pangan dan pemantapan ketahanan pangan, bioenergi, dan penyedia lapangan kerja bagi sekitar 40% angkatan kerja di Indonesia. Akan tetapi, pertanian juga berperan sebagai penyerap dan mitigator gas rumah kaca, yaitu sebagai sink, sekuestrasi (*sequestration*) karbon, pereduksi suhu, dan multifungsi pertanian lainnya, serta memberikan kesegaran dan keindahan di pedesaan (*rural amenity*) dan menjaga tata air daerah aliran sungai (Yoshida, 2001; OECD, 2001; Agus *et al.* 2006 SNC, 2010; Badan Litbang, 2011). Akan tetapi sektor pertanian, terutama subsektor tanaman pangan sangat rentan dan menderita akibat dampak perubahan iklim (Karl *et al.* 2008; Masutomi *et al.* 2009; Li and Wassmann, 2011).

Dampak Perubahan Iklim terhadap Sektor Pertanian

Perubahan iklim memberikan dampak yang dapat merugikan atau menguntungkan, baik secara fisik maupun sosial dan ekonomi. Pengelompokan dari dampak yang terjadi akibat perubahan iklim dapat dipilah berdasarkan runtutan, proses, dan sifatnya. Berdasarkan runtutan, perubahan pada salah satu sumber daya alam akan berpengaruh terhadap infrastruktur yang selanjutnya hal ini akan mempengaruhi sistem produksi. Pengaruh ini pada gilirannya berpengaruh terhadap ketahanan pangan, sosial-ekonomi, dan kesejahteraan masyarakat. Berdasarkan prosesnya, dampak perubahan iklim dapat dibedakan menjadi langsung, tidak langsung, dan konteks yang lebih luas. Sedangkan berdasarkan sifatnya, dampak perubahan iklim dapat dipilah menjadi kontinu, diskontinu, dan permanen (Badan Litbang, 2011).

Dampak Langsung dan Tidak Langsung

Berdasarkan prosesnya dampak perubahan iklim secara langsung terjadi terhadap sumber daya pertanian, yaitu terjadinya degradasi dan penciptaan sumber daya lahan, dinamika dan anomali ketersediaan air, dan kerusakan sumber daya genetik/biodiversity. Dalam hal ini, maka sistem produksi pangan juga akan terkena dampak langsung perubahan iklim, yang akan menurunkan produktivitas yang dapat mengganggu sistem ketahanan pangan dan menyebabkan kemiskinan (Karl *et al.* 2008; Badan

Litbang, 2011). Untuk dampak tidak langsung sebagian besar disebabkan oleh adanya dampak komitmen atau kewajiban melaksanakan mitigasi, seperti tertuang dalam RAN-GRK, Perpres No. 61 tahun 2011, yang berpengaruh terhadap produktivitas/produksi, ketahanan pangan, pengembangan bioenergi, dan sosial-ekonomi. Dalam konteks yang lebih luas, perubahan iklim terkait dengan kebijakan nasional maupun internasional, harga pangan, dan sebagainya (Badan Litbang, 2011).

Adapun berdasarkan sifatnya, dampak perubahan iklim global terhadap sektor pertanian dapat kita kelompokkan menjadi: a) dampak yang bersifat kontinu, berupa kenaikan suhu udara, perubahan hujan, dan kenaikan salinitas air tanah untuk wilayah pertanian dekat pantai yang akan menurunkan produktivitas tanaman dan perubahan panjang musim yang mengubah pola tanam dan indeks penanaman; b) dampak yang bersifat diskontinu seperti meningkatnya gagal panen akibat meningkatnya frekuensi dan intensitas kejadian iklim ekstrim (banjir, kekeringan, angin kencang) dan meningkatnya gagal panen akibat munculnya serangan atau ledakan hama penyakit baru tanaman; dan c) dampak yang bersifat permanen berupa berkurangnya luas kawasan pertanian di kawasan pantai akibat kenaikan muka air laut (Rosenzweig *et al.* 2001; Hall-Spencer *et al.* 2008; Boer, 2011; IPCC, 2012).

Dampak Kontinu dan Diskontinu

Berbagai variabel telah meningkat secara perlahan dan kontinu, seperti suhu udara, perubahan curah hujan, dan salinitas air tanah di wilayah pertanian sebagai akibat pemanasan global. Peningkatan variabel terdampak tersebut menyebabkan penurunan produktivitas tanaman dan perubahan panjang musim yang berakibat pada penurunan indeks pertanaman (Badan Litbang, 2011).

a. Peningkatan Suhu Udara

Selama periode 1880-2000, tercatat suhu udara di Jakarta rata-rata meningkat 1,4°C pada bulan Juli dan 1,04°C pada bulan Januari (Boer, 2007). Peningkatan suhu menyebabkan terjadinya peningkatan transpirasi yang selanjutnya menurunkan produktivitas tanaman pangan (Las, 2007), meningkatkan konsumsi air, mempercepat pematangan buah/biji,

menurunkan mutu hasil, dan berkembangnya berbagai hama penyakit tanaman. Penurunan hasil pertanian dapat mencapai lebih dari 20% apabila suhu naik melebihi 4°C (Rosenzweig *et al.* 2001; Tschirley, 2007). Selanjutnya hasil suatu penelitian menunjukkan bahwa setiap kenaikan suhu minimum 1°C akan menurunkan hasil tanaman padi sebesar 10% (Peng *et al.* 2004). Telah dilaporkan pula terjadinya penurunan produksi pangan akibat peningkatan suhu udara di berbagai daerah, terutama di dataran rendahnya, seperti Jawa Tengah, Yogyakarta, Jawa Barat, dan wilayah lainnya. Diperkirakan bila tidak ada langkah-langkah antisipatif yang mengarah kepada upaya adaptasi terhadap kenaikan temperatur udara, maka hingga tahun 2050 penurunan produksi jagung akan mencapai 10,5-19,9% (Handoko *et al.* 2008).

b. Perubahan Pola Hujan

Pencatatan data curah hujan di berbagai wilayah di Indonesia menunjukkan bahwa telah terjadi peningkatan hujan musiman Desember, Januari, Februari (DJF) yang nyata untuk sebagian besar wilayah Jawa, Bagian Timur Indonesia, dan Sulawesi. Sedangkan untuk sebagian besar wilayah Jawa, Papua, Bagian Barat Sumatera, dan Bagian Timur Kalimantan Selatan telah terjadi penurunan hujan musiman Juni, Juli, Agustus (JJA) yang nyata. Perubahan iklim yang menyebabkan musim hujan yang makin pendek dan curah hujan yang makin meningkat di Bagian Selatan Jawa dan Bali tersebut telah mengakibatkan perubahan awal dan durasi musim hujan. Dampak yang terjadi tersebut mengakibatkan terhambatnya program-program peningkatan indeks penanaman (IP) oleh petani, bila tidak disertai oleh upaya-upaya pengembangan varietas berumur genjah, rehabilitasi dan pengembangan jaringan irigasi. Penurunan produksi padi telah dilaporkan terjadi di Jawa Barat dan Jawa Tengah sebesar 6,5% dan di Bali sebesar 11% sebagai akibat keterlambatan datangnya awal musim hujan selama 30 hari. Kondisi yang sebaliknya terjadi di Bagian Utara Sumatera dan Kalimantan, dimana terdapat kecenderungan perpanjangan musim hujan dengan intensitas yang lebih rendah. Kondisi perubahan iklim tersebut mengakibatkan pemanjangan musim tanam dan peningkatan IP. Pola curah hujan yang berubah baik dari segi waktu dan intensitas di berbagai wilayah di Indonesia tersebut telah tercatat mengakibatkan penurunan jumlah dan

debit air dari waduk-waduk yang ada, khususnya yang ada di Pulau Jawa. Hal ini dibuktikan dari catatan yang menunjukkan bahwa selama 10 tahun rata-rata volume aliran air dari DAS Citarum yang masuk ke waduk Jatiluhur menurun dari 5,7 menjadi 4,9 miliar m³ per tahun (Boer *et al.* 2009; Bappenas, 2010). Akibatnya jumlah luasan sawah di berbagai wilayah di Pulau Jawa yang dapat diari oleh waduk Jatiluhur, Gajah Mungkur maupun Kedung Ombo menjadi berkurang (Badan Litbang 2011).

c. Peningkatan Salinitas Air Tanah

Perubahan iklim juga telah mengakibatkan kenaikan muka air laut, sehingga juga mengakibatkan peningkatan salinitas air tanah dan atau salinitas tanah (Clermont-Dauphin *et al.* 2010; Badan Litbang, 2011). Akibat peningkatan salinitas di lahan-lahan sawah sekitar Pantura, banyak petani yang mengalihfungsikan lahannya ke usaha ladang garam atau perikanan tambak bahkan memberakan lahannya karena usahanya yang sudah tidak menguntungkan lagi (Sembiring dan Gani, 2007). Suatu hasil penelitian telah melaporkan bahwa terjadinya peningkatan salinitas tanah sebesar 3,9 dS dan 6,5 dS/m akan menurunkan hasil padi masing-masing sebanyak 25% dan 55% (Zeng and Shannon, 2000). Hasil penelitian lainnya melaporkan terjadinya penurunan juga menunjukkan hasil padi secara linear sebagai akibat dari peningkatan salinitas tanah di atas 2,0 dS/m dengan laju penurunan sebesar 10% untuk setiap kenaikan salinitas sebesar 1 dS/m (Grattan *et al.* 2002). Banyak lokasi di Pantura seperti di Kecamatan Indramayu, Sindang, Cantigi, dan Losarang, Jawa Barat saat ini yang memiliki salinitas pada puncak musim kemarau (bulan Juli) sudah mencapai lebih dari 6 dS/m. Pengamatan pada bulan Oktober dan November menunjukkan bahwa walaupun salinitas sudah mengalami penurunan menjadi sekitar 4 dan 5 dS/m, akan tetapi angka tersebut masih di atas ambang batas. Hal ini ditunjukkan oleh pengamatan yang mencatat bahwa peningkatan salinitas lebih dari 4 dS/m akan menghasilkan padi hanya sekitar 85% dari keadaan normal. Kondisi inilah yang membuat petani di daerah tersebut mengalihfungsikan lahan sawahnya menjadi ladang garam atau tambak.

Dampak diskontinu perubahan iklim akhir-akhir ini makin mudah kita saksikan, yaitu dengan makin meningkatnya kejadian iklim ekstrim berupa banjir dan kekeringan yang mengakibatkan kerusakan tanaman

padi dalam areal yang luas. Pemanasan global cenderung meningkatkan frekuensi El-Nino dan La-Nina, karena terjadi peningkatan siklus ENSO (El Nino Southern Oscillation) dari 3-7 tahun sekali menjadi 1-3 tahun sekali. Catatan menunjukkan bahwa pada tahun El Niño, luas tanaman padi yang terkena kekeringan berkisar antara 300-850 ribu ha. Sedangkan pada tahun La Niña, luas tanaman padi yang terkena banjir berkisar antara 200-350 ribu ha. Dampak kekeringan umumnya mengakibatkan kerusakan tanaman padi yang lebih parah, karena daerah yang terdampak biasanya lebih luas dan jangka waktu kekeringan yang lebih lama. Sedangkan dampak terjadinya banjir mempunyai karakteristik kejadian yang lebih lokal dan waktu kejadian yang lebih pendek (Badan Litbang, 2011). Sebagai gambaran, pada tahun El Nino periode 1989-2006, di berbagai kabupaten di Pantai Utara Jawa Barat, terutama Kabupaten Indramayu, sebagian Pantai Utara Nanggroe Aceh Darusalam, Lampung, Kalimantan Timur, Sulawesi Barat, Kalimantan Selatan, dan Lombok, catatan menunjukkan bahwa semua wilayah yang terkena kekeringan memiliki areal terdampak yang lebih dari 2.000 ha. Secara umum dari berbagai kejadian iklim ekstrim, dapat dicatat berbagai dampak kejadian, yaitu: (a) kegagalan panen dan tanaman, penurunan IP yang berujung pada penurunan produktivitas dan produksi; (b) kerusakan sumber daya lahan pertanian; (c) peningkatan frekuensi, luas, dan intensitas kekeringan; (d) peningkatan kelembaban; dan (e) peningkatan intensitas gangguan OPT (Las *et al.* 2008; Ministry of Environment, 2009).

Tidak hanya tanaman pangan yang terkena dampak kekeringan sehingga menurun produktivitasnya, akan tetapi produktivitas dan kualitas tanaman perkebunan seperti kelapa sawit, karet, kakao, tebu, dan kopi juga menurun akibat dampak kekeringan. Pada tanaman kelapa sawit, akibat kekeringan dengan defisit air 200-300 mm/tahun, maka produksi tandan buah segar (TBS) akan menurun sebesar 21-32%. Apabila kekeringan terus berlanjut sehingga defisit air lebih dari 500 mm/tahun, maka penurunan produksi TBS dapat mencapai 60%. Tidak hanya menyebabkan penurunan produktivitas secara nyata, kekeringan juga dapat menimbulkan kebakaran lahan yang dapat memusnahkan sebagian tegakan kelapa sawit dan akhirnya mengakibatkan penurunan produksi di wilayah tersebut (Badan Litbang, 2011).

Selanjutnya akibat kejadian ekstrim berupa banjir yang terjadi dengan intensitas kejadian yang meningkat, maka pertanaman padi dapat

mengalami penurunan produktivitas akibat serangan hama keong emas (Wiyono, 2009). Selanjutnya pada lahan-lahan sawah yang terkena banjir pada musim sebelumnya, berpeluang lebih besar mengalami ledakan hama wereng coklat, seperti halnya yang terjadi setelah terjadinya La-Nina 1998 dan 2005 (Badan Litbang, 2011; Direktorat Perlindungan Tanaman, 2011).

Dampak Permanen

Perubahan iklim akibat pemanasan global yang menyebabkan naiknya muka air laut yang akan berdampak pada menyusutnya luas daratan dan meningkatnya masalah salinitas air dengan masuknya air laut ke daratan. Di beberapa wilayah di Indonesia, garis pantai sudah semakin masuk ke daratan. Pengamatan di beberapa wilayah Indonesia yang memiliki garis pantai menunjukkan bahwa tinggi muka air lautnya mengalami peningkatan dengan laju 0,1-0,8 cm per tahun (Hall-Spencer *et al.* 2008; ADB, 2009). Pengukuran menggunakan altimeter menunjukkan bahwa selama periode 1993-2008 tercatat laju kenaikan muka air laut berkisar antara 0,2-0,6 cm per tahun. Berdasarkan laju kenaikan tersebut, maka diperkirakan dalam waktu 100 tahun ke depan kenaikan muka air laut bisa dapat mencapai 60-80 cm (Sofian, 2010) dan pada tahun 2100 kenaikan muka air laut berkisar antara 18-59 cm (IPCC, 2007). Kenaikan muka air laut secara permanen tersebut akan mengakibatkan luas daratan di kawasan pantai yang akan tergenang secara permanen pun akan semakin meluas. Sehingga akan berakibat makin menyusutnya lahan-lahan sawah yang produktif, kerusakan infrastruktur pertanian, dan peningkatan salinitas tanah dan air yang dapat mengganggu pertumbuhan dan produksi tanaman (Las, 2007). Hasil penelitian yang dilakukan oleh Foerster *et al.* (2011) melaporkan bahwa untuk kenaikan muka air laut setinggi 1 m, diperkirakan akan menenggelamkan wilayah pertanianpantai secara permanen seluas 56 ribu ha. Sedangkan untuk kenaikan muka air laut setinggi 2 m akan menenggelamkan areal petanian pantai seluas 110 ribu ha. Terbesar areal yang terdampak dialami oleh Jawa Barat (30%). Daerah lainnya yang juga akan terkena dampak kenaikan muka air laut tersebut adalah di Jawa Timur, Jawa Tengah, Sumatera Utara, Kalimantan Barat, Lampung, Banten dan Sulawesi Selatan. Hasil penelitian mereka juga menunjukkan bahwa wilayah pertanian yang paling besar terkena dampak kenaikan muka air laut adalah yang berada di Jawa, sekitar 55% dari total luas wilayah yang tenggelam. Selanjutnya Handoko *et al.* (2008) hasil

penelitiannya melaporkan bahwa potensi kehilangan luas lahan sawah akibat kenaikan tinggi muka air laut berkisar antara 113.000-146.000 ha, lahan kering tanaman pangan 16.600-32.000 ha, dan lahan kering perkebunan 7.000-9.000 ha. Menjelang tahun 2050, tanpa upaya adaptasi perubahan iklim secara nasional diperkirakan produksi padi akan menurun 20,3-27,1%; jagung 13,6%; kedelai 12,4%; dan tebu 7,6% dibandingkan dengan tahun 2006.

Berdasarkan kebijakan pemerintah, sektor pertanian di Indonesia saat ini diberi peran yang makin besar dalam upaya-upaya mitigasi dan adaptasi terhadap perubahan iklim. Upaya mitigasi emisi GRK lebih diarahkan terutama pada subsektor perkebunan dan subsektor pertanian di lahan gambut. Sedangkan upaya adaptasi diarahkan untuk meningkatkan selang toleransi (*coping range*) sektor pertanian terhadap dampak perubahan iklim. Sejalan dengan visi dan misi pembangunan pertanian dan dengan mempertimbangkan kondisi objektif di lapangan, maka penanggulangan dampak perubahan iklim pada sektor pertanian difokuskan pada: (a) Program antisipasi perubahan iklim dengan meningkatkan kemampuan (*capacity building*) pemerintah dan masyarakat. (b) Program aksi mitigasi pada sub-sektor perkebunan melalui pengembangan teknologi ramah lingkungan dan penurunan emisi GRK. (c) Program aksi adaptasi pada sub-sektor tanaman pangan dalam upaya melestarikan dan memantapkan ketahanan pangan nasional (Badan Litbang, 2011).

Tanaman pangan yang sebagian besar dari jenis sereal atau biji-bijian adalah tanaman pangan paling rentan terhadap dampak perubahan iklim, baik perubahan pola curah hujan ataupun temperatur udara selama musim tanam (Battisti and Naylor, 2009; Badan Litbang, 2011; Selvaraju, 2012). Perubahan pola iklim tersebut mengharuskan kita untuk mencari berbagai upaya adaptasi dampak perubahan iklim. Untuk tanaman pangan di Indonesia, upaya-upaya tersebut mendapat prioritas utama. Tercapainya target produksi pangan nasional adalah indikator keberhasilan aksi adaptasi dimaksud. Dalam rangka meraih target produksi pangan nasional, periode 2012-2020 pemerintah menitik beratkan penelitian dan pengembangan pertanian pada: (1) Analisis komprehensif tentang kerentanan dan dampak perubahan iklim terhadap sektor pertanian, (2) Inventarisasi emisi GRK dan penyerapan karbon sektor pertanian, (3) Pengembangan jaringan informasi, sistem komunikasi dan advokasi iklim, modul, peta dan

panduan/tools (kalender tanam, penanggulangan banjir, kekeringan dan lain-lain), (4) Penelitian dan pengembangan varietas tanaman yang adaptif terhadap perubahan iklim (kekeringan, kenaikan suhu udara, salinitas, banjir/ genangan), (5) Penelitian dan pengembangan teknologi mitigasi dan adaptasi dalam pengelolaan lahan, pupuk, air, tanaman dan ternak, (6) Mengembangkan penelitian/kajian komprehensif tentang dampak pemanfaatan lahan gambut, (7) Identifikasi dan pemetaan lahan gambut potensial yang berisiko kecil, pengembangan teknologi adaptif/ramah lingkungan, dan konservasi lahan gambut, (8) Penelitian dan pengembangan kelembagaan untuk menunjang kemampuan mitigasi dan adaptasi perubahan iklim, (9) Analisis kebijakan untuk adaptasi dan mitigasi perubahan iklim, (10) Penelitian dan pengembangan dalam upaya peningkatan kapasitas produksi pangan melalui perluasan dan pengembangan areal pertanian baru berwawasan lingkungan dan berbasis pengembangan wilayah yang berkonfigurasi spasial kepulauan, (11) Peningkatan kapasitas sumber daya manusia dan kelembagaan untuk mendukung MRV, (12) Peningkatan kemampuan penelitian dan pengembangan pertanian (*capacity building*) dalam upaya peningkatan kapasitas adaptif sektor pertanian terhadap perubahan iklim dan sinerginya dengan kontribusi sektor pertanian dalam mitigasi perubahan iklim, dan (13) Penelitian dan pengembangan sistem alih teknologi di tingkat petani, melalui penataan kembali fokus dan prioritas penelitian dan sistem diseminasi yang mampu menjawab permasalahan petani yang disertai revitalisasi penyuluhan pertanian, pendampingan, pendidikan, dan pelatihan bagi petani (Badan Litbang, 2011).

ADAPTASI PERTANIAN TERHADAP PERUBAHAN IKLIM

Hasil kajian melaporkan bahwa wilayah Asia Tenggara akan terpengaruh sekali oleh dampak buruk perubahan iklim (IPPC, 2007). Hal ini dapat terjadi karena di wilayah tersebut perekonomiannya sangat tergantung pada sektor pertanian dan sumber daya alam merupakan sumber pendapatan utama. Sehingga di wilayah ini perubahan iklim akan terus menjadi faktor kritis yang mempengaruhi produktivitas. Selama kurun waktu lima tahun terakhir terjadi peningkatan beberapa kejadian banjir dan kekeringan dan angin siklone serta penurunan yang kontinu dari sumber daya air, tanah dan lahan. Diperkirakan di wilayah-wilayah Indonesia,

Filipina, Thailand dan Vietnam, pada tahun 2100 temperatur rata-rata tahunannya akan meningkat sebesar 4,8°C dan pada periode yang sama tinggi muka laut di dunia akan meningkat sebanyak 70 cm (ADB, 2009; Redfern *et al.* 2012). Selanjutnya di wilayah Asia Tenggara sebagai akibat perubahan iklim di abad ini, juga diprediksi akan terjadi penurunan produksi beras sebanyak 3,8% akibat dari kelangkaan air, peningkatan temperatur dan melimpahnya CO₂ (Murdiyarso, 2000). Tanpa upaya-upaya adaptasi dan perbaikan teknik, maka diprediksi juga negara Indonesia, Filipina, Thailand dan Vietnam pada tahun 2100 akan terjadi penurunan produksi padi sebesar 50%.

Berbagai inovasi teknologi dalam pengelolaan usahatani dalam rangka upaya adaptasi terhadap dampak perubahan iklim telah banyak dilaporkan, baik dari hasil kajian ilmiah oleh para ilmuwan maupun hasil kearifan lokal daerah di belahan dunia. Beberapa contoh diuraikan berikut ini. Dari Australia, Howden *et al.* (1999) telah melakukan penelitian untuk menghitung dampak potensial dari perubahan iklim terhadap produksi gandum dan mengungkap keuntungan penyemaian benih yang lebih awal pada 9 (sembilan) area produksi gandum pada proyeksi tahun 2070 berdasarkan skenario perubahan iklim menurut CSIRO (1996) dengan CO₂ atmosfer dibuat sebesar 700 ppm. Kajian tentang berbagai cara pengelolaan, seperti cara aplikasi pupuk N, tingkat kematangan benih berkaitan dengan risiko dampak perubahan iklim menunjukkan bahwa aplikasi N meningkatkan hasil gandum untuk semua skenario dan bahwa benih varietas yang berumur panjang dan berumur pendek umumnya hasil yang lebih rendah daripada varietas standar (Luo *et al.* 2005). Di Switzerland, studi potensi dampak perubahan-perubahan iklim dan variabilitas iklim terhadap hasil-hasil tanaman telah dilakukan dengan mengevaluasi penggunaan benih kultivar berumur panjang dan penundaan semai dalam rangka adaptasi terhadap dampak negatif perubahan iklim (Torriani *et al.* 2007).

Menurut Redfern *et al.* (2012) beberapa pilihan dapat diambil dalam upaya adaptasi terhadap pengaruh-pengaruh dari perubahan iklim, seperti sebagai berikut:

a. Pemilihan waktu tanam yang sesuai: Waktu tanam dapat memiliki pengaruh yang besar terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman. Untuk itu perlu dicoba dan dipilih waktu tanam yang tepat sesuai dengan variasi iklim (FAO, 2004a).

b. Gunakan varietas tradisional yang berketahanan tinggi dan pemuliaan dari varietas baru dengan toleransi suhu yang lebih tinggi, tahan salinitas, kekeringan dan banjir: Diperlukan infrastruktur yang sesuai di lokasi dan diperlukan penelitian terhadap teknologi-teknologi produksi benih secara hidropon untuk sistem produksi yang berlokasi di lahan kering dan tadah hujan.

c. Pengelolaan hara spesifik lokasi: Pendekatan ini memungkinkan petani padi menyesuaikan pengelolaan hara dengan kondisi yang spesifik dari lahannya, dan menyediakan suatu kerangka kerja bagi praktek pengelolaan hara yang terbaik untuk padi (FAO, 2011). Studi di Delta Mekong menunjukkan bahwa dengan pengelolaan hara yang spesifik lokasi meningkatkan hasil padi sekitar 0,5 t/ha (Hach dan Tan, 2007).

d. Perubahan praktek pengelolaan usahatani: Petani di Kamboja membagi dua lahan sawahnya dengan pendekatan pengelolaan yang berbeda yang ditujukan untuk mengatasi ketidakpastian curah hujan. Separuh lahan sawahnya menggunakan teknik padi sawah konvensional (yang dapat bertahan pada hujan yang lebat) dan separuh lahannya menggunakan suatu teknik budidaya yang tahan kering, sedikit menggunakan air, yang disebut *system of rice intensification* (SRI) (Resurreccion *et al.* 2008).

e. *System of Rice Intensification* (SRI): Sistem ini adalah suatu metodologi agroekologi yang bertujuan pada peningkatan hasil padi yang ditanam di sawah beririgasi dengan cara merubah pengelolaan tanaman, tanah, air dan hara. Aplikasi SRI yang sukses menunjukkan bahwa petani dapat meningkatkan hasil padinya 50-100% dengan menggunakan input yang lebih rendah, khususnya air yang menurun kebutuhannya menjadi 25-50% (Uphoff, 2007). Peningkatan dampak perubahan iklim, variabilitas curah hujan dan persaingan terhadap air dan lahan, maka SRI menawarkan suatu kesempatan baru bagi peningkatan nilai produksi per tetes air dan pengurangan kebutuhan air untuk pertanian (The World Bank, 2008). SRI menghasilkan tanaman padi dengan batang yang lebih kuat dan akar yang lebih panjang, sehingga akan lebih tahan terhadap kekeringan, genangan, badai dan taifun.

f. Rotasi tanaman: Rotasi untuk tanaman-tanaman yang memiliki fase paling sensitif terhadap kekeringan dalam fase-fase yang berbeda pada musim tanamnya, mungkin dapat menunjukkan adaptasi yang berarti terhadap keterbatasan sumber daya air. Di Filipina, pada tahun-tahun

belakangan ini, ikan atau bebek diusahakan secara terpadu dengan padi, selain kacang-kacangan seperti kacang hijau, kacang tanah, dan kacang kedelai setelah dua pertanaman padi (FAO, 2007a).

g. Pengelolaan hama terpadu: Agroekosistem padi yang tergenang telah berkembang sejak lebih dari 5000 tahun atau lebih dari 50,0. Ketika ekosistem tidak terganggu, insekta-insekta tersebut merupakan bagian dari suatu jaring-jaring makanan yang kompleks yang mengubah matahari dan bahan organik tanah menjadi energi yang mendukung banyak species insekta dan laba-laba dalam setiap lahan sawah. Jaring-jaring makanan tersebut mengisi fungsi ekosistem sebagai kontrol hama yang terjadi secara alami yang terdapat dalam sistem-sistem tanaman setahun seperti padi. Kemampuan mereka untuk menjaga sistem tersebut dalam keadaan yang seimbang bervariasi tergantung perkembangbiakan predator atau perpindahannya ke tempat lain untuk mencari makanan yang lebih banyak. Menciptakan ekosistem lahan sawah yang lebih sehat berarti meningkatkan fungsi ekosistem dengan cara melindungi peran musuh-musuh alami untuk memangsa hama. Bila keseimbangan terganggu oleh penggunaan pestisida yang tidak sesuai, hama bisa menang melawan musuh-musuh alami menyebabkan ledakan hama (Allara *et al.* 2012, Redfern 2012).

Praktek Petani Sebagai Adaptasi Terhadap Kekeringan

Risiko menunjukkan suatu kemungkinan yang bisa diprediksi dari informasi sebelumnya, sedangkan ketidakpastian menggambarkan keadaan dimana suatu kemungkinan yang tidak dapat diprediksi. Baik risiko maupun ketidakpastian keduanya berperan dalam memilih praktek pengelolaan yang sesuai oleh pengambil keputusan dalam suatu usahatani. Petani sampai batas tertentu memahami risiko dan ketidakpastian iklim di lokasinya dan mengoptimasi praktek pengelolaan berdasarkan pengalaman yang bertahun-tahun (Selvaraju, 2012).

Dengan kondisi iklim yang lebih panas dan lebih kering, musim tanam akan lebih singkat di masa mendatang. Akan tetapi pada waktu yang bersamaan terdapat kesempatan untuk meningkatkan laju pertumbuhan tanaman karena suhu yang lebih tinggi dan peningkatan konsentrasi CO₂. Varietas-varietas gandum yang digunakan saat ini di Australia memiliki vigor yang rendah dan tumbuh lambat selama masa awal musim tanam (Botwright *et al.* 2002). Perubahan-perubahan temperatur

dan curah hujan juga bisa merubah kebutuhan pertumbuhan tanaman. Sebagai contoh untuk menghindari kekeringan di akhir masa pertumbuhan, berbunga lebih awal bisa merupakan suatu adaptasi terhadap iklim kering, sedangkan iklim yang lebih panas mungkin akan membutuhkan tanaman yang awal berbunga lebih lambat karena tanaman cenderung berbunga jauh lebih awal pada cuaca yang lebih panas (Lawlor and Mithchell 2000, Paper 4).

Pertanian sangat berkaitan dengan cuaca dan iklim, penentu utama produksi pertanian, yang juga faktor dominan dalam keseluruhan produksi pangan (Selvaraju *et al.* 2011). Jumlah curah hujan dan distribusinya adalah faktor kunci yang menentukan karakteristik musim hujan, sistem usahatani, produksi pertanian dan ternak. Intensitas tropikal siklon (Knutson *et al.* 2010) dan frekuensi dari kejadian hujan lebat tampaknya meningkat di banyak wilayah selama abad 21 ini (Bates *et al.* 2008, Silvaraju, 2012). Pada lahan tadah hujan, rata-rata penurunan hasil berkisar dari 17 sampai 40% di tahun-tahun yang sangat kering, mengakibatkan kehilangan hasil yang besar dan kelangkaan pangan yang parah (Greenbio, 2011).

Uraian berikut berisi contoh adaptasi petani terhadap dampak perubahan iklim yang ditemukan di Filipina. Padi adalah makanan pokok bagi 89% rakyat Filipina dan merupakan sumber pendapatan dan lapangan kerja bagi sekitar 12 juta petani dan anggota keluarga (FAO, 2007a) yang umumnya adalah petani kecil dengan luas lahan rata-rata 1,7 ha (Estudillo and Otsuka, 2006). Sejalan dengan makin meningkatnya kejadian-kejadian anomali akibat dampak perubahan iklim, maka petani makin merasakan sulitnya untuk mempertahankan tingkat hasil padi. Petani tidak lagi tergantung pada curah hujan musiman untuk mengairi lahan sawahnya dan oleh karena itu petani harus memompa air tanah ke atas lahan. Akan tetapi, hal ini berdampak terhadap ekonomi petani dimana sekarang mereka perlu membeli solar untuk menghidupkan pompa. Rata-rata untuk memompa air ke sawah pompa digunakan selama 2 sampai 4 jam. Dalam hal ini petani Filipina berarti mengadopsi strategi baru dalam rangka mencoba mengatasi masalah. Mereka mengimplementasikan teknologi pengairan dan pengeringan silih berganti yang dikembangkan oleh IRRI yang menghemat air irigasi dan meningkatkan produktivitas. Teknologi ini dapat mengurangi emisi CH₄ sebesar 50% bila dibandingkan dengan produksi sawah yang digenangi terus menerus, yang berarti petani dapat

meningkatkan pendapatan sambil mengurangi emisi gas rumah kaca (IFPRI, 2009; Redfern *et al.* 2012). Contoh lainnya adalah upaya yang dilakukan oleh Lobell *et al.* (2008) yang menganalisa risiko iklim bagi beberapa jenis tanaman pada 12 daerah yang rawan untuk mengidentifikasi prioritas-prioritas adaptasi berdasarkan model statistika tanaman dan proyeksi-proyeksi iklim pada tahun 2030 dari model sirkulasi umum. Hasilnya menunjukkan bahwa di Asia Selatan dan Afrika bagian selatan tanpa cara-cara adaptasi yang secukupnya maka beberapa tanaman pangan penting akan mengalami dampak negatif (Silvaraju, 2012).

Adaptasi terhadap perubahan iklim dalam sistem produksi padi bersifat kompleks dan harus melibatkan sejumlah faktor-faktor lingkungan, sosial dan ekonomi. Selain itu juga harus melibatkan pembiayaan yang kreatif dan faktor-faktor teknis, seperti pemahaman yang lebih baik dan aplikasi kearifan lokal dan strategi-strategi penanganan (Redfern *et al.* 2012). Namun demikian, petani sudah mengembangkan praktek-praktek dan strategi untuk menghadapi ketidakpastian dan secara kontinu menghasilkan sistem-sistem produksi yang lebih tahan dan lebih tangguh. Contohnya adalah pengelolaan air dan irigasi yang baik, menggeser priode tanam atau merubah rotasi tanaman (Redfern *et al.* 2012).

Adaptasi Dengan Pola Tanam Tumpang Sari

Multiple cropping (tumpang sari) bukanlah bentuk baru teknologi pertanian, akan tetapi merupakan teknologi sejak zaman kuno dari pertanian yang intensif. Teknologi ini sudah dipraktekkan di berbagai bagian dunia sebagai cara untuk memaksimalkan produktivitas lahan pada lokasi yang spesifik pada suatu musim tanam. Di daerah-daerah tropis praktek penanaman dua atau lebih tanaman pada lahan yang sama umumnya lebih lazim, dimana lebih banyak curah hujan, suhu yang lebih tinggi dan musim tanam yang lebih panjang, yang merupakan kondisi yang menguntungkan bagi produksi tanaman sepanjang tahun. Penggunaan *multiple cropping* lebih sering terlihat digunakan petani seiring bertambahnya populasi, meningkatnya kebutuhan akan produksi pertanian. Meskipun sejarah *multiple cropping* sudah tua, konsep ini hanya mendapat sedikit perhatian dari ilmuwan pertanian, dan akhir-akhir ini timbul minat terbatas terhadap teknologi ini.

Mengapa minat tersebut meningkat begitu dramatis dalam waktu singkat?. Kekurangan pangan di banyak belahan dunia, dan juga ancaman pasokan yang tidak mencukupi dalam waktu dekat, terus mendorong penelitian pertanian untuk mencari teknologi alternatif yang lebih produktif. Sudah saatnya pencarian varietas yang mampu beradaptasi secara lebih spesifik dilingkungan tertentu. Kedua, sebagian besar peningkatan hasil yang dramatis dalam beberapa dekade terakhir terjadi di lahan pertanian terbaik dimana kontrol air mudah dilakukan. Oleh sebab itu, kenaikan produksi di masa depan akan menuntut cara baru yang inovatif dalam mengelola lahan yang produktif ini, dan juga mencari metode untuk membuat lahan marginal semakin produktif. Sebagai contoh, saat ini hanya 20% lahan padi di Asia yang beririgasi. Varietas-varietas baru padi dengan hasil yang tinggi (memerlukan pupuk berdosisi tinggi, penggunaan air, dan pengendalian hama) belum menembus masuk ke batas wilayah ini.

Faktor ketiga adalah krisis minyak. Harga bahan bakar minyak, yang diperlukan untuk biaya pupuk, pestisida terus melonjak. Sedangkan bahan bakar sangat dibutuhkan untuk membangun dan menjalankan peralatan pertanian dan memindahkan air irigasi. Upaya-upaya untuk mendapatkan teknologi alternatif lain merupakan keharusan sehingga memungkinkan kita mengganti praktek biologi dan agronomi yang inovatif dan varietas-varietas yang ber-input mahal. Dalam kaitan ini, *multiple cropping* menawarkan salah satu pilihan alternatif yang menjanjikan

Dalam *multiple cropping*, petani menanam dua atau lebih tanaman secara bersamaan di lahan yang sama per tahun. Intensifikasi tanaman ada dalam dimensi waktu dan ruang. Ada kompetisi antar tanaman selama atau sebagian dari pertumbuhan tanaman. Dikenal beberapa istilah dalam *multiple cropping*. *Mixed intercropping*, menumbuhkan dua atau lebih tanaman secara bersamaan tanpa susunan baris yang berbeda. *Row intercropping*, menumbuhkan dua atau lebih tanaman secara bersamaan dengan satu atau lebih tanaman yang ditanam dalam barisan. *Strip intercropping*, menanam dua atau lebih tanaman secara bersamaan di berbagai jalur yang cukup lebar untuk memungkinkan penanaman mandiri namun cukup sempit untuk tanaman untuk berinteraksi secara agronomi. *Relay intercropping*, menanam dua atau lebih tanaman secara bersamaan selama bagian dari siklus hidup suatu jenis tanaman. Tanaman kedua ditanam setelah tanaman pertama mencapai tahap pertumbuhan reproduksinya, namun sebelum siap panen. *Sequential Cropping*, menanam

dua atau lebih tanaman pada urutan yang sama setiap tahunnya. Tanaman kedua ditanam setelah panen tanaman sebelumnya. Intensifikasi tanaman hanya dalam dimensi waktu. Tidak ada kompetisi antar tanaman. Petani hanya mengelola satu tanaman dalam suatu waktu. *Double cropping*, menanam dua tanaman setahun secara berurutan. *Triple cropping*, menanam tiga tanaman setahun secara berurutan. *Quadruple cropping*, menanam empat tanaman setahun secara berurutan. *Ratoon cropping*, membudidayakan tanaman kembali setelah panen, meski tidak harus biji-bijian.

Pola tanam tumpangsari merupakan salah satu langkah yang tepat untuk meningkatkan produksi dengan luas lahan yang terbatas. Praktek pola tumpangsari merupakan kebiasaan yang dilakukan para petani kecil di berbagai belahan dunia terutama untuk meningkatkan pendapatan dan hasil per satuan luas (Mukhala *et al.* 1999; Santalla *et al.* 2001) serta dan mengurangi risiko kegagalan panen akibat gangguan lingkungan (Prasad and Brook, 2005). Pemilihan species atau kultivar, kepadatan, dan kemampuan berkompetisi sangat berpengaruh terhadap pertumbuhan tanaman yang digunakan dalam tumpangsari (Karadag and Buyukburc, 2004; Carr *et al.* 2004; Agegnehu *et al.* 2006; Dhima *et al.* 2007). Menurut Akunda (2001) dan Prasad and Brook (2005), pengaturan jarak tanam pada pola tumpangsari jagung dan kacang tanah merupakan hal yang penting diperhatikan untuk menghindari terjadinya kompetisi terhadap unsur hara, air, ruang dan cahaya matahari. Selanjutnya menurut Suyamto (1993), jarak tanam yang tidak sesuai akan berpengaruh terhadap aplikasi bahan kimia, penyiangan dan panen, serta berdampak pada rendahnya produktivitas. Tumpangsari (*intercropping*) adalah salah satu bentuk dari *Multiple Cropping*, yang batasannya adalah penanaman dua atau lebih tanaman secara serempak pada lahan yang sama dalam waktu tertentu. Pilihan tanaman untuk tumpangsari dengan jagung harus mempertimbangkan berbagai faktor antara kompetisi terhadap input lingkungan yang dibutuhkan kedua tanaman. Salah satu faktor input lingkungan yang perlu dipertimbangkan adalah cahaya dan nutrisi. Dalam hal ini, pilihan tanaman tumpangsari sedapat mungkin dapat meminimalkan terjadinya kompetisi terhadap cahaya dan nutrisi, misalnya jagung dengan kacang tanah (Carr *et al.* 2004; Agegnehu *et al.* 2006; Dhima *et al.* 2007).

Pilihan petani terhadap jenis tanaman pangan, sistem tanam dan waktu semai benih yang tepat dapat menjadi strategi adaptasi penting dalam menghadapi perubahan iklim dan pilihan pengelolaan ini harus dipertimbangkan dalam studi dampak perubahan iklim terhadap pertanian, karena pertanian sangat peka terhadap perubahan iklim, yang dapat memberikan efek positif atau negatif (Qin, 2003; Lin *et al.* 2007; Zhou *et al.* 2010; Tian *et al.* 2012). Perubahan iklim yang menyebabkan kenaikan suhu termasuk di daratan China yang memungkinkan pergeseran batas zona agro-iklim dan tanam, sehingga mengubah sistem tanam yang ada (Piao *et al.* 2006; Yang *et al.* 2010). Setiap sistem tanam adalah adaptasi praktik pertanian terhadap kondisi lokal (iklim, tanah, dan irigasi) (Van Gestel *et al.* 1993).

Dalam beberapa sistem tanam, terutama dengan beberapa tanaman dengan sistem perakaran yang berbeda, volume tanah yang lebih besar biasanya dimanfaatkan akar dan dengan demikian efisiensi penggunaan air lebih tinggi. Ini berguna, di satu sisi, di daerah di mana persediaan air terbatas. Ini juga membantu penggunaan air irigasi yang lebih lengkap. Telah diusulkan bahwa tanaman penutup di kebun buah merangsang rooting pohon yang lebih dalam Periode puncak penggunaan air yang berbeda dalam campuran tanaman akan menghindari persaingan dan meningkatkan efisiensi penggunaan air secara keseluruhan. Tanaman seperti jagung yang menggunakan sedikit air pada tahap awal pembangunannya dapat dicampur dengan tanaman yang panen lebih cepat (yang dapat kelembaban yang tidak digunakan tanaman lain).

Tumpang Sisip (*relay intercropping*) Jagung-Ubi kayu

Berbagai penelitian untuk mendapatkan inovasi teknis pertanian sangat diperlukan untuk mendukung kemajuan pembangunan secara keseluruhan. Dengan kata lain, kita perlu terus berinovasi dengan berinvestasi dalam penelitian dan pengembangan terhadap berbagai sifat-sifat tanaman guna meningkatkan toleransi tanaman terhadap suhu dan ketahanannya terhadap kekeringan, sehingga mampu mengatasi penurunan hasil panen pada berbagai zona agro-ekonomi yang berbeda. (Gliessman, 1980). Salah satu bentuk *multiple cropping* adalah *relay intercropping*. Cara tanam ini ditujukan untuk menghindari terjadinya kompetisi dari dua jenis tanaman yang memiliki persyaratan tumbuh yang

hampir sama *relay intercropping*. Tanaman kedua ditanam setelah yang pertama telah melewati sebagian besar fase pertumbuhannya akan tetapi belum dipanen. Informasi hasil penelitian tentang teknologi *relay intercropping* di negara maju seperti Amerika Serikat masih relatif sedikit sekali. Akan tetapi berbeda dengan di negara-negara lain seperti di Meksiko atau di negara-negara Amerika Latin, sebaliknya yang mana contoh teknik penanaman relay intercropping sudah tidak terhitung banyaknya, yang disertai oleh informasi tentang keuntungan hasilnya, terutama untuk jagung dan kacang-kacangan (35,39). Selanjutnya menurut Francis (1986) dan Sullivan (2003), tumpang sari adalah kegiatan penanaman dua jenis tanaman atau lebih di lahan dan waktu yang bersamaan dengan alasan utama adalah untuk meningkatkan produktivitas per satuan luas lahan. Ketika dua atau lebih jenis tanaman tumbuh bersamaan akan terjadi interaksi, masing-masing tanaman harus memiliki ruang yang cukup untuk memaksimalkan sinergi dan meminimumkan kompetisi. Sehingga perlu dikaji aspek-aspek sbb: (1) pengaturan jarak tanam, (2) populasi tanaman, (3) umur panen tiap tanaman, dan (4) arsitektur tanaman (Sullivan, 2003).

Dari berbagai pengalaman yang ada, dapat disimpulkan bahwa yang menjadi kunci keberhasilan penanaman relay cropping adalah pengaturan kombinasi waktu tanam dan varietas yang cocok, sehingga terhindar dari naungan, kompetisi hara, atau hambatan yang disebabkan oleh toksisitas yang dihasilkan oleh residu tanaman sebelumnya. Sifat komplementer yang maksimum dapat dicapai dengan cara menanam dua atau lebih tanaman secara bersamaan, baik dalam barisan, strip, atau campuran, dengan memanfaatkan pengetahuan tentang penataan ruang dari berbagai jenis tanaman dan pengetahuan tentang kebutuhan pertumbuhan masing-masing. Salah satu contoh yang terdokumentasi dengan baik adalah sistem jagung, kacang, dan labu tradisional di Tabasco, Meksiko.

Pada umumnya dalam suatu usahatani pilihan komoditas yang diusahakan sangat ditentukan oleh tingkat harga dan produktivitas yang dapat dicapai. Provinsi Lampung dengan posisi sebagai menyumbang lebih dari 33% produksi nasional ubi kayu, merupakan salah satu daerah penghasil utama di Indonesia, dengan luas tanamnya pada tahun 2013 sebesar 324.749 ha. Kabupaten Lampung Tengah merupakan kabupaten utama penghasil ubi kayu di Provinsi Lampung dengan luas areal 130.781

ha, produksi 3,37 juta ton, dan produktivitas 25,78 t/ha (BPS Provinsi Lampung 2013). Sudah sejak lama petani di Provinsi Lampung, khususnya di Lampung Tengah mengusahakan ubi kayu di lahannya bahkan dapat dikatakan bercocok tanam ubi kayu sudah dilakukan secara turun temurun di lahan kering mereka. Banyak alasan yang membuat petani ubi kayu di daerah ini sulit untuk beralih kepada komoditas lain, antara lain adalah secara teknis budidayanya mudah dilakukan, dengan risiko kegagalan usaha yang kecil, dan tanaman ini tergolong sangat toleran untuk ukuran kekeringan yang pernah terjadi di wilayah agroklimat Lampung. Apalagi sudah sejak lama pula banyak berdiri agroindustri pengolahan tapioka yang membutuhkan bahan baku dalam jumlah besar. Adanya jaminan pasar demikian, membuat harga ubi kayu relatif terjamin (stabil), di mana dalam kurun waktu 5-7 tahun terakhir, harga ubi kayu di Lampung berkisar Rp 700-900 (Dinas PTPH Prov Lampung, 2013). Menurut Asnawi dan Mejaya (2016) usahatani ubi kayu lebih menguntungkan dibandingkan dengan usahatani jagung dan kedelai. Usahatani ubi kayu akan kompetitif terhadap usahatani jagung dan kedelai pada tingkat produktivitas minimal 34.567 kg/ha dan dengan harga ubi kayu minimal Rp 654/kg. Selanjutnya juga mereka laporkan bahwa petani di Lampung Tengah mengusahakan ubi kayu dengan alasan harga jual tinggi, mudah diusahakan, produksi tinggi, mudah dalam penjualan, dan memiliki risiko kegagalan panen lebih rendah dibandingkan dengan usahatani jagung dan kedelai.

Jagung juga adalah salah satu komoditas pangan yang penting bagi petani di Lampung, khususnya Lampung Tengah. Produktivitas rata-rata di daerah ini masih tergolong rendah, yaitu sekitar 3,4 ton per hektar bila dibandingkan dengan potensi hasil yang dapat diacapai sebesar 7 – 10 ton/ha. Rendahnya produktivitas ini terutama disebabkan oleh kesuburan tanah yang rendah, serangan hama dan penyakit serta kurangnya pengendalian gulma, serta penggunaan varietas dengan potensi hasil yang rendah. (Swastika *et al.* 2004). Bagi petani di Lampung, menanam jagung merupakan usahatani komersial untuk pakan ternak. Umumnya petani di wilayah ini menanam jagung hanya pada lahan-lahan kering, namun ada sebagian kecil petani juga menanam jagung di lahan sawah setelah padi pada musim kemarau. Luas areal tanam di daerah ini setiap tahun hanya 320.008 - 399.827 ha, terutama dijumpai di Kabupaten Lampung Timur, Lampung Tengah dan Lampung Selatan, walaupun sebenarnya potensi luas arealnya adalah sekitar 674.238 ha (BPS Prov Lampung, 2006). Permintaan jagung di Indonesia akan terus meningkat sejalan dengan tekad

Pemerintah untuk Swasembada tahun 2017. Pada periode tahun 1990 – 2000, konsumsi jagung di Indonesia meningkat dengan laju rata-rata 7,21 persen per tahun, tetapi laju peningkatan produksi lebih rendah, rata-rata 4,0 persen per tahun. Akibatnya, sampai dengan tahun 2000 Indonesia masih harus impor jagung lebih kurang 3,2 juta ton. Namun demikian, impor jagung sejak tahun 2016 sudah berkurang sebanyak 60%.

Kesinambungan ketersediaan bahan baku baik ubi kayu maupun jagung di Lampung juga menjadi faktor penting bagi agroindustri kedua komoditas tersebut. Kesinambungan produksi bahan baku kedua komoditas tersebut akan dapat dicapai antara lain dengan mengatur pola tanam sesuai keadaan iklim di wilayah tersebut dan mengintensifkan penggunaan lahan melalui sistem bertanam ganda (*multiple cropping*), diantaranya dengan tumpang sari (*intercropping*). Indonesia memiliki wilayah dengan tipe iklim yang luas, mulai dari iklim tropik basah hingga kering sehingga memungkinkan penanaman ubikayu dan jagung yang berkesinambungan sepanjang tahun (Subandi *et al.* 1994).

Sebagaimana telah diuraikan sebelumnya bahwa bagi petani lahan kering khususnya di Lampung Tengah, tanaman ubi kayu dan jagung adalah dua tanaman pangan yang merupakan komoditas andalan petani setempat. Berbagai faktor yang mendorong mereka untuk tetap mempertahankan kedua komoditas tersebut pada usahataniannya, walaupun baru-baru harga ubi kayu jatuh sampai harganya di bawah Rp 250/kg dan bahkan sampai saat ini harganya masih di bawah Rp 500/kg. Beberapa tahun terakhir bahkan petani ubi kayu di Lampung, khususnya petani Kecamatan Tegineneng, Lampung Tengah tetap bertahan dengan mengusahakan ubi kayu di lahannya dengan pola relay intercropping dengan jagung. Pola tanam ini mereka aplikasikan sebagai upaya adaptasi pola tanam dalam menghadapi dampak perubahan iklim. Semula pola tanam yang mereka praktekkan pada lahan keringnya adalah pola jagung-jagung bera dan pola ubikayu-bera. Kedua pola tanam tersebut akhir-akhir makin dirasakan tidak efisien. Terutama jagung yang ditanam pada MT 2, di mana hujan sudah mulai berkurang, sehingga produktivitasnya kurang optimal. Demikian juga ubikayu yang ditanam hanya satu kali dalam setahun sehingga kurang efisien. Untuk meningkatkan efisiensi usaha tani dilahan tersebut dilakukan pola tanam ganda, yaitu tanam sisip antara jagung dengan ubikayu dengan tujuan mengantisipasi perubahan iklim terutama berkurangnya curah hujan pada MT 2. Dengan pola tanam

tersebut kedua tanaman tersebut dapat tumbuh dan berproduksi optimal (Gambar 1). Kunci dari pola tanam ini adalah menanam jagung terlebih dahulu pada awal musim hujan, lalu setelah jagung berumur kurang lebih 70 HST, ubi kayu di tanam pada barisan yang sama dengan jagung. Kemudian jagung dipanen sekitar umur 120 HST, pada saat tersebut ubikayu telah berumur 50-60 HST, dengan kondisi tersebut ubikayu sudah toleran terhadap hujan yang semakin berkurang, dapat tumbuh dan berproduksi normal.



Gambar 1. Pola tanam relay intercropping jagung-ubikayu di Lampung Tengah

Adapun jarak tanam yang juga menjadi faktor penting dalam pola yang banyak berkembang di Lampung Tengah ini adalah jagung ditanam dengan jarak 70 cm x 20 cm. Selanjutnya jarak tanam ubikayu yang ditanam pada saat tanaman jagung berumur 70 – 80 HST (setelah penyerbukan jagung), dengan jarak 70 cm x 80 cm. Ubikayu ditanam pada

barisan yang sama dengan tanaman jagung (untuk memudahkan panen jagung dan tanaman ubikayu tidak terganggu pada saat panen jagung, serta sisa unsur hara dari tanaman jagung bisa dimanfaatkan tanaman ubikayu. Sedangkan panen jagung dilakukan sekitar umur 115 - 120 HST (tanaman ubikayu telah bermur 45-50 HST). Setelah jagung dipanen, tebon/jerami jagung segera dibabat dan diletakkan di antara barisan tanaman ubikayu, yang digunakan sebagai mulsa. Kemudian segera dilakukan pemupukan NPK (dosis pada Tabel 1) pada tanaman ubi kayu. Pada saat tanaman ubikayu berumur 45-50 HST, maka tanaman sudah toleran terhadap kekeringan, walaupun tidak ada hujan selama 1 bulan. Panen ubikayu dapat dilakukan pada saat tanaman berumur 7 - 11 bulan, sesuai varietas yang ditanam (BW 1 > 6 bulan, UJ 3 (Thailand) 6- 7 bulan, UJ 5 (Kasetsart) > 8 bulan). Adapun hasil analisis usahatani dari pola tersebut disajikan pada Tabel 1 dan 2 di bawah.

Berkaitan dengan pola *relay intercropping* jagung-ubi kayu di atas, Gliessman (1980) menyatakan bahwa keberhasilan pola ini tergantung pada beberapa aspek kombinasi waktu dan varietas yang tepat untuk menghindari naungan, kompetisi hara, atau penghambatan yang disebabkan oleh toksisitas yang dihasilkan oleh residu tanaman sebelumnya. Aspek-aspek tersebut masih sangat terbatas ketersediaannya. Selanjutnya, adanya perbedaan periode puncak penggunaan air dalam pertanaman campuran juga dapat membantu menghindari persaingan dan meningkatkan efisiensi penggunaan air. Tanaman seperti jagung, yang menggunakan sedikit air pada tahap awal pertumbuhannya dapat disisipkan dengan tanaman yang lebih cepat atau lebih awal proses pemasakannya (dewasa) sehingga dapat memanfaatkan kelembaban yang tidak digunakan oleh tanaman lainnya. Pada daerah-daerah di mana air sangat terbatas, sangat disarankan untuk tidak memilih tanaman yang memiliki kebutuhan air yang sama (tumpang tindih) karena pada saat-saat kekeringan salah satu tanaman dapat mengalahkan tanaman lainnya. Mengkombinasikan dua tanaman yang agak sama kebutuhan airnya (agak tumpang tindih) dapat dilakukan pada daerah-daerah dengan rezim curah hujan yang berfluktuasi secara luas (Gliessman, 1980).

Tabel 1. Analisis usahatani pola tanam tumpang sisis (relay intercropping) jagung-ubikayu Tahun 2015 - 2016 di Tegineneng, Lampung Tengah

No.	Input/Output	Volume	Satuan	Harga Satuan	Jumlah(Rp)
I	Biaya Saporodi:				
A	Jagung:				
	Benih	15	kg	68.000	1.020.000
	Pestisida (Cruiser)	3	btl	25.000	75.000
	Urea	300	kg	2.000	600.000
	NPK Phonska	350	kg	2.600	910.000
	Pukan	100	kg	12.000	1.200.000
	Herbisida 1	1	kg	270.000	270.000
	Herbisida 2	2	ltr	60.000	120.000
	Jumlah I				4.195.000
B	Ubi kayu				0
	Bibit	100	ikat	13.000	1.300.000
	Urea	150	kg	2.000	300.000
	NPK Phonska	300	kg	2.600	780.000
	Herbisida	3	ltr	60.000	180.000
	Jumlah II				2.560.000
	Total I				6.755.000
II	Biaya Tenaga Kerja:				0
A	Jagung:				
	Bajak	1	ha	600.000	600.000
	Garu	1	ha	150.000	150.000
	Nglarik	1	ha	150.000	150.000
	Tanam	1	ha	500.000	500.000
	Aplikasi Pupuk Kandang	1	ha	300.000	300.000
	Pemupukan I	1	ha	200.000	200.000
	Pemupukan II	1	ha	200.000	200.000
	Aplikasi Herbisida 1	1	ha	200.000	200.000
	Aplikasi Herbisida 2	1	ha	200.000	200.000
	Panen	210	kg	4.000	840.000
	Pemindahan ke penjemuran	210	kg	2.000	420.000
	Penjemuran	1	paket	100.000	100.000
	Giling & angkut ke Pabrik	7.200	kg	160	1.152.000
	Jumlah I				5.012.000
B	Ubi kayu				0
	Tanam	1	ha	400.000	400.000
	Pemupukan 1	1	ha	200.000	200.000
	Babat Tebon	1	ha	150.000	150.000
	Penyemprotan gulma	1	ha	200.000	200.000
	Pemupukan II	1	ha	150.000	150.000
	Panen - Angkut ke Pabrik	21.000	kg	130	2.730.000
	Jumlah II				3.830.000
	Total II				8.842.000
	Total I + II				15.597.000

III	Penerimaan:				
A	Jagung:				
	Produksi (KA. 22 %)	7.200	Kg		
	Harga/kg			2.950	
	Penerimaan I				21.240.000
B	Ubi kayu				0
	Produksi	21.000	kg		0
	Harga/kg (Rp. 600, Pot Ka.20 %)			480	
	Penerimaan II				10.080.000
	Jumlah				31.320.000
	Pendapatan Bersih				15.723.000
	B/C ratio				1,008078477

Tabel 2. Analisis usahatani ubikayu monokultur Th 2015 – 2016 di Tegineneng, Lampung Tengah

No.	Input/Output	Volume	Satuan	Harga Satuan	Jumlah(Rp)
A	Biaya Saporodi:				
	Bibit	100	ikat	13.000	1.300.000
	Urea	200	kg	2.000	400.000
	NPK Phonska	350	kg	2.600	910.000
	Pukan	100	kg	12.000	1.200.000
	Herbisida Pra Tumbuh	1,5	kg	120.000	180.000
	Herbisida Pasca Tumbuh	9	ltr	60.000	540.000
	Jumlah I				4.530.000
B	Biaya Tenaga Kerja:				0
	Bajak	1	ha	600.000	600.000
	Garu	1	ha	150.000	150.000
	Tanam	1	ha	400.000	400.000
	Ngecer Pukan	1	ha	300.000	300.000
	Mupuk I	1	ha	200.000	200.000
	Mupuk II	1	ha	200.000	200.000
	Semprot Herbisida 1	1	ha	200.000	200.000
	Semprot Herbisida 2	1	ha	200.000	200.000
	Panen -angkut ke Pabrik	30.000	kg	130	3.900.000
	Jumlah II				6.150.000
	Total				10.680.000
C	Penerimaan:				
	Produksi	30.000	kg		
	Harga/kg (Rp.600, Pot Ka.20 %)			480	
	Penerimaan				14.400.000
	Pendapatan Bersih				3.720.000
	B/C ratio				0,348314607

Hasil analisis usahatani pada Tabel 1 menunjukkan bahwa pendapatan bersih dari pola *relay intercropping* jagung-ubikayu (Rp 15.733.000,-) jauh lebih tinggi daripada pendapatan bersih yang diberikan oleh pola ubikayu monokultur (Rp 3.720.000,-). Hal inilah yang menjadi daya tarik bagi petani ubikayu atau jagung di Kecamatan Tegineneng, Lampung Tengah untuk mengadopsi pola tersebut. Bagi mereka untuk beralih ke komoditas lain ataupun pola tanam lain tampaknya menghadapi banyak kendala, karena usahatani tanaman ubikayu atau jagung memang sesuai dengan kondisi agroekosistem (khususnya agroklimat) di Lampung Tengah dan juga didukung oleh sudah terbentuknya pasar dan kelembagaan lainnya. Berkaitan dengan usahatani dua komoditas tersebut, Asnawi dan Mejaya (2016) dalam hasil studinya yang menganalisis keunggulan kompetitif ubi kayu terhadap jagung dan kedelai di Kabupaten Lampung Tengah melaporkan bahwa usahatani monokultur ubi kayu lebih menguntungkan untuk diusahakan dengan pendapatan Rp 21.109.000/ha dan R/C 2,91, dibandingkan dengan usahatani monokultur jagung dengan pendapatan Rp 15.935.000 dan R/C 2,01. Namun demikian, sebagai salah satu teknologi adaptasi terhadap perubahan iklim, pola yang sudah cukup berkembang di Lampung Tengah ini tetap memerlukan kajian-kajian yang lebih mendalam dalam rangka penyempurnaannya. Kajian perlu dilakukan mulai dari waktu tanam yang paling tepat untuk masing-masing kedua jenis tanaman (jagung dan ubikayu) di lokasi ini dan jarak tanam (populasi) ataupun cara pemeliharaan lainnya (pemupukan) yang optimal menurut varietas yang sesuai untuk digunakan serta dukungan kebijakan yang diperlukan.

PENUTUP

Pada kondisi iklim akhir-akhir ini yang semakin nyata besarnya dampak perubahan iklim terhadap produksi dan produktivitas khususnya komoditas tanaman pangan, maka diperlukan alternatif-alternatif teknologi adaptasi terhadap perubahan iklim, guna mendukung dan menjamin tercapainya target-target program swasembada pangan nasional berkelanjutan melalui peningkatan efisiensi penggunaan lahan. Perlu dikembangkan inovasi-inovasi teknologi, seperti halnya inovasi teknologi pola tanam yang banyak diadopsi dan berkembang di lahan petani ubi kayu di Kabupaten Lampung Tengah, Provinsi Lampung, yaitu tanam sisip

antara jagung dengan ubi kayu dengan tujuan mengantisipasi perubahan iklim terutama berkurangnya curah hujan pada MT 2. Dengan pola tanam tersebut kedua tanaman tersebut dapat tumbuh dan berproduksi optimal, yang ditunjukkan oleh analisis usahatani yang memberikan pendapatan bersih dari pola *relay intercropping* jagung-ubi kayu yang lebih tinggi (Rp 15.733.000,-) daripada yang diberikan oleh pola ubi kayu atau jagung monokultur (Rp 3.720.000,-).

Untuk lebih memberikan kestabilan hasil yang tinggi, masih tetap diperlukan kajian-kajian yang lebih mendalam terhadap pola ini dalam rangka penyempurnaannya. Kajian perlu dilakukan mulai dari waktu tanam yang paling tepat untuk masing-masing kedua jenis tanaman (jagung dan ubikayu) di lokasi ini dan jarak tanam (populasi) ataupun cara pemeliharaan lainnya (pemupukan) yang optimal menurut varietas yang sesuai untuk digunakan serta dukungan kebijakan yang diperlukan. Diperlukan juga kajian-kajian untuk mengadaptasikan pola ini di luar agroekosistem Lampung Tengah, dalam rangka pemanfaatan pola relay cropping sebagai salah satu teknologi adaptasi terhadap perubahan iklim di luar Lampung.

DAFTAR PUSTAKA

- ADB. 2009. Ekonomi Perubahan Iklim di Asia Tenggara: Tinjauan Regional (INTISARI). April 2009. Asian Development Bank.
- Agegnehu, G., A. Ghizam and W. Sinebo. 2006. Yield performance and land-use efficiency of barley and faba bean mixed cropping in Ethiopian highlands. *Eur. J. Agron.*, 25: 202-207.
- Agus, F., I. Irawan, H. Suganda, W. Wahyunto, A. Setyanto, and M. Kundarto. 2006. Environmental multifunctionality of Indonesian agriculture. *Journal: Paddy Water Environment* 4:181-188.
- Allara, M. Kugbei, S., Dusunceli, F. & Gbehounou. 2012. Coping with changes in cropping systems: plant pests and seeds. *FAO/OECD Workshop on Building Resilience for Adaptation to Climate Change in the Agriculture Sector* (23–24 April 2012).

- Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian. 2011. Road Map. Strategi Sektor Pertanian Menghadapi Perubahan Iklim (Revisi). Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian. Jakarta.
- Badan Pusat Statistik (BPS) Provinsi Lampung. 2013. Lampung dalam angka 2013. BPS Provinsi Lampung.
- Bappenas. 2010. Indonesian climate change sectoral road map sektor pertanian. www.bappenas.go.id/get-file-server/node/106181.
- Battisti, D.S. & Naylor, R.L. 2009. Historical warnings of future food security with unprecedented seasonal heat. *Science*, 323: 240–244.
- Boer, R. 2007. Indonesian Country Report: Climate Variability and Climate Change and Their Implications. Government of Indonesia, Jakarta.
- Boer, R., Las, I., Surmaini, E., Dasanto, D.D., Erfandi, D., Muin, S.F., Rakhman, A., Sarvina, Y., Sumaryanto, Darsana, Tamara, 2009. Pengembangan Sistem Prediksi Perubahan Iklim untuk Ketahanan Pangan: Dampak Kenaikan Permukaan Air Laut. Laporan Akhir Konsorsium Penelitian dan Pengembangan Perubahan Iklim Sektor Pertanian. Balai Besar Litbang Sumber daya Pertanian. Badan Litbang Pertanian.
- Boer, R. 2011. Ancaman Perubahan Iklim terhadap Ketahanan Pangan. Presentasi pada Workshop Nasional dan FGD Adaptasi Perubahan Iklim. Bandung 9-10 November 2011. Balai Besar Sumber daya Lahan Pertanian. Kementerian Pertanian.
- Carr, P.M., Horsley, R.D. and Poland, W.W. 2004. Barley, oat and cereal-pea mixtures as dryland forages in the Northern Great Plains. *Agron. J.*, 96: 677- 684.
- Clermont-Dauphin, C., Suwannang, N., Grüberger, O., Hammecher, C. & Maeght, J.L. 2010. Yield of rice under water and soil salinity risks in farmers' fields in northeast Thailand. *Field Crops Research*, 118(3): 289–296.
- Dhima, K.V., A.A. Lithourgidis, I.B. Vasilakoglou and C.A. Dordas. 2007. Competition indices of common vetch and cereal intercrops in two seeding ratio. *Field Crop Res.*, 100: 249-256.

- Dinas Pertanian Tanaman Pangan dan Hortikultura Provinsi Lampung. 2013. Perkembangan harga harian dan bulan ubi kayu di Provinsi Lampung tahun 2012. Dinas Pertanian Tanaman Pangan dan Hortikultura Provinsi Lampung.
- FAO. 2004. Global climate changes and rice food security . N.V. Nguyen. Rome(available at <http://www.fao.org/climatechange/media/15526/0/0/>).
- FAO. 2007. Country report on the state of plant genetic resources for food and agriculture – Philippines. N.C. Altoveros & T.H. Borromea. Rome.
- Foerster, H., T. Sterzel, C.A. Pape, M. Moneo-Laín, I. Niemeyer, R. Boer, and J.P. Kropp. 2011. Sea-level rise in Indonesia: On adaptation priorities in the agricultural sector. Accepted for Publication at Regional Environmental Change.
- Grattan, S. R., L. Zeng, M. C. Shannon, and S. R. Roberts. 2002. Rice is More Sensitive to Salinity than Previously Thought. Available://danr.ucop.edu/calag.
- Greenbio. 2011. Rice and Climate Change. Checkbiotech (available at: http://greenbio.checkbio.org/news/rice_and_climate_change).
- Hach, C.V. & Tan P.S. 2007. Study on site-specific nutrient management (SSNM) for high-yielding rice in the Mekong Delta. *Omorice*, 15:144–152.
- Hall-Spencer, J.M., Rodolfo-Metalpa, R. & Martin, S. 2008. Volcanic carbon dioxide vents show ecosystem effects of ocean acidification. *Nature*, 454: 96–99.
- Handoko I, Sugiarto Y, dan Syaukat Y. 2008. Keterkaitan Perubahan Iklim dan Produksi Pangan Strategis: Telaah kebijakan independen dalam bidang perdagangan dan pembangunan. SEAMEO BIOTROP for Kemitraan partnership.
- Hansen, J., Sato, M., Ruedy, R., Lo,K., Lea, D.W., and Medina-Elizade, M. 2006. Global temperature change. *PNAS* 103: 14288-14293.
- Hansen, J.W, Baethgen, W., Osgood, D., Ceccato, P. & Ngugi, R.K. 2007. Innovations in climate risk management: protecting and building

- rural livelihoods in a variable and changing climate. *J. Semi-Arid Trop. Agric. Res.*, 4(1).
- Howden, S.M., Reyenga, P.J., Meinke, H., 1999. Global Change Impacts on Australian Wheat Cropping. Report to the Australian Greenhouse Office.
- Ibrahim, G. 2003. Dinamika dan pergeseran musim di Indonesia. Seminar Antisipasi Perubahan Iklim. Perhimpian-Kementan-BAKP.
- IPCC. 2012. Summary for policy-makers. In C.B. Field, V. Barros, T.F. Stocker, D. Qin, D.J. Dokken, K.L. Ebi, M.D. Mastrandrea, K.J. Mach, G.-K. Plattner, S.K. Allen, M. Tignor & P.M. Midgley, eds. Managing the risks of extreme events and disasters to advance climate change adaptation, pp. 1–19. A Special Report of Working Groups I and II of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge, UK, and New York, USA, Cambridge University Press.
- Karl, T.R., Meehl, G.A., Miller, C.D., Hassol, S.J., Walpe, A.M. & Murray, W.L. 2008. Weather and climate extremes in a changing climate. Synthesis and Assessment Product 3.3. Report by the US Climate Change Science Program (CCSP) and the Subcommittee on Global Change Research, Department of Commerce, NOAA National Climate Data Center, Washington, DC.
- Knutson, T.R., McBride, J.L., Chan, J., Emanuel, K. 2010. Tropical cyclones and climate change. *Nat. Geosci.*, 3: 157–163.
- Las. I. 2007. Menyiasati Fenomena Anomali Iklim Bagian Pemantapan Produksi Padi Nasional pada Era Revolusi Hijau Lestari. *Jurnal BioetkLIPI*. Naskah Orasi Pengukuhan Profesor Riset, 6 Agustus 2004.
- Las, I., H. Syahbuddin, E. Surmaini, A M. Fagi. 2008. Iklim dan Tanaman Padi.: Tantangan dan Peluang. dalam : Buku Padi: Inovasi Teknologi dan Ketahanan Pangan. BB Padi.
- Lawlor, D.W. & Mitchell, R. A. C. (2000) Crop ecosystem responses to climatic change: wheat. Climate change and global crop productivity (eds Reddy, K.R. & Hodges, H.F.), 57-80. CAB International, Cambridge.

- Li, T. & Wassmann, R. 2011. Modeling approaches for assessing adaptation strategies in rice germplasm development to cope with climate change (available at: http://www.fao.org/fileadmin/templates/agphome/documents/IRRI_website/Irri_workshop/LP_16.pdf).
- Luo, Q., Bellotti, W.D., Williams, M., Bryan, B., 2005a. Potential impact of climate change on wheat yield in South Australia. *Agricultural and Forest Meteorology* 132 (3-4), 273-285.
- Masutomi Y, Takahashi K, Harasawa H, Matsuoka Y. 2009. Impact assessment of climate change on rice production in Asia in comprehensive consideration of process/parameter uncertainty in general circulation models. *Agric. Ecosyst. Environ.* 131(3-4):281-291.
- Ministry of Environment, Republic of Indonesia. 2009. Indonesia Second National Communication Under the United Nations Framework Convention on Climate Change. Climate Change Protection for Present and Future Generation. Ministry of Environment, Republic of Indonesia.
- Mulyani, A., S. Ritung, dan I. Las. 2011. Potensi dan Ketersediaan Sumber daya Lahan untuk Mendukung Ketahanan Pangan. *Jurnal Litbang Pertanian*, 30(2): 73-80.
- Naylor, R.L., D.S. Battisti, D.J. Vimont, W.P. Falcon, dan M.B. Burke. 2007. Assessing the risks of climate variability and climate change for Indonesian rice agriculture. *Proc. Nat. Acad. Sci.* 104 : 7752-7757.
- Peng S, Huang J, Sheehy JE, Laza RC, Visperas RM, Zhong X, Centeno GS, Khush GS, Cassman KG. 2004. Rice yields decline with higher night temperature from global warming. *Proceeding of National Academy of Science of the United State of America (PNAS)* 101:9971-9975.
- Ratag, M.A. 2001. Model Iklim Global dan Area Terbatas serta Aplikasinya di Indonesia. Paper disampaikan pada Seminar Sehari Peningkatan Kesiapan Indonesia dalam Implementasi Kebijakan Perubahan Iklim. Bogor, 1 November 2001.
- Redfern, S.K., Azzu, N and Jesie, S.B. 2012 Rice in Southeast Asia: facing risks and vulnerabilities to respond to climate change. Dalam A. Meybeck, J. Lankoski, S. Redfern, N. Azzu and V. Gitz (eds).

- Building resilience for adaptation to climate change in the agriculture sector. Proceedings of a Joint FAO/OECD Workshop, 23–24 April 2012. Roma.
- Resurreccion, B.P., Sajor, E.E., & Fajber, E. 2008. Climate adaptation in Asia: knowledge gaps and research issues in South East Asia. A full report of the South East Asia Team, Climate Change Adaptation Southeast Asia, ISET-International and ISET-Nepal.
- Rosenzweig, C., Iglesias, A., Yang, X.B., Epstein, P.R. & Chivian, E. 2001. Climate change and extreme weather events. Implications for food production, plant diseases, and pests. *Glob. Change Hum. Health*, 2: 90–104.
- Runtunuwu E, dan H. Syahbuddin. 2007. Perubahan Pola Curah Hujan dan Dampaknya Terhadap Potensi Periode Masa Tanam. *Jurnal Tanah dan Iklim* N0 26: 1-12.
- Selvaraju, R. 2012. Climate risk assessment and management in agriculture. Dalam A. Meybeck, J. Lankoski, S. Redfern, N. Azzu and V. Gitz (eds). Building resilience for adaptation to climate change in the agriculture sector. Proceedings of a Joint FAO/OECD Workshop, 23–24 April 2012. Roma.
- Sembiring H. and Gani A. 2007. Adaptability of rice on tsunami affected soil. Training Workshop Soil Management for rebuilding agriculture in tsunami-affected areas in Nanggroe Aceh Darussalam province, Banda Aceh. p.13-16.
- Sofian, I. 2010. Scientific Basis: Analysis and Projection of Sea Level Rise and Extreme Weather Event. Indonesia Climate Change Sectoral Roadmap-ICCSR. National Planning and Development Agency (Bappenas), Jakarta.
- Sukarman dan N. Suharta. 2010. Kebutuhan lahan kering untuk kecukupan produksi pangan tahun 2010 sampai 2050. Hal. 111–124 Dalam Buku Analisis Sumber Daya Lahan Menuju Ketahanan Pangan Berkelanjutan. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian, Jakarta, Hal. 163.

- The World Bank.2008. System for Rice intensification (SRI): achieving more with less – a new way of rice cultivation (available at: <http://info.worldbank.org/etools/docs/library/245848/index.html>).
- Timmerman, A., J. Oberhuber, A. Bacher, M. Esch, M. Latif, and E. Roeckner. 1999. Increased El Niño frequency in a climate model forced by future greenhouse warming. *Nature* 398.
- Torriani, D.S., Calanca, P., Schmid, S., Beniston, M., Fuhrer, J., 2007. Potential effects of changes in mean climate and climate variability on the yield of winter and spring crops in Switzerland. *Climate Research* 34, 59-69.
- Tschirley, J. 2007. Climate Change Adaptation: Planning and Practices. Power Point Keynote Presentation of FAO Environment, Climate change, Bioenergy Division, 10-12 September 2007, Rome.
- Uphoff, N. Undated. The System of Rice Intensification (SRI) as a System of Agricultural Innovation (available at http://www.future-agricultures.org/farmerfirst/files/T1c_Uphoff.pdf).
- Zeng, L. and M.C. Shannon. 2000. Salinity effects on seedling growth and yield components of rice. *Crop Sci.*, 40: 996-1003.

PEMANFAATAN INOVASI MENGHADAPI KERAGAMAN IKLIM DAN IMPLIKASINYA TERHADAP SISTEM PEMBIAYAAN USAHA PERTANIAN

Sahat M. Pasaribu dan Rizatus Shofiyati

PENDAHULUAN

Permintaan terhadap berbagai komoditas pertanian, khususnya bahan pangan akan terus meningkat sejalan dengan pertumbuhan penduduk dan membaiknya pendapatan masyarakat. Ditengah berbagai masalah terkait dengan upaya peningkatan produksi sejumlah komoditas pertanian strategis, Kementerian Pertanian terus melakukan berbagai perbaikan dan penyesuaian program mengantisipasi risiko yang mungkin terjadi yang memengaruhi produksi dan produktivitas komoditas pertanian. Padi, jagung, kedelai, tebu, sapi, cabai, dan bawang merah adalah komoditas pangan utama yang produksinya terus ditingkatkan. Dalam kaitan inilah, ketersediaan, keterjangkauan, stabilitas harga, dan keamanan hasil pertanian menjadi sangat penting dan perlu dikendalikan. Kementerian Pertanian telah dan akan terus berupaya meningkatkan produksi komoditas pangan strategis tersebut melalui inovasi dan teknologi dengan penerapan program percepatan usaha pertanian.

Visi Kementerian Pertanian adalah terwujudnya kedaulatan pangan dan kesejahteraan petani dengan misi mewujudkan dan meningkatkan (a) ketahanan pangan dan gizi, (b) nilai tambah dan daya saing komoditas pertanian, (c) kesejahteraan petani, dan (d) kinerja Kementerian Pertanian yang transparan, akuntabel, profesional serta berintegritas tinggi (Kementerian Pertanian, 2015). Sasaran dari seluruh visi dan misi ini adalah (a) terwujudnya swasembada padi, jagung, kedelai serta meningkatnya produksi daging dan gula, (b) terpenuhinya akses masyarakat terhadap pangan, (c) tergesernya budaya konsumsi pangan, (d) meningkatnya stabilitas produksi dalam rangka stabilitas harga, (e) berkembangnya komoditas pertanian bernilai ekonomi tinggi, (f) terdorongnya kemajuan agrobioindustri, (g) meningkatnya kualitas dan pendapatan petani, dan (h) terwujudnya reformasi birokrasi Kementerian Pertanian.

Kementerian Pertanian menghadapi banyak tantangan untuk mewujudkan visi dan mencapai sasaran dan tujuan pembangunan pertanian diatas. Perubahan iklim merupakan salah satu diantara tantangan yang memberikan dampak negatif terhadap kinerja sektor pertanian. Perubahan iklim global menyebabkan kondisi iklim yang tidak lagi teratur dengan tanda-tanda seperti meningkatnya suhu udara, perubahan pola curah hujan, meningkatnya permukaan air laut, dan meningkatnya frekuensi kejadian ekstrim (La Nina dan El Nino). Konsekuensi logis atas kondisi seperti ini menunjukkan berubahnya kearifan lokal dengan tanda-tanda alam (*pranata mangsa*) yang sulit bahkan tidak dapat lagi digunakan/tidak memberi manfaat bagi masyarakat.

Iklim merupakan faktor yang sangat memengaruhi pertumbuhan tanaman, pergeseran waktu tanam, luas tanam, dan produktivitas. Diantara implikasi dari perubahan iklim yang langsung berakibat pada budidaya pertanian adalah perubahan masa/waktu tanam, perubahan jenis dan periode serangan OPT, perubahan pengelolaan air, dan penyediaan sarana produksi pertanian. Dalam kaitan inilah diperlukan upaya beradaptasi melalui dukungan teknologi. Namun dalam penerapannya, disamping persoalan teknis operasional, pengendalian pelaksanaannya di lapangan juga membutuhkan kemampuan manajerial pelaksana dengan dukungan sumber daya keuangan yang sangat besar. Fakta menunjukkan bahwa adaptasi teknologi yang akrab terhadap perubahan iklim membutuhkan ketrampilan sumber daya manusia yang harus mampu menyesuaikan diri terhadap dinamika lingkungan usaha pertanian yang dilakukannya. Teknologi pertanian padi dengan model jajar legowo, misalnya membutuhkan kemampuan beradaptasi terhadap ketersediaan lahan, pemanfaatan benih unggul, dan dukungan pemberian air irigasi yang memadai. Dalam kaitan ini, perencanaan pembangunan nasional perlu mengandalkan upaya beradaptasi untuk menyiasati perubahan iklim dalam bentuk penyesuaian strategi, kebijakan, manajemen, teknologi, dan sikap untuk mengurangi dampak negatif perubahan iklim (Kementerian Perencanaan Pembangunan Nasional/Bappenas, 2014).

Penggunaan alat dan mesin pertanian (alsintan) sebagai respon terhadap semakin berkurangnya tenaga kerja manusia di perdesaan juga membutuhkan keahlian sumber daya manusia dan memerlukan dukungan

pembiayaan yang besar sesuai dengan kebutuhannya. Penggunaan *transplanter* atau *combined harvester* pada pertanaman padi, misalnya membutuhkan ketrampilan operator dengan ketersediaan ongkos operasional. Pemanfaatan inovasi dan penggunaan teknologi selalu membutuhkan pembiayaan yang besarnya relatif terhadap penggunaannya. Strategi pengembangan alsintan dalam upaya pemanfaatan inovasi dan teknologi mekanisasi telah berjalan melalui pengembangan kelembagaan Usaha Pelayanan Jasa Alsintan (UPJA). Berpedoman pada Permentan No. 25/2008 tentang Pedoman Penumbuhan dan Pengembangan UPJA, telah dilaksanakan berbagai kegiatan ekonomi dalam bentuk pelayanan jasa alsintan untuk mendukung kegiatan budidaya (jasa penyiapan dan pengolahan lahan, pemeliharaan, pemanenan, dan pasca panen). Kegiatan ekonomi ini didorong oleh keinginan untuk menghasilkan produk pertanian berkualitas yang mampu memberikan nilai tambah dan meningkatkan daya saing produk tersebut di pasar (Departemen Pertanian, 2008).

Inovasi untuk melindungi usaha pertanian yang dilakukan dengan menerapkan asuransi pertanian juga membutuhkan pembiayaan untuk menyelenggarakannya. Biaya operasional di daerah membutuhkan pembiayaan yang perlu disediakan dan dimasukkan setiap tahun dalam APBD, sementara biaya pengendalian dan monev serta biaya subsidi premi telah tersedia dan perlu terus dialokasikan di tingkat pusat dan dimasukkan dalam APBN (Pasaribu *et al.*, 2009). Kementerian Pertanian perlu menyediakan pembiayaan untuk mendukung program asuransi pertanian yang dibutuhkan petani/peternak melalui skim pembiayaan/ pinjaman dari lembaga keuangan (bank atau lembaga keuangan perdesaan/Gapoktan/LKM-A).

Untuk mendukung pengembangan asuransi pertanian, pemanfaatan teknologi penginderaan jauh (*remote sensing*) harus dapat diantisipasi dengan menyediakan pembiayaan yang cukup. Pemanfaatan teknologi ini dapat menjadi bagian yang penting dalam pelaksanaan asuransi tanaman pangan, hortikultura, dan perkebunan. Dengan memerhatikan arah pengembangan asuransi pertanian yang akan mencakup lebih banyak komoditas, maka kebutuhan pemanfaatan teknologi ini dapat membuat kegiatan industri perasuransian menjadi lebih efektif, namun harus didukung oleh pembiayaan yang tepat sasaran.

Ketersediaan 4 (empat) faktor produksi pertanian, yang meliputi sumber daya alam (lahan), tenaga kerja (petani), modal kerja (pembiayaan), dan manajemen (efisiensi) dapat meningkatkan kinerja usahatani (Mosher, 1966). Petani dan lembaga usaha pertanian di perdesaan membutuhkan penguatan kapasitas untuk meraih tingkat pengelolaan usahatani yang lebih tinggi. Dalam konteks inilah upaya memberdayakan petani secara umum menjadi relevan dengan tujuan pembangunan pertanian. Kesulitan petani mendapatkan modal kerja mengakibatkan tidak terpenuhinya empat faktor produksi tersebut diatas, dan oleh karena itu, keberadaan unit khusus pertanian pada perbankan atau lembaga pembiayaan lainnya sebagaimana diamanatkan UU No. 19/2013 sangat diperlukan untuk meningkatkan kinerja petani.

Ketersediaan modal kerja termasuk diantara elemen penting dalam pembangunan pertanian. Dalam konteks ini, dukungan lembaga perbankan tampaknya masih rendah dengan perkiraan rata-rata penyediaan untuk membiayai sektor pertanian hanya sekitar 5% setiap tahun. Persoalan mendasar yang dihadapi petani dalam mengakses permodalan pada lembaga perbankan diduga karena perbankan sangat ketat menerapkan azas prudential 5C (*character, capital, condition, capacity dan collateral*). Prinsip 5C ini sulit dipenuhi petani, terutama petani subsisten yang umumnya tidak memiliki lahan atau sebagian besar tidak memiliki aset untuk diagunkan (seperti sertifikat lahan). Persoalan lainnya adalah bahwa petani selalu dihadapkan pada berbagai risiko alami ditengah lemahnya dukungan permodalan ini. Kerusakan infrastruktur pertanian menambah risiko berusahatani yang harus ditanggulangi untuk mencapai keberhasilan (Departemen Pengembangan UMKM, 2015).

Ditengah upaya meningkatkan produksi pertanian, kelembagaan pertanian, khususnya lembaga keuangan yang ada di perdesaan belum dapat memberikan kontribusi untuk membantu masyarakat tani. Kelemahan lembaga pertanian terutama terletak pada kapasitas tenaga penggerak dan kemampuan memanfaatkan potensi sumber daya yang tersedia untuk menghasilkan sesuatu yang berguna bagi petani. Di satu pihak, kegiatan usahatani untuk meningkatkan produksi pertanian (pangan) dipandang perlu di berbagai wilayah di Indonesia. Di lain pihak, sumber daya lahan, jaringan irigasi, dan sarana lainnya telah dimanfaatkan menurut kebiasaan usaha pertanian setempat, namun secara teknis dinilai masih belum memberikan manfaat secara optimal.

Ketersediaan sumber daya lokal (modal kerja/keuangan) diduga belum dimanfaatkan dengan baik, khususnya karena kurangnya penerangan/penjelasan, penyuluhan, dan upaya perbaikan mengikuti dinamika pembangunan pertanian modern saat ini. Harus diakui bahwa lemahnya pembiayaan di sektor pertanian oleh perbankan diantaranya disebabkan oleh risiko pembiayaan yang tinggi, persyaratan yang ketat dalam pengajuan kredit, lemahnya manajemen usaha pertanian yang umumnya berskala mikro-kecil, serta terbatasnya kompetensi perbankan di bidang pertanian (Ashari, 2009). Peran lembaga keuangan mikro cukup signifikan mendukung pembiayaan kegiatan ekonomi di perdesaan (Rahmawan dan Kurniawan, 2015). Rekayasa terhadap modal kerja diharapkan dapat meningkatkan produksi komoditas pertanian. Kombinasi adopsi teknologi dengan sumber daya alam, manusia dan kapital diharapkan dapat meningkatkan peran kelembagaan keuangan (pembiayaan usahatani) dan sekaligus mengangkat pendapatan dan tingkat kesejahteraan petani. Dalam konteks inilah tulisan ini disiapkan dengan tujuan agar setiap pemanfaatan inovasi dan teknologi pertanian mendapat dukungan keuangan/pembiayaan yang memadai untuk mencapai hasil yang optimal.

AKSES TERHADAP PEMBIAYAAN USAHA PERTANIAN

Dalam upaya mendorong percepatan pembangunan pertanian, Kementerian Pertanian telah mencanangkan 4 (empat) target utama pembangunan pertanian kedepan, yaitu (Kementerian Pertanian, 2015): (1) pencapaian swasembada dan swasembada berkelanjutan, (2) peningkatan diversifikasi pangan, (3) peningkatan nilai tambah, daya saing dan ekspor, dan (4) peningkatan kesejahteraan petani. Selanjutnya, untuk mencapai target pembangunan pertanian, Kementerian Pertanian menerapkan strategi 7 (tujuh) gema revitalisasi yang meliputi revitalisasi (1) lahan, (2) perbenihan dan perbibitan, (3) infrastruktur dan sarana, (4) sumber daya manusia, (5) pembiayaan pertanian, (6) kelembagaan petani, serta (7) teknologi dan industri hilir.

Revitalisasi pembiayaan pertanian ditujukan untuk mendorong dan menjamin ketersediaan kredit/pembiayaan untuk pengembangan usahatani. Menurut laporan Bank Indonesia, penyaluran kredit ke sektor pertanian masih rendah (2,4 % per 29 Maret tahun 2017). Untuk

memenuhi kebutuhan permodalan petani, pemerintah telah menyediakan skim kredit program, yaitu Kredit Usaha Rakyat (KUR) yang memberikan keringanan suku bunga dan kemudahan petani untuk mengakses lembaga perbankan melalui penjaminan kredit. Meskipun demikian, skim kredit KUR masih belum dimanfaatkan secara optimal oleh petani. Salah satu penyebab masih rendahnya penyaluran kredit untuk sektor pertanian adalah keterbatasan dalam pendampingan usaha. Untuk itu, diperlukan upaya pengawalan bagi petani, baik secara teknis kewirausahaan dan manajemen, maupun pengelolaan *cash flow* untuk memudahkan dan meningkatkan akses terhadap sumber-sumber pembiayaan.

Ditengah upaya meningkatkan produksi pertanian, lembaga keuangan yang ada di perdesaan, seperti Gapoktan/LKM-A atau koperasi, belum banyak memberikan kontribusi membantu petani dalam pembiayaan usahatani. Kelemahan lembaga keuangan yang dikembangkan petani terletak pada kapasitas tenaga penggerak dan kemampuan memanfaatkan potensi sumber daya yang tersedia untuk menghasilkan sesuatu yang berguna bagi petani. Di sisi lain, kegiatan usahatani untuk meningkatkan produksi pertanian (pangan) dipandang perlu dikembangkan di berbagai wilayah di Indonesia. Ketersediaan sumber daya lahan, jaringan irigasi, dan sarana lainnya telah dimanfaatkan sesuai dengan kebiasaan aplikasi usaha pertanian setempat, namun secara teknis dinilai belum memberikan manfaat yang optimal (Pasaribu and Heriawan, 2016; Direktorat Pembiayaan Pertanian, 2015).

Dalam pemanfaatan inovasi pertanian, sumber daya lokal (modal kerja/keuangan) yang tersedia belum dimanfaatkan dengan baik, karena kurangnya penerangan/penjelasan, penyuluhan, dan pengawalan kepada petani. Kelembagaan keuangan di perdesaan yang berpotensi untuk meningkatkan kapasitas pelayanan keuangan, seperti LKM-A perlu didukung oleh kearifan lokal dan kapital sosial yang dimiliki petani dan masyarakat setempat. LKM-A tidak hanya diorientasikan untuk menjalankan bisnis simpan pinjam, tetapi juga menjadi lembaga keuangan yang dapat menyimpan dana (tabungan) dan menjadi mitra yang dapat menampung dana dengan perjanjian tertentu (Utami, 2015). Rekayasa seluruh modal ini diharapkan dapat meningkatkan produksi pertanian, terutama komoditas (pangan) padi. Kombinasi adopsi teknologi dengan sumber daya alam, manusia dan kapital dapat meningkatkan kebutuhan

pelayanan pembiayaan usahatani dan sekaligus meningkatkan pendapatan petani.

Mengingat sebagian besar penduduk Indonesia terikat dalam usaha di bidang pertanian, sementara Indonesia belum memiliki bank yang khusus menangani kegiatan sektor pertanian, maka pemerintah berupaya menerbitkan payung hukum untuk melindungi dan memberdayakan petani melalui penerbitan Undang-Undang No. 19 Tahun 2013 tentang Perlindungan dan Pemberdayaan Petani. Pasal 87 sampai dengan pasal 91 UU tersebut mengamankan pentingnya ketersediaan modal usaha bagi petani. Pada Undang-Undang No. 5 Tahun 1992 pasal 5 juncto Undang-Undang No. 10 Tahun 1998 tentang Perbankan menyebutkan bahwa bank umum dapat mengkhususkan diri untuk melaksanakan suatu kegiatan atau memberikan perhatian yang lebih besar kepada kegiatan tertentu. Sejalan dengan amanat kedua Undang-Undang tersebut diatas, pemerintah perlu menyiapkan perangkat peraturan sebagai dasar pelaksanaan secara operasional. Dalam kaitan ini, penerbitan Peraturan Pemerintah untuk mendukung Undang-Undang tersebut sangat penting sebagai dasar hukum pemberdayaan petani dalam melaksanakan kegiatan usahatannya.

Kondisi Pembiayaan Pertanian

Ketersediaan modal kerja merupakan kendala utama yang dihadapi oleh banyak petani, khususnya petani pangan atau hortikultura penggarap lahan sempit (*smallholding farmers*). Petani masih kesulitan mengakses permodalan dari lembaga keuangan/perbankan karena persyaratan yang sulit dipenuhi dengan prosedur dan waktu yang dibutuhkan (Hermawan dan Andrianyta, 2012). Selain itu, kurangnya informasi yang lengkap dan terbatasnya sosialisasi program kredit/pembiayaan bagi petani dari lembaga perbankan, mengingat petani yang umumnya berpendidikan rendah menjadi kelemahan dalam pelayanan kredit atau pemberian bantuan permodalan (Sudaryanto dan Syukur, 2000). Keberadaan lembaga pembiayaan non bank, baik milik pemerintah/pemerintah daerah maupun milik petani masih terbatas di perdesaan. Lembaga keuangan non bank (milik pemerintah dan petani) ini juga masih mengalami keterbatasan dalam melayani kebutuhan petani. Sudah sejak lama kelemahan lembaga keuangan petani ini diangkat ke permukaan sebagaimana diungkapkan Syukur *et al.* (2003) dalam kajiannya yang menekankan bahwa kelemahan

lembaga keuangan ini membawa konsekuensi keterbatasan akses petani terhadap sumber-sumber permodalan. Keterbatasan bentuk pelayanan bisnis lembaga ini pada umumnya hanya kegiatan simpan-pinjam, masih lemah dalam manajemen keuangan, serta jumlah modal yang dimiliki juga sangat terbatas. Hal ini menjadi factor-faktor yang menghambat pengembangan pelayanan keuangan bagi petani.

Upaya membantu permodalan petani telah dilakukan oleh pemerintah dengan menyediakan skema kredit dengan fasilitas subsidi bunga dan/atau penjaminan, seperti KUR dengan beban suku bunga 9% per tahun efektif, serta didukung dengan penjaminan risiko sebesar 70%. Kredit ini seharusnya dapat dimanfaatkan dalam penyediaan modal kerja, namun hanya sebagian petani dapat memperoleh modal kerja melalui program KUR ini. Mayoritas petani saat ini masih sulit memperoleh kredit ini, meskipun persyaratan memperoleh KUR mikro (hingga Rp. 25 juta) semakin dipermudah. Petani sering memperoleh informasi tentang risiko pengembalian yang berpotensi gagal bayar serta ketiadaan agunan, meskipun menurut aturannya, lembaga penjaminan telah menjamin kredit petani hingga 70%. Menghadapi situasi seperti ini, keamanan kredit menjadi pilihan utama pihak perbankan (menghindari risiko potensi gagal bayar) dengan mengalihkan pemberian kredit yang lebih besar kepada debitur yang dianggap dapat memberikan kepastian pengembaliannya.

Data menunjukkan bahwa realisasi KUR sektor pertanian tahun 2015-2016 hanya berkisar 17 % dari realisasi penyaluran KUR semua sektor yang berkisar Rp. 100 trilyun setiap tahunnya. Rendahnya dukungan KUR dari perbankan ke sektor produksi antara lain disebabkan oleh: (1) kebijakan KUR untuk semua sektor disamakan sehingga untuk sektor produksi pertanian mempunyai karakteristik tersendiri, (2) risiko usaha pertanian dianggap tinggi bagi bank karena faktor alam (iklim, bencana), serangan OPT, harga berfluktuatif dan terbatasnya jaminan pembeli, dan (3) persyaratan pengajuan kredit dianggap sulit bagi petani terkait agunan tambahan.

Disamping sumber pembiayaan dari perbankan, juga tersedia pembiayaan dari lembaga keuangan non bank seperti Permodalan Nasional Madani (PMN), *Corporate Social Responsibility* (CSR) BUMN, Modal Ventura, Bank Perkreditan Rakyat (BPR), Badan Usaha Milik Desa (BUMDes), Badan Usaha Milik Petani (BUMP), Lembaga Keuangan Mikro (LKM) dan lembaga lainnya. Namun demikian, sumber pembiayaan inipun

masih sulit diakses petani. Beberapa faktor yang perlu dikendalikan untuk meningkatkan dukungan pembiayaan ke sektor pertanian adalah dengan melakukan perubahan terhadap: (1) sistem dan prosedur penyaluran kredit dari perbankan yang masih rumit, birokratis dan kurang memperhatikan kondisi sosial budaya petani di perdesaan, (2) tidak adanya kemampuan petani untuk memenuhi persyaratan perbankan yang menerapkan prinsip 5 C (*character, capital, condition, capacity dan collateral*), (3) usaha sektor pertanian masih dianggap berisiko tinggi, dan (4) tidak adanya skema kredit khusus sektor pertanian yang disediakan pihak perbankan.

Mengatasi kondisi tersebut diatas pemerintah hadir membantu dan memberikan modal kerja kepada petani yang bersumber dari APBN (pada tahun 2008-2015) melalui Program Pengembangan Usaha Agribisnis Perdesaan (PUAP) yang telah didistribusikan kepada sekitar 52.000 Gapoktan (Gabungan Kelompok Tani). Gapoktan penerima PUAP ini diharapkan dapat mengembangkan usahatani dan tumbuh menjadi dan membentuk Lembaga Keuangan Mikro-Agribisnis (LKM-A) yang berbadan hukum (koperasi) yang mampu melayani pembiayaan usahatani anggotannya. Selanjutnya, LKM-A ini diharapkan dapat berkembang menjadi lembaga keuangan petani di perdesaan yang mampu menjembatani petani dengan lembaga perbankan dan lembaga pembiayaan formal lainnya serta mendekatkan petani pada pelayanan pembiayaan usahatani (Saptana *et al.*, 2013 dan Dinar, 2017). Lembaga keuangan mikro juga dapat dimanfaatkan sebagai sarana pendidikan bisnis bagi petani karena kemampuannya menyediakan layanan keuangan (Hadad, 2015).

Kegiatan sektor pertanian dihadapkan pada kondisi alam yang membuat kegiatan usahatani mempunyai risiko tinggi. Risiko inilah yang mendasari keengganan lembaga keuangan menyalurkan kreditnya karena kekhawatiran terhadap ketidakmampuan mengembalikan kredit. Salah satu upaya yang dilakukan untuk mengatasi hal ini adalah dengan penerapan asuransi pertanian (saat ini khusus untuk tanaman padi dan ternak sapi). Skim asuransi pertanian dapat dipandang sebagai kesatuan sistem pembiayaan pertanian karena adanya jaminan terhadap risiko.

Identifikasi Permasalahan Pembiayaan Usahatani

Petani selalu berhadapan dengan berbagai permasalahan dalam berusaha tani dan hal ini seringkali berkaitan dengan ketersediaan permodalan. Sebagian besar petani meminjam dana tunai dari pelepas uang/pasar uang informal dengan bunga tinggi dan petani pada umumnya mengalami kesulitan dalam pengembaliannya (Oktaviani, 2015). Beberapa permasalahan dapat diidentifikasi dalam hubungannya dengan kondisi petani, lembaga keuangan, dan kondisi kepemilikan lahan.

Identifikasi permasalahan terkait dengan kondisi petani:

- a. Usaha petani masih skala kecil.
- b. Modal usaha yang terbatas.
- c. Penggunaan teknologi yang masih sangat sederhana.
- d. Keterbatasan akses petani terhadap pembiayaan.
- e. Lemahnya peran kelompok tani dan kelembagaan petani lainnya.
- f. Tingkat risiko pembiayaan pada sektor pertanian masih relatif tinggi.
- g. Tidak adanya jaminan hidup bagi kesejahteraan petani.

Identifikasi permasalahan terkait dengan kondisi lembaga keuangan/perbankan:

- a. Rendahnya penyaluran kredit dari perbankan untuk sektor pertanian.
- b. Lembaga perbankan/lembaga keuangan lainnya tidak mampu menjangkau petani kecil yang tersebar.
- c. Ketentuan perbankan yang belum berpihak kepada petani kecil.
- d. Belum adanya bank khusus yang membiayai sektor pertanian.

Identifikasi permasalahan terkait dengan kepemilikan/penggarapan lahan:

- a. Sempitnya kepemilikan lahan yang rata-rata sekitar $< 0,5$ ha.
- b. Belum jelasnya pemberian lahan di pinggir hutan untuk digarap (termasuk lahan hutan produksi/industri yang dikuasai perusahaan negara)
- c. Belum tersedia atau belum terdiseminasi peraturan yang memungkinkan pemberian perlindungan bagi petani yang mengusahakan lahan sempit/usaha mikro (kurang dari atau sama

dengan 2 ha) atau petani yang mengusahakan lahan yang lebih luas (lebih dari 2 ha) yang perlu diberdayakan.

Pelayanan Pembiayaan Usahatani dan Tantangan Dalam Penyediaannya

Pelayanan pembiayaan usahatani diharapkan dapat diwujudkan sebagai bentuk kelembagaan yang berpihak pada kepentingan petani. UU No. 19/2013 mengamanatkan pentingnya keberpihakan ini dan hal tersebut dapat dilihat diantaranya pada Pasal 88 dan 89 yang menyatakan bahwa pemerintah memfasilitasi lembaga pembiayaan pertanian yang dapat membantu langsung usaha tani dengan persyaratan sederhana dan prosedur cepat. UU No. 19/2013 juga mengamanatkan bahwa pemerintah berkewajiban menciptakan kondisi yang menguntungkan bagi petani yang jika dikaitkan dengan Peraturan Pemerintah No. 23/2005 tentang Pengelolaan Keuangan-Badan Layanan Umum (PK-BLU), maka perwujudan upaya membantu petani menjadi semakin lengkap. BLU adalah instansi di lingkungan pemerintah yang dibentuk untuk memberikan pelayanan kepada masyarakat berupa penyediaan barang dan atau jasa yang dijual tanpa mengutamakan mencari keuntungan dan melakukan kegiatannya berdasarkan prinsip efisiensi dan produktivitas.

Dalam konteks ini, tidak berlebihan bahkan sangat tepat apabila diusulkan pembentukan lembaga BLU pada Kementerian Pertanian dan berkedudukan langsung dibawah Menteri Pertanian untuk mengemban tugas pelayanan pembiayaan pertanian, termasuk mengelola input usaha pertanian, seperti alsintan, bibit/benih, dan berbagai kegiatan usaha pertanian lainnya. Kementerian Pertanian diharapkan dapat segera menyiapkan berbagai fasilitas untuk membentuk BLU Pembiayaan Usaha Pertanian, melaksanakannya sesuai dengan peraturan dan ketentuan yang berlaku, dan menjadi alternatif sumber pembiayaan usaha pertanian.

Pembiayaan usahatani diharapkan dapat diperoleh dari berbagai sumber resmi, baik lembaga keuangan bank maupun non bank dan diakses menurut prosedur tertentu. Bantuan yang berasal dari berbagai program, seperti PKBL/CSR juga merupakan sumber yang layak dipertimbangkan sebagai sumber pembiayaan usahatani yang resmi dan bertanggungjawab. Seluruh sumber pembiayaan yang tersedia diharapkan dapat diakses secara inklusif dan mudah dengan persyaratan yang lunak serta tersedia

secara cepat. Hal ini juga merupakan amanat dari UU No. 19/2013 terkait dengan pemberdayaan petani (pembiayaan usahatani).

Pembentukan BLU Pembiayaan Pertanian diperkirakan akan menghadapi berbagai tantangan untuk mewujudkannya, khususnya terkait dengan kemampuan mengelola organisasi dan keuangan serta kekuatan untuk bermitra dengan berbagai kalangan, disamping kemampuan petani (poktan/gapoktan) mendukung program tersebut. Pada dasarnya, BLU menjalankan kegiatan bisnis dan menjadi alat kementerian/lembaga untuk mempercepat pencapaian tujuan. Namun, justru dalam menjalankan praktek bisnis yang tidak mengutamakan keuntungan inilah tantangan itu menjadi serius untuk dikendalikan. Menjadi perhatian adalah bahwa sekiranya lembaga BLU dapat direalisasikan di tingkat pusat, maka mitra lembaga BLU dalam tataran operasional di lapangan membutuhkan kerjasama yang saling menguntungkan. Dalam kaitan ini, tantangan berikutnya adalah bagaimana mengoperasikan kegiatan pembiayaan usahatani yang dikelola BLU dan dilaksanakan oleh petani melalui LKM di perdesaan. Membangun kemitraan yang saling menguntungkan antara kedua pihak ini merupakan tantangan tersendiri yang secara optimistik diharapkan dapat mendorong peningkatan kinerja usahatani kedepan (Pasaribu, 2015; Ponnusamy, 2013).

Kelompok sasaran penerima manfaat dari skema pembiayaan ini mencakup semua pemangku kepentingan di sektor pertanian, termasuk petani, kelompok tani, pelaku usaha pertanian, instansi/lembaga pemerintah, dan mitra usaha pertanian yang menggerakkan usaha pertanian dari hulu (budidaya/produksi) hingga hilir (pasca panen/produk komersial). Dengan kriteria sebagaimana dideskripsikan dalam berbagai peraturan yang mengikat, seperti UU No. 19/2013 dan UU No. 20/2008, maka upaya perlindungan dan pemberdayaan terhadap petani dengan skala usaha kecil menjadi jelas dan terfokus.

ASAS PERATURAN PEMBIAYAAN USAHATANI

UU No. 19/2013 tentang Perlindungan dan Pemberdayaan Petani merupakan azas peraturan yang digunakan dalam penyediaan pembiayaan usaha tani. Undang-Undang yang mengamanatkan penyediaan pembiayaan usahatani oleh negara menunjukkan adanya kesadaran terhadap permasalahan pembiayaan yang dihadapi petani dalam bekerja

atau mengembangkan usahatani mereka. Dalam kaitan ini, sejumlah materi (pasal dan ayat) dari Undang-Undang tersebut diambil secara khusus untuk dijadikan materi muatan penyusunan skim pembiayaan usahatani, sebagaimana ditampilkan dalam matriks berikut:

Pasal	Ayat	Isi
7	(3)	Strategi Pemberdayaan Petani dilakukan melalui: a. Pendidikan dan pelatihan b. Penyuluhan dan pendampingan c. Pengembangan sistem dan sarana pemasaran hasil Pertanian d. Konsolidasi dan jaminan luasan lahan Pertanian e. Penyediaan fasilitas pembiayaan dan permodalan f. Kemudahan akses ilmu pengetahuan, teknologi, dan informasi g. Penguatan kelembagaan petani
12	(1)	Perlindungan petani dilakukan melalui strategi sebagaimana dimaksud dalam Pasal 7 ayat (2)
	(2)	Perlindungan petani sebagaimana dimaksud dalam Pasal 7 ayat (2) huruf a, huruf b, huruf c, huruf e, dan huruf g diberikan kepada: a. Petani penggarap tanaman pangan yang tidak memiliki lahan usahatani dan menggarap paling luas 2 (dua) hektar b. Petani yang memiliki lahan dan melakukan usaha budidaya tanaman pangan pada lahan paling luas 2 (dua) hektar c. Petani hortikultura, pekebun, atau peternak skala usaha kecil sesuai dengan ketentuan peraturan perundang-undangan
	(3)	Perlindungan Petani sebagaimana dimaksud dalam Pasal 7 ayat (2) huruf d dan huruf f diberikan kepada petani
66	(1)	Pemerintah dan pemerintah daerah sesuai dengan kewenangannya berkewajiban memfasilitasi pembiayaan dan permodalan usahatani
	(2)	Pemberian fasilitas pembiayaan dan permodalan sebagaimana dimaksud pada ayat (1) dilakukan dengan: a. Pinjaman modal untuk memiliki dan/atau memperluas kepemilikan lahan pertanian b. Pemberian bantuan penguatan modal bagi petani sebagaimana dimaksud dalam Pasal 12 ayat (2) c. Pemberian subsidi bunga kredit program dan/atau imbal jasa penjaminan d. Pemanfaatan dana tanggung jawab sosial serta dana program kemitraan dan bina lingkungan dari badan usaha
82	(1)	Pembiayaan dan pendanaan untuk kegiatan perlindungan dan pemberdayaan petani yang dilakukan oleh pemerintah bersumber dari anggaran pendapatan dan belanja negara
	(2)	Pembiayaan dan pendanaan untuk kegiatan perlindungan dan pemberdayaan petani yang dilakukan oleh pemerintah daerah bersumber dari anggaran pendapatan dan belanja daerah.
83		Pembiayaan dan pendanaan dalam kegiatan perlindungan dan pemberdayaan petani dilakukan untuk mengembangkan usahatani melalui: a. Lembaga perbankan b. Lembaga pembiayaan

Pasal	Ayat	Isi
84	(1)	Dalam melaksanakan perlindungan dan pemberdayaan petani, pemerintah menugasi Badan Usaha Milik Negara bidang perbankan dan pemerintah daerah menugasi Badan Usaha Milik Daerah bidang perbankan untuk melayani kebutuhan pembiayaan usahatani dan badan usaha milik petani sesuai dengan ketentuan peraturan perundang-undangan
	(2)	Untuk melaksanakan penugasan sebagaimana dimaksud pada ayat (1), Badan Usaha Milik Negara bidang perbankan dan Badan Usaha Milik Daerah bidang perbankan membentuk unit khusus pertanian
	(3)	Pelayanan kebutuhan pembiayaan oleh unit khusus pertanian sebagaimana dimaksud pada ayat (2) dilaksanakan dengan prosedur mudah dan persyaratan yang lunak
85		Selain melalui penugasan sebagaimana dimaksud dalam pasal 84, pelayanan kebutuhan pembiayaan usahatani dapat dilakukan oleh bank swasta sesuai dengan ketentuan peraturan perundang-undangan
86	(1)	Untuk melaksanakan penyaluran kredit dan/atau pembiayaan usahatani, pihak bank berperan aktif membantu petani agar memenuhi persyaratan memperoleh kredit dan/atau pembiayaan
	(2)	Selain melaksanakan penyaluran kredit dan/atau pembiayaan, pihak bank berperan aktif membantu dan memudahkan petani mengakses fasilitas perbankan
	(3)	Bank dapat menyalurkan kredit dan/atau pembiayaan bersubsidi untuk usahatani melalui lembaga keuangan bukan bank dan/atau jejaring lembaga keuangan mikro di bidang agribisnis
87		Ketentuan lebih lanjut mengenai pembentukan unit khusus pertanian serta prosedur penyaluran kredit dan pembiayaan usahatani diatur dengan peraturan pemerintah
88		Dalam melaksanakan perlindungan dan pemberdayaan petani, pemerintah dan pemerintah daerah berkewajiban menugasi lembaga pembiayaan pemerintah atau pemerintah daerah untuk melayani petani dan/atau badan usaha milik petani memperoleh pembiayaan usahatani sesuai dengan ketentuan peraturan perundang-undangan
89		Lembaga pembiayaan berkewajiban melaksanakan kegiatan pembiayaan Usahatani dengan persyaratan sederhana dan prosedur cepat
90	(1)	Untuk melaksanakan penyaluran kredit dan/atau pembiayaan bagi petani, pihak lembaga pembiayaan berperan aktif membantu petani agar memenuhi persyaratan memperoleh kredit dan/atau pembiayaan
	(2)	Selain melaksanakan penyaluran kredit dan/atau pembiayaan, pihak lembaga pembiayaan berperan aktif membantu dan memudahkan petani dalam memperoleh fasilitas kredit dan/atau pembiayaan
	(3)	Lembaga pembiayaan sebagaimana dimaksud dalam pasal 88 dapat menyalurkan kredit dan/atau pembiayaan bersubsidi kepada petani melalui lembaga keuangan bukan bank dan/atau jejaring lembaga keuangan mikro di bidang agribisnis dan pelaku usaha untuk mengembangkan pertanian
91		Ketentuan lebih lanjut mengenai persyaratan sederhana dan prosedur cepat sebagaimana dimaksud dalam Pasal 89 dan penyaluran kredit dan/atau pembiayaan bagi petani sebagaimana dimaksud dalam Pasal 90 diatur oleh pemerintah.

PEMBIAYAAN USAHA PERTANIAN MENDUKUNG ADAPTASI INOVASI

Pemanfaatan Inovasi Pertanian

Perubahan iklim telah terjadi. Kejadian-kejadian iklim ekstrem pun meningkat. Data yang diperoleh dari Australia (Australian Bureau of Meteorology, 2017) dan Amerika (NOAA National Weather Service (2017) menunjukkan bahwa dari tahun 1900 sampai 2017 El-Nino telah terjadi sebanyak 26 kali. La-Nina hanya 18 kali. Secara statistik periode 1980-2016, kejadian El Nino dan La Nina cenderung muncul lebih kerap dibandingkan periode 1950-1980. Fenomena El Nino dan La Nina berulang setiap lima tahun sekali (1950-1980) menjadi 2-3 tahun sekali (1980-2016).

Manusia tidak dapat mengendalikan perilaku iklim. Variabilitas iklim yang semakin kerap terjadi, sangat berpengaruh terhadap produksi pertanian, karena penurunan luas tanam, luas panen, dan hasil pada saat terjadi anomali iklim (Las *et al.*, 2007). Oleh karena itu, diperlukan upaya untuk mitigasi dan memperkuat kemampuan beradaptasi terhadap perubahan iklim. Mitigasi merupakan usaha pengendalian untuk mengurangi risiko akibat perubahan iklim melalui kegiatan dan inovasi teknologi unggulan adaptif yang dapat mengurangi dampak perubahan iklim tersebut. Upaya adaptasi dapat dilakukan melalui kegiatan untuk memperkuat dan membangun strategiantisipasi dampak perubahan iklim serta melaksanakannya sehingga mampu mengurangi dampak negatif dan mengambil manfaat positifnya. Dalam jangka menengah-panjang, diperlukan strategi adaptasi dan mitigasi secara sinergis (IPCC, 2001; IPCC, 2007). Beberapa teknologi untuk adaptasi perubahan iklim yang juga memiliki manfaat mitigasi dengan beberapa kompromi telah banyak dilakukan.

Inovasi di sektor pertanian kini terus dikembangkan untuk berbagai kebutuhan dalam upaya mitigasi dan adaptasi perubahan iklim. Inovasi di sektor pertanian ini dikembangkan untuk berbagai kebutuhan. Semuanya diorientasikan untuk membantu upaya yang dilakukan manusia mewujudkan sesuatu menurut keperluannya. Kehadiran alsintan, misalnya membuka peluang peningkatan kinerja berusahatani. Industri asuransi juga dilengkapi dengan kebutuhan data dan informasi yang disediakan melalui

pemanfaatan teknologi penginderaan jauh (*remote sensing technology*), khususnya untuk menetapkan luas lahan sawah yang diasuransikan.

Inovasi di bidang budidaya, seperti benih unggul atau teknik bercocok tanam yang efisien menurut lingkungannya, seperti SRI atau PTT juga diorientasikan untuk meningkatkan produksi dan produktivitas komoditas padi. Dampak perubahan iklim global juga memengaruhi teknologi yang digunakan, sehingga harus secara terus-menerus upaya penyesuaian/adaptasi terhadap perubahan yang terjadi. Penelitian-penelitian dalam berbagai bidang di sektor pertanian terus dikembangkan untuk menyediakan manfaat yang lebih besar bagi keberhasilan sektor pertanian itu sendiri dan bidang ekonomi terkait. Semua upaya untuk mendukung pemanfaatan inovasi/teknologi dan adaptasi terhadap lingkungan membutuhkan biaya yang tidak sedikit dalam rentang waktu yang panjang. Dalam konteks inilah suatu skim pembiayaan untuk sektor pertanian menjadi sangat penting.

Mengetahui bahwa petani pada umumnya menghadapi kesulitan dalam penyediaan modal kerja, suatu bentuk pembiayaan yang dapat diakses, mudah diperoleh, dan dengan persyaratan yang sederhana, serta tersedia dengan cepat menjadi sangat relevan untuk disiapkan. UU No. 19/2013 sejalan dengan kebutuhan penyediaan pembiayaan bagi petani dan memungkinkan dibentuknya skim pembiayaan di sektor pertanian. Penyediaan dana pada proses produksi, pengolahan, dan pemasaran hasil pertanian seyogyanya dapat dibiayai oleh skim pembiayaan secara inklusif yang dapat dikembangkan pada sektor pertanian.

Sistem Pembiayaan Pertanian Inklusif Mendukung Adaptasi Inovasi Pertanian

Sistem pembiayaan pertanian inklusif memberi makna tersedianya skim pembiayaan dengan sumber permodalan dari berbagai pihak secara legal, mampu menyediakan biaya yang dibutuhkan untuk setiap kegiatan dalam proses produksi (budidaya), pengolahan (produk antara atau barang jadi), dan pemasaran hasil (nilai tambah). Teknologi yang dimanfaatkan petani/peternak untuk meningkatkan kinerja bisnisnya membutuhkan pembiayaan dan perlu mendapat dukungan. Sistem pembiayaan yang tersedia seperti KUR tampaknya tidak cukup untuk secara holistik (hulu

hingga hilir) membiayai kegiatan di sektor pertanian. Dalam kaitan inilah sistem pembiayaan pertanian inklusif ini dapat dikembangkan.

Sistem pembiayaan pertanian inklusif dapat dideskripsikan seperti terlihat dalam tabel matriks berikut. Kegiatan yang tercakup dalam uraian ini menunjukkan rancangan pelaksanaan untuk menguatkan lembaga keuangan yang sudah ada dan beroperasi saat ini di perdesaan. Lembaga keuangan yang ada di perdesaan direncanakan dapat melaksanakan kegiatan bisnis pembiayaan pertanian secara inklusif dan menjadi lembaga ekonomi petani yang dapat diakses petani dan bermanfaat meningkatkan kinerja usaha pertanian (Pusat Penyuluhan Pertanian, 2016).

Deskripsi operasional sistem pembiayaan pertanian inklusif:

Uraian penguatan kelembagaan	Deskripsi kegiatan penguatan	Catatan
1. Penguatan lembaga keuangan mikro di perdesaan	a. Mengidentifikasi lembaga keuangan yang ada dan keberadaan atau operasi LKM-A (ex bantuan tunai PUAP) b. Mengevaluasi kapasitas sumber daya manusia dan manajemen kegiatan bisnis yang dilaksanakan saat ini c. Menyiapkan LKM-A untuk berbadan hukum (koperasi) dan memperkuat lembaga keuangan mikro dengan struktur organisasi yang operasional d. Mendorong kinerja lembaga keuangan mikro dalam kegiatan bisnis/agribisnis hingga mampu membiayai usahatani para anggota (yang berasal dari poktan/petani) dan membeli hasil panen (biaya usahatani dibiayai dan pasar produksi petani terjamin) e. Meningkatkan kinerja lembaga keuangan mikro dengan memperluas cakupan kegiatan bisnis (meningkatkan pendapatan dan kesejahteraan petani)	Evaluasi lembaga keuangan dan penguatan kelembagaan keuangan mikro yang dikelola Gapoktan/LKM-A untuk meningkatkan kinerja usaha pertanian (kegiatan agribisnis)
2. Aplikasi Teknologi Berusahatani	a. Penyuluhan dan teknik pertanaman padi, diantaranya "jarwo" (jajar legowo) b. Aplikasi usahatani yang baik, sesuai anjuran/rekomendasi setempat, dengan memerhatikan kelestarian lingkungan c. Memberikan kewenangan kepada Gapoktan/poktan untuk melaksanakan kegiatan usahatani secara terencana	Keterlibatan Gapoktan/poktan/petani dan petugas penyuluhan serta dinas terkait
3. Penyediaan benih/penangkaran secara lokal	a. Penyediaan benih secara lokal (diatur dan dilaksanakan menurut kelompok) b. Menyiapkan calon-calon penangkar (petani setempat)	Melibatkan petani progresif dan lembaga terkait, seperti BPSB, BB

Uraian penguatan kelembagaan	Deskripsi kegiatan penguatan	Catatan
	c. Memberikan kesempatan kepada calon penangkar untuk mengikuti pelatihan/magang ke lembaga terkait (BPSB, BB Padi, dll) d. Menyiapkan lokasi penangkaran dan komunitas berbagi ilmu (dari kelompok tani setempat) e. Mendorong pembentukan kelompok penangkar dan penyediaan benih bersertifikat secara lokal	Padi, dll. Menyiapkan “desa mandiri benih” di tingkat kabupaten
4. Penyediaan alsintan dan sumber daya pertanian lainnya	a. Menyiapkan informasi tentang seluruh alat-alat yang dibutuhkan dalam usahatani dengan cara mencatat alsintan yang dimiliki dan memperkirakan kebutuhan alsintan kedepan b. Mengevaluasi ketersediaan sistem irigasi dan kebutuhan perbaikan/pembangunan saluran, termasuk sumber air dan jaringannya c. Mengidentifikasi kebutuhan modal kerja berusahatani d. Menyiapkan informasi tentang modal sosial/kearifan lokal dan langkah-langkah pemanfaatannya untuk meningkatkan kinerja berusahatani	Pemetaan alsintan, sistem irigasi, dan sumber daya pertanian lainnya
5. Kepesertaan dalam asuransi pertanian	a. Mengidentifikasi risiko kegagalan panen di wilayah setempat. b. Mengikutsertakan petani dalam program asuransi usahatani padi sebagai salah satu cara penanggulangan risiko gagal panen. c. Memanfaatkan teknologi penginderaan jauh untuk menentukan luas lahan yang diasuransikan d. Meningkatkan kesadaran petani terhadap pentingnya berasuransi untuk melindungi usahatani dari risiko kerusakan tanaman karena banjir, kekeringan, dan atau serangan OPT	Melindungi kepentingan petani dengan mengambil alih risiko gagal panen dan menyediakan modal kerja untuk digunakan dalam pertanaman berikutnya
6. Kemitraan untuk mengembangkan usahatani yang menguntungkan	a. Membangun kerjasama yang kuat antar kalangan/pemangku kepentingan pada sektor pertanian. b. Mendorong kerjasama dengan mengedepankan kemitraan (<i>partnership</i>) yang saling menguntungkan (pihak-pihak yang bekerjasama) dengan memanfaatkan kearifan lokal. c. Memberikan keleluasaan kepada Gapoktan untuk mengembangkan usahatani dan agribisnis secara berkesinambungan (<i>sustainability</i>)	Kerjasama berbasis kemitraan untuk mendorong peningkatan kegiatan ekonomi berbasis pertanian di perdesaan secara berkesinambungan

KESIMPULAN DAN IMPLIKASI KEBIJAKAN

Kesimpulan

Pertanian modern saat ini akan terus menerapkan inovasi dan teknologi pertanian menurut kebutuhannya. Mengantisipasi peningkatan permintaan produksi pertanian yang cenderung meningkat sejalan dengan pertumbuhan penduduk, dibutuhkan strategi pemanfaatan inovasi pertanian ditengah pengaruh perubahan iklim global. Adaptasi terhadap dampak perubahan iklim tidak dapat dihindari dan akan terus mengalami transformasi sejalan dengan berbagai kondisi yang dihasilkan oleh perubahan iklim global tersebut.

Pemanfaatan inovasi pertanian membutuhkan dukungan anggaran, baik di tingkat pusat maupun di daerah, dan pembiayaan terhadap usaha pertanian akan terus menjadi salah satu faktor penentu keberhasilan sektor pertanian. Akses terhadap modal kerja pada lembaga keuangan formal dan informal akan bergerak sejalan dengan peningkatan kebutuhan permodalan di sektor pertanian. Petani kecil akan terus berupaya memperoleh kesempatan memanfaatkan setiap peluang pembiayaan yang ada.

Meskipun inovasi pertanian dimanfaatkan untuk mendorong kinerja usahatani, dinamika berusahatani akan terus dibayangi oleh kearifan lokal dan kapital sosial yang ada ditengah masyarakat. Dalam konteks inilah kebutuhan pembiayaan usaha pertanian perlu tersedia, dapat diperoleh dengan mudah, cepat dan murah. Kelembagaan keuangan di perdesaan saat ini pada umumnya hanya menyelenggarakan kegiatan simpan-pinjam dan belum mampu bergerak memanfaatkan berbagai kesempatan ekonomi melalui kebijakan pembiayaan yang ada. Kemampuan sumber daya manusia juga masih rendah dengan berbagai keterbatasan dalam pengelolaan keuangan.

UU No. 19/2013 tentang Perlindungan dan Pemberdayaan Petani mengamanatkan perlunya pembiayaan terhadap usaha pertanian. Unit khusus yang dibentuk pada perbankan untuk melayani kepentingan petani dalam pembiayaan dinilai tidak wajar dan perlu segera diwujudkan. Peraturan dan dokumen legal lain untuk mendukung ketersediaan pembiayaan dalam rangka pemanfaatan inovasi pertanian belum

seluruhnya dapat dilengkapi, termasuk UU No. 19/2013 dalam upaya pemberdayaan petani (pembiayaan usaha pertanian).

Kredit formal yang tersedia seperti KUR saat ini diduga akan semakin mudah diperoleh sejalan dengan perubahan-perubahan persyaratan yang dilakukan otoritas keuangan untuk membantu para petani. Namun, suatu sistem pembiayaan pertanian yang tersedia secara inklusif sangat dibutuhkan sebagai opsi sumber pembiayaan yang mudah diakses, khususnya untuk memenuhi kebutuhan pembiayaan petani kecil.

Implikasi Kebijakan

Skim pembiayaan di sektor pertanian (di perdesaan) perlu terus diperbaiki dan dikembangkan untuk mencakup kebutuhan pembiayaan usaha pertanian oleh para petani kecil. Sistem pembiayaan pertanian inklusif diperkirakan dapat membantu ketersediaan dana yang dibutuhkan petani secara tepat jumlah dan waktu untuk memperlancar pelaksanaan usaha pertanian. Skim pembiayaan ini diharapkan dapat membantu pemanfaatan inovasi dan adaptasi teknologi pertanian ditengah pengaruh negatif perubahan iklim global.

Penguatan kelembagaan keuangan di perdesaan dinilai perlu dilakukan agar lembaga ini dapat menyediakan kebutuhan modal bagi petani, mudah diakses dengan persyaratan yang sederhana dan dengan proses yang cepat. Kedepan, petani tidak lagi melihat perbankan atau lembaga keuangan sebagai lembaga yang hanya menyediakan pembiayaan usaha ekonomi secara eksklusif, tetapi petani harus dapat mengakses dengan mudah yang dimanfaatkan untuk mendukung usaha pertanian.

Gapoktan dengan LKM-A sebagai unit usaha pembiayaan yang sebelumnya hanya memiliki bidang bisnis terbatas, perlu ditingkatkan dengan mentransformasi kemampuannya menjadi lembaga keuangan yang berbadan hukum, mandiri dan mampu bergerak lincah mengembangkan berbagai kegiatan ekonomi di sektor pertanian. Lembaga ini akan membiayai seluruh kebutuhan dana bagi penyelenggaraan usahatani dari hulu hingga hilir, termasuk menyediakan dana untuk membayar premi asuransi, melakukan pengolahan hasil, bahkan memasarkan hasil pertanian sesuai dengan kemampuannya.

REFERENSI

- Ashari. 2009. Peran Perbankan Nasional Dalam Pembiayaan Sektor Pertanian di Indonesia. Forum Agro Ekonomi 27 (1).
- Australian Bureau of Meteorology. 2017. El Niño - Detailed Australian Analysis. Australian Bureau of Meteorology. (<http://www.bom.gov.au/climate/enso/enlist/index.shtml>). 5 Oktober 2017.
- Departemen Pengembangan UMKM. 2015. Skema Pembiayaan Pertanian-Fokus Komoditas Pangan Melalui Pendekatan Konsep Pembiayaan Rantai Nilai (*Value Chain Financing*). [http://www.bi.go.id/id/umkm/penelitian/nasional/kajian/Pages/Penelitian-Skema-Pembiayaan-Pertanian-dengan-Pendekatan-Konsep-Rantai-Nilai-\(Value-Chain-Financing\).aspx](http://www.bi.go.id/id/umkm/penelitian/nasional/kajian/Pages/Penelitian-Skema-Pembiayaan-Pertanian-dengan-Pendekatan-Konsep-Rantai-Nilai-(Value-Chain-Financing).aspx). 21 November 2015.
- Departemen Pertanian. 2008. Peraturan Menteri Pertanian Nomor 25/Permentan/PL.130/5/2008 tentang Pedoman Penumbuhan dan Pengembangan Usaha Pelayanan Jasa Alat dan Mesin Pertanian. Departemen Pertanian. Jakarta.
- Dinar. 2017. Peran LKMA: Sebagai Solusi Pembiayaan Usahatani. <http://www.agrotani.com/peran-lkma/>. 21 November 2017.
- Direktorat Pembiayaan Pertanian. 2015. Pengembangan LKM-A pada Gapoktan PUAP Tahun 2015. Direktorat Pembiayaan Pertanian, Direktorat Jenderal Prasarana dan Sarana Pertanian, Kementerian Pertanian. Jakarta. p. 2.
- Hadad, MD. 2015. Peran Sektor Jasa Keuangan Dala Pembiayaan Sektor Pertanian, Peternakan dan Perikanan. Bahan presentasi dalam Seminar Jakarta Food Security Summit 3, 13 Februari 2015. http://www.ojk.go.id/Files/201502/MDH_Pembiayaan_Sektor_Peternakan_Pertanian_dan_Perikanan_Cetak_1423815844.pdf. 21 November 2017.
- Hermawan H. dan H. Andrianyta. 2012. Lembaga Keuangan Mikro Agribisnis: Terobosan Penguatan Kelembagaan dan Pembiayaan Pertanian di Perdesaan. Analisis Kebijakan Pertanian 10 (2).

- IPCC. 2001. *Climate Change 2001: Impacts, Adaptation, and Vulnerability*. Cambridge University Press. New York.
- IPCC. 2007. *Summary for Policymakers*. In Parry, M.L., O.F. Canziani, J.P. Palutikof, P.J. van der Linden, and C.E. Hanson (eds): *Climate Change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability*. Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press. Cambridge, United Kingdom. pp. 7-22.
- Kaiwai, HZ. 2011. *Lembaga Keuangan Petani Dalam Permodalan Pertanian*. <https://inspirasitabloid.wordpress.com/2011/07/01/lembaga-keuangan-mikro-dalam-permodalan-pertanian>. 21 November 2017.
- Kementerian Pertanian. 2015. *Rencana Strategis Kementerian Pertanian Tahun 2015 – 2019*. Kementerian Pertanian. Jakarta
- Kementerian Perencanaan Pembangunan Nasional/Bappenas. 2014. *Rencana Aksi Nasional Adaptasi Perubahan Iklim (RAN-API)*. Badan Perencanaan Pembangunan Nasional/Bappenas. Jakarta.
- Las I., A. Unadi, K. Subagyo, H. Syahbuddin, dan E. Runtuwuwu 2007. *Atlas Kalender Tanam Pulau Jawa Skala 1:1.000.000 dan 1:250.000*. Balai Penelitian Agroklimate dan Hidrologi. Bogor.
- Mosher, AT. 1966. *Getting Agriculture Moving*. Agricultural Development Council by Praeger. New York.
- NOAA National Weather Service. 2017. *Historical El Niño/La Niña episodes (1950-present)*". United States Climate Prediction Center. (http://origin.cpc.ncep.noaa.gov/products/analysis_monitoring/ensos_tuff/ONI_v5.php). 5 Oktober 2017.
- Oktaviani, R. 2015. *Kebijakan Sektor Pertanian dan Pemberdayaan Perdesaan*. <https://www.slideshare.net/YandryAbun/kebijakan-untuk-sektor-pertanian-dan-pembiayaan-pedesaan>. 21 November 2017.
- Pasaribu, SM and R. Heriawan. 2016. *Empowering Rural Micro Financial Institution for Sustainable Food Production*. In E. Pasandaran and Haryono (Eds.): *Toward a Resilience Food and Nutrition Security in Indonesia*, IAARD Press. Jakarta. pp 207-224.

- Pasaribu, SM. 2015. Program Kemitraan Dalam Sistem Pertanian Terpadu. Analisis Kebijakan Pertanian 13 (1): 39-54.
- Pasaribu, SM, IS Anugrah, E. Ariningsih, NK Agustin, dan A. Askin. 2009. Pilot Project Asuransi untuk Usahatani Padi. Kerjasama antara Pusat Analisis Sosial Ekonomi dan Kebijakan Pertanian dengan Departemen Pendidikan Nasional. Bogor.
- Ponnusamy, K. 2013. Impact of Public Private Partnership in Agriculture: A Review. The Indian J. of Agr. Sci. 83 (8). <http://epubs.icar.org.in/ejournal/index.php/IJAgS/article/view/31981>. 18 Februari 2015.
- Pusat Penyuluhan Pertanian. 2016. Penumbuhan dan Pengembangan Kelembagaan Ekonomi Petani (KEP) Berbasis Agroindustri. Petunjuk Pelaksanaan. Pusat Penyuluhan Pertanian, BPPSDM Pertanian, Kementerian Pertanian. Jakarta.
- Rahmawan, ASP dan RY Kurniawan. 2015. Fenomena Lembaga Keuangan Mikro Dalam Pembangunan Ekonomi Pedesaan dan UKM. Jurnal Pendidikan Ekonomi (JUPE) 3 (2).
- Saptana, S. Wahyuni, dan SM. Pasaribu. 2013. Strategi Percepatan Transformasi Kelembagaan Gapoktan dan Lembaga Keuangan Mikro Agribisnis Dalam Memperkuat Ekonomi di Perdesaan. Jurnal Manajemen dan Agribisnis 10 (1): 60-70.
- Sudaryanto, T. dan M. Syukur. 2000. Pengembangan Lembaga Keuangan Alternatif Mendukung Pembangunan Ekonomi Pedesaan. Pusat penelitian dan Pengembangan Sosial Ekonomi Pertanian, Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian. Bogor.
- Syukur, M., Sugiarto, Hendiarto, dan B. Wiryono. 2003. Analisis Rekrayasa Kelembagaan Pembiayaan Usaha Pertanian. Pusat penelitian dan Pengembangan Sosial Ekonomi Pertanian, Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian. Bogor.
- Utami, RA. 2015. Analisis Keberlanjutan dan Pola Pengembangan *Co-operative Entrepreneurship* Lembaga Keuangan Mikro Agribisnis (LKM-A). Jurnal Ilmu Sosial dan Ilmu Politik 19 (1): 65-77.

BAB V.

**IMPLIKASI KEBIJAKAN DAN AGENDA
KEDEPAN**

IMPLIKASI KEBIJAKAN DAN AGENDA KEDEPAN

Perubahan Iklim: Tantangan Yang Harus Dihadapi Sektor Pertanian

Tantangan yang harus dihadapi sektor pertanian pada saat ini salah satunya adalah perubahan iklim yang dicirikan oleh terjadinya perubahan pola hujan, meningkatnya permukaan air laut, peningkatan iklim ekstrim seperti banjir, keringan dan topan serta meningkatnya kejadian anomali iklim seperti El Nino dan La Nina. Perubahan iklim tersebut disinyalir akibat terjadinya pemanasan global yang dipicu oleh peningkatan emisi gas rumah kaca (GRK) seperti gas karbon dioksida (CO_2), metana (CH_4), dan nitrogen oksida (N_2O). Menurut pengkajian terakhir dari Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) tingkat emisi GRK pada tahun 2014 adalah yang tertinggi sepanjang sejarah. Produksi Pertanian dan pergeseran tataguna lahan sebagai akibat pembangunan pertanian merupakan salah satu penyebab utama terjadinya emisi GRK tersebut.

Indonesia dianggap sebagai salah satu penyumbang GRK terbesar setelah Amerika, Cina dan Eropa. Lahan sawah merupakan penyumbang gas metana yang cukup signifikan karena lahan sawah yang tergenang air memudahkan terjadinya pembentukan gas metana. Menurut laporan World Bank tahun 2007 sektor pertanian merupakan penyumbang utama emisi metana yaitu sebanyak 59 persen dari total emisi metana nasional dan lahan sawah dapat menghasilkan emisi 70 persen metana dan 86 persen nitrogen oksida. Emisi yang bersumber dari lahan sawah dipengaruhi oleh berbagai faktor antara lain pengelolaan hara, pengelolaan air, serta pengelolaan tanaman pada usahatani sawah. Lebih lanjut FAO menyebutkan bahwa emisi metana juga dipengaruhi oleh fermentasi dalam proses pencernaan ternak ruminansia.

Perubahan iklim dapat menimbulkan dampak terhadap produksi komoditas pertanian, baik secara langsung maupun tidak langsung. Dampak yang ditimbulkan dapat bersifat negatif atau positif tergantung kepada karakteristik perubahan iklim yang terjadi dan karakteristik tanaman pertanian yang diusahakan petani. Misalnya, musim hujan yang semakin panjang dapat menimbulkan dampak negatif terhadap produktivitas dan produksi mangga tetapi dapat pula menimbulkan dampak

positif terhadap luas panen dan produksi padi di lahan kering dan lahan sawah tadah hujan. Peningkatan temperatur udara dapat memperpendek fase generatif tanaman dan dapat pula memicu penyebaran hama dan penyakit yang dapat berdampak pada penurunan produksi komoditas pertanian. Demikian pula terjadinya banjir dan kekeringan yang semakin meluas akan mengurangi produksi pertanian dan inundasi permukaan air laut dimasa yang akan datang akan mempengaruhi ketersediaan lahan pertanian produktif di daerah pesisir.

Pada sektor pertanian, dampak perubahan iklim relatif besar pada komoditas pangan karena tanaman pangan umumnya berumur relatif pendek dan peka terhadap faktor iklim terutama curah hujan. Karena itu dampak negatif perubahan iklim yang sering diungkapkan dan yang paling dikhawatirkan umumnya terkait dengan masalah ketersediaan dan produksi pangan. Dampak perubahan iklim terhadap produksi pertanian akan menjadi semakin buruk terutama pada negara-negara berpenghasilan rendah karena banyak penduduknya yang sangat tergantung pada pertanian tanaman pangan. Karena itu Paris Agreement yang disponsori oleh United Nations Framework Convention on Climate change (UNFCCC) menetapkan bahwa prioritas utama dalam mengantisipasi ancaman perubahan iklim adalah untuk menyelamatkan ketahanan pangan dan mengurangi kelaparan. Hal tersebut sudah lama diperingatkan misalnya oleh IPCC (2007) dan Stern (2007) seperti yang disoroti dalam buku ini menekankan perlunya dilakukan upaya mitigasi dan adaptasi perubahan iklim baik secara global, nasional, maupun di tingkat lokal oleh elemen-elemen masyarakat setempat, dalam rangka menyelamatkan ketahanan pangan.

Upaya Mengantisipasi Perubahan Iklim

Dibandingkan dengan sektor ekonomi lainnya sektor pertanian relatif rentan terhadap perubahan iklim karena kegiatan di sektor pertanian banyak dipengaruhi oleh situasi iklim seperti curah hujan, temperatur, kelembaban udara dan sebagainya. Pada sisi lain sektor pertanian juga berkontribusi terhadap terjadinya perubahan iklim akibat dihasilkannya emisi GRK pada kegiatan pertanian tertentu meskipun secara umum aktivitas produksi pertanian dapat pula menyerap GRK. Oleh karena itu dalam menghadapi perubahan iklim upaya yang perlu dilakukan di sektor

pertanian adalah adaptasi dan sekaligus mitigasi perubahan iklim. Adaptasi merupakan upaya untuk menekan dampak negatif perubahan iklim yang dapat ditempuh dengan melakukan penyesuaian komoditas pertanian yang dikembangkan, teknologi yang digunakan, manajemen dan kebijakan pertanian, yang disesuaikan dengan situasi iklim yang dihadapi. Adapun mitigasi adalah upaya untuk memperlambat laju pemanasan global melalui penurunan emisi GRK dan peningkatan penyerapan GRK.

Upaya adaptasi dapat dilakukan mulai dari tahap perencanaan hingga pelaksanaan kegiatan produksi pertanian. Pada tahap perencanaan upaya adaptasi yang dapat dilakukan diantaranya adalah mengembangkan teknologi prediksi iklim, pemetaan wilayah pengembangan komoditas pertanian, dan perencanaan waktu tanam yang disesuaikan dengan situasi iklim yang akan dihadapi. Pada tahap pelaksanaan dapat dilakukan rotasi tanaman, pengaturan pola tanam, pengaturan penggunaan varietas, penerapan teknologi irigasi berselang, penggunaan tanaman naungan, pemupukan secara berimbang, penerapan teknologi panen air, pengembangan pertanian organik, dan rehabilitasi hutan mangrove. Seluruh upaya tersebut diperlukan untuk menekan potensi dampak negatif akibat perubahan iklim terhadap produksi pertanian yang umumnya terkait dengan masalah ketersediaan air, peningkatan salinitas tanah dan gangguan hama dan penyakit.

Perubahan iklim tidak hanya dapat menyebabkan penurunan produksi pertanian tetapi juga pendapatan petani. Akibat perubahan iklim yang berdampak pada meningkatnya variabilitas iklim maka resiko kegagalan panen akibat banjir, kekeringan dan gangguan hama dan penyakit akan semakin besar dan semakin sulit diprediksi. Untuk menyelamatkan pendapatan petani maka upaya adaptasi perubahan iklim perlu dilengkapi dengan pengembangan kelembagaan yang mampu memperkecil resiko petani seperti kelembagaan asuransi pertanian. Kelembagaan asuransi pertanian berkembang pesat di negara-negara maju dan cukup efektif untuk melindungi petani dari kegagalan panen yang dipicu oleh perubahan iklim. Pada lingkup Kementerian Pertanian kelembagaan asuransi pertanian tersebut juga telah dikembangkan tetapi masih dalam lingkup yang terbatas khususnya untuk usahatani padi dan sapi. Dalam kaitan ini diperlukan dukungan teknologi penginderaan jauh untuk mempercepat proses pemantauan tanaman dan pemetaan resiko kegagalan panen yang mungkin terjadi akibat perubahan iklim.

Upaya mitigasi perubahan iklim juga dapat ditempuh melalui penerapan teknologi irigasi berselang yang dapat menekan emisi GRK. Penurunan emisi GRK juga dapat ditempuh dengan menerapkan teknologi pemupukan berimbang, penggunaan tanaman naungan, rehabilitasi hutan mangrove dan penggunaan varietas rendah emisi. Disamping dapat menekan emisi GRK penggunaan tanaman naungan dan rehabilitasi hutan mangrove juga dapat meningkatkan penyerapan gas karbondioksida yang merupakan salah satu komponen GRK. Teknologi pertanian organik juga dapat diterapkan untuk menekan emisi GRK akibat berkurangnya penggunaan pupuk kimia dan pestisida yang dapat menimbulkan emisi N_2O dan CO_2 . Namun perlu dicatat bahwa produksi yang dicapai dalam sistem pertanian organik umumnya relatif rendah dibanding capaian produksi pada sistem pertanian konvensional dan oleh sebab itu upaya tersebut perlu dilakukan secara selektif pada komoditas dan wilayah tertentu.

Pengembangan agroforestri juga dapat ditempuh sebagai upaya adaptasi dan sekaligus upaya mitigasi perubahan iklim. Pada intinya agroforestri adalah kegiatan pemanfaatan lahan di kawasan hutan yang mengintegrasikan tanaman pertanian dan tanaman kehutanan. Pengembangan tanaman pertanian seperti padi, jagung, ubi kayu dan buah-buahan pada lahan kawasan hutan merupakan upaya adaptasi terhadap perubahan iklim yang dapat menyebabkan penurunan produksi pangan pada lahan pertanian. Pengembangan agroforestri yang sesuai dengan kemampuan lahan juga dapat berkontribusi terhadap upaya mitigasi perubahan iklim melalui peningkatan daya serap GRK dan penurunan emisi GRK.

Pada sisi lain, terdapat banyak kearifan lokal yang terkait dengan masalah iklim dan dapat diberdayakan dalam menghadapi perubahan iklim. Kearifan lokal merupakan suatu sistem pengetahuan dan pengalaman masyarakat setempat yang berkaitan dengan kehidupan sehari-hari termasuk kegiatan bertani yang sudah turun-temurun dan diwariskan dari sejumlah generasi ke generasi berikutnya. Kearifan lokal bersifat spesifik lokasi dan menjadi panduan masyarakat setempat dalam melakukan kegiatan bertani yang disesuaikan dengan kondisi lingkungan di sekitarnya termasuk kondisi iklim. Sebagai contoh, kearifan lokal *palintangan* di Jawa Barat dapat menentukan pergerakan matahari pada waktu siang hari, menunjukkan arah timur dan barat, dan pergerakan bulan pada malam hari untuk menentukan hari dalam hitungan bulan dan rasi Orion. Kearifan lokal

tersebut dapat dimanfaatkan sebagai panduan dalam menentukan musim atau kalender kegiatan bercocok tanam yang sesuai dengan situasi iklim yang akan dihadapi. Contoh lainnya adalah kearifan lokal *pranata mangsa* yang banyak dipraktikkan di berbagai wilayah seperti Bali, Sulawesi Selatan, dan pulau Jawa. *Pranata mangsa* sangat terkait dengan pertanda-pertanda iklim. Ada tanda-tanda yang mendahului perubahan alam yang dapat dijadikan antisipasi seperti bentang alam, laut, maupun angkasa. Ada pertanda yang dapat dijadikan respon terhadap perubahan cuaca dan dapat dijadikan tolok ukur keberhasilan upaya antisipasi perubahan iklim.

Agenda Kedepan: Membangun Kemampuan Adaptif Dan Mitigatif Perubahan Iklim Berbasis Kearifan Lokal

Kearifan lokal pada umumnya bersifat spesifik lokasi dan memiliki nilai-nilai kebaikan dalam menjaga hubungan yang harmonis antara manusia dan lingkungan di sekitarnya termasuk kondisi iklim. Oleh karena itu kearifan lokal dapat dijadikan basis dalam merumuskan kebijakan adaptasi dan mitigasi perubahan iklim dengan sasaran akhir memperkuat ketangguhan masyarakat dalam melakukan upaya adaptasi dan mitigasi perubahan iklim. Disamping itu pengembangan inovasi adaptasi dan mitigasi perubahan iklim seyogyanya bersifat spesifik lokasi dan mempertimbangkan kearifan lokal yang berlaku pada masyarakat setempat. Hal ini perlu ditempuh agar inovasi yang dikembangkan dalam rangka menghadapi perubahan iklim dapat disinerjikan dengan kearifan lokal yang berlaku pada masyarakat setempat.

Selama ini telah banyak inovasi teknologi yang dikembangkan dalam menghadapi perubahan iklim di sektor pertanian, baik inovasi teknologi yang bersifat adaptif maupun mitigatif. Inovasi teknologi tersebut pada dasarnya dikembangkan untuk memperkuat kemampuan adaptif dan mitigatif petani dalam menghadapi perubahan iklim. Sebagian inovasi teknologi tersebut telah diterapkan petani tetapi banyak pula yang belum diterapkan secara luas oleh petani. Hal ini antara lain dapat disebabkan oleh kurangnya pengetahuan dan pemahaman petani tentang inovasi teknologi tersebut. Salah satu faktor yang dapat menjadi penyebabnya adalah sistem penyuluhan yang dilakukan pada saat ini belum cukup efektif dalam menyampaikan informasi teknologi tersebut disamping akibat faktor lainnya. Oleh karena itu perlu digali pendekatan lain yang mampu dan lebih

efektif dalam menyampaikan informasi teknologi tersebut kepada petani dan memotivasi petani untuk menerapkannya.

Salah satu pendekatan yang dapat ditempuh adalah melalui penyelenggaraan Sekolah Lapangan perubahan iklim. Sekolah lapangan adalah wahana belajar bagi masyarakat petani untuk membangun kemampuan dan ketangguhan mereka secara berkelompok dalam mengelola usahatani mereka secara ekologis dan berkelanjutan. Pola pendidikan sekolah lapangan bukan sekedar *learning by doing* atau belajar dari lapangan, tetapi lebih merupakan suatu proses yang menuju kepada *discovery learning* atau penemuan ilmu dan pengetahuan yang bersifat dinamis dan dapat diterapkan dalam manajemen usahatani. Beberapa ciri sekolah lapangan yang menunjukkan perbedaan dengan sistem penyuluhan yang dilaksanakan selama ini seperti *training and visit* adalah : (1) adanya sarana belajar ciptaan sendiri atau *self generated learning materials* disamping usahatani yang tersedia, dan (2) adanya fasilitator yang telah mempunyai pengalaman dalam pelaksanaan sekolah lapangan yang mengajak peserta untuk terlibat dalam proses pembelajaran.

Sekolah lapangan perubahan iklim dapat mempraktekan kajian-kajian yang bersifat adaptif dan mitigatif terhadap perubahan iklim seperti : pengaturan kalender tanam, penggantian tanaman berdasarkan ketersediaan air dengan tanaman hemat air atau tanaman yang tahan terhadap banjir, penerapan mulsa sebagai instrumen manajemen kelembaban air di daerah lahan kering dan penerapan bahan organik untuk mengikat air dalam tanah, dan berbagai inovasi teknologi lainnya. Wilayah pengkajian sekolah lapangan dapat dilakukan bersama-sama baik yang bersifat adaptif maupun mitigatif dengan pendekatan yang bersifat antisipatif maupun reaktif. Untuk maksud tersebut perlu dibangun materi pembelajaran sekolah lapangan menghadapi keragaman iklim. Dalam sekolah lapangan materi pembelajaran hendaknya disusun bersama petani dan kelompoknya dengan sebanyak mungkin memanfaatkan potensi lokal. Pembelajaran sedapat mungkin dilakukan di lapangan sehingga petani dapat bersama-sama menghayati proses yang terjadi dan merasakan perkembangan yang selama ini kurang diperhatikan.

Proses pembelajaran dimulai dari : (i) melaksanakan, (ii) kemudian mengungkapkan, (iii) menganalisis dan (iv) selanjutnya menyimpulkan. Proses tersebut dapat dilaksanakan berulang ulang dalam menuju kesimpulan yang mantap. Semua orang yang terlibat dalam proses

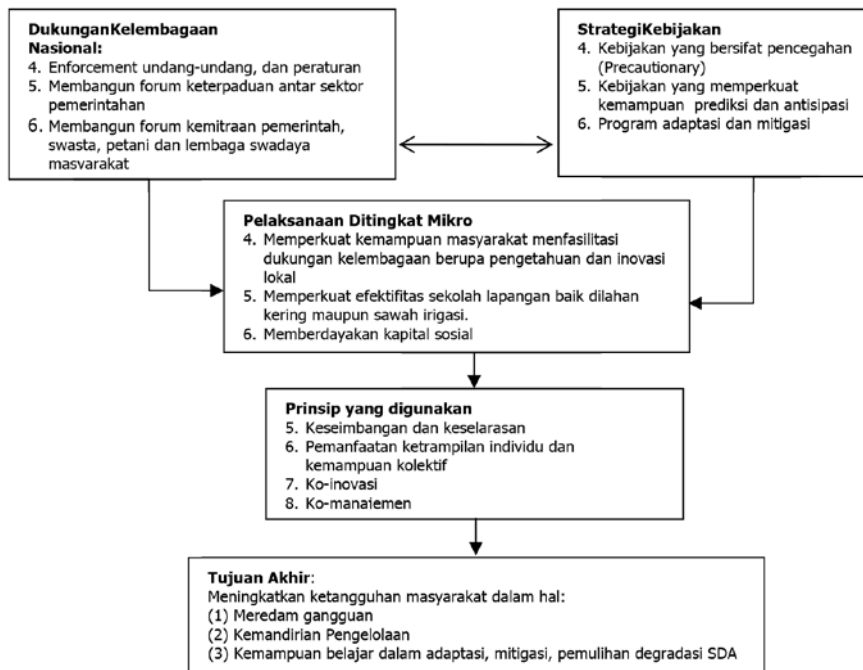
pembelajaran adalah murid sekali gus guru yang sama-sama mencurahkan perhatian pada obyek yang dituju. Konsekuensinya proses belajar mengajar menjadi proses komunikasi dalam berbagai bentuk seperti diskusi kelompok, diskusi pleno, dan bermain peran dengan media yang memungkinkan terjadinya dialog kritis antar berbagai individu yang terlibat dalam proses belajar.

Upaya mitigasi dan adaptasi terhadap perubahan iklim tidak dapat dilakukan sendiri-sendiri karena hanya akan menghasilkan kegiatan yang sporadis dan tidak menghasilkan dampak yang besar dalam mengatasi perubahan iklim. Oleh karena itu diperlukan suatu keterpaduan baik dalam hal aturan kelembagaan ditingkat nasional maupun lokal, demikian pula koherensi antara berbagai peraturan dengan langkah-langkah kebijakan yang diterapkan. Untuk melaksanakan upaya keterpaduan yang dapat menghasilkan suatu dampak yang luas diperlukan strategi jangka panjang yang merujuk pada suatu kerangka dasar yang dapat diterima oleh berbagai pihak dan berdasarkan prinsip-prinsip operasional yang secara konsisten dilaksanakan oleh berbagai pihak.

Secara umum tujuan akhir dari strategi dan kebijakan yang ditempuh adalah memperkuat ketangguhan masyarakat petani (*society resilience*) dalam menangani kerusakan ekologi dan dampak perubahan iklim secara terencana dalam jangka panjang. Ketangguhan masyarakat direfleksikan dalam tiga hal yaitu : (i) kemampuan dalam menyangga gangguan (*disturbance*), (ii) kemampuan dalam melakukan pengelolaan mandiri (*self-organizing*), dan (iii) kemampuan belajar adaptasi dan mitigasi. Kemampuan meredam gangguan pada hakekatnya adalah kemampuan mengantisipasi gangguan dan melakukan tindakan untuk mengatasi gangguan melalui penyesuaian-penyesuaian yang diperlukan. Untuk memperkuat kemampuan adaptif paling sedikit terdapat dua faktor yang perlu diperhatikan, yaitu praktek-praktek adaptif dan mitigatif yang baik (*good adaptive practices*) dan besarnya wilayah yang mempraktekkan kemampuan adaptif tersebut. Sekolah lapangan adalah contoh dari praktek adaptif dan mitigatif yang baik mulai dari tingkat kelompok usahatani kemudian dikembangkan melalui jaringan kemitraan sekolah lapangan.

Implementasi strategi dan kebijakan tersebut diatas, pada tingkat nasional memerlukan dukungan aturan aturan kelembagaan (*enabling Institutional environment*) baik berupa undang-undang maupun peraturan yang memungkinkan terbangunnya keterpaduan upaya antar sektor

pemerintahan, dan terbangunnya kemitraan antar berbagai pihak seperti pemerintah, swasta, masyarakat petani, dan lembaga swadaya masyarakat. Keterpaduan antar berbagai pihak tersebut diperlukan untuk memperkuat pelaksanaan di tingkat mikro yang terdiri atas dua komponen yaitu : (1) memperkuat kemampuan masyarakat memfasilitasi dukungan kelembagaan berupa pengetahuan dan inovasi lokal, dan (2) memperkuat efektifitas sekolah lapangan. Hasil pelaksanaan ditingkat mikro yang tangguh karena didukung secara nasional oleh kelembagaan dan strategi yang memadai dan prinsip-prinsip pelaksanaan yang ditunjang oleh kearifan lokal akan mempermudah pencapaian tujuan akhir yaitu meningkatkan ketangguhan masyarakat petani dalam meredam gangguan yang berasal dari keragaman iklim, membangun kemandirian pengelolaan, dan membangun kemampuan belajar dalam adaptasi, mitigasi dan pemulihan degradasi sumber daya alam. Secara ringkas kerangka dasar kebijakan adaptasi dan mitigasi terhadap perubahan iklim berbasis kearifan lokal diperlihatkan dalam Gambar 1.



Gambar 1. Kerangka Dasar Kebijakan Adaptasi Dan Mitigasi Terhadap Perubahan Iklim Berbasis Kearifan Lokal.

Diperlukan pemahaman menyeluruh tentang kerangka dasar tersebut oleh berbagai pemangku kepentingan dan selanjutnya dituangkan dalam berbagai program dan kegiatan yang dalam jangka panjang diharapkan mendukung ketangguhan masyarakat dalam menghadapi dan mengantisipasi perubahan iklim.

SEKILAS TENTANG PENULIS

SEKILAS TENTANG PENULIS

A. Arivin Rivaie. Peneliti Utama bidang Budidaya dan Produksi Tanaman dan Kepala BPTP Lampung. Balai Besar Pengkajian dan Pengembangan Teknologi Pertanian, Badan Litbang Pertanian.
E-mail: arivinrivaie@yahoo.com

Abdul Wahid Rauf. Peneliti dan Kepala BPTP Sulawesi Utara. Balai Besar Pengkajian dan Pengembangan Teknologi Pertanian, Badan Litbang Pertanian. E-mail: awrauf2010@yahoo.com (sekarang Kepala BPTP Sulawesi Selatan)

Ai Dariah. Peneliti Madya bidang Konservasi Tanah pada Balai Penelitian Tanah, Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Sumber daya Lahan Pertanian, Badan Litbang Pertanian. E-mail: aidariah@yahoo.com

Anny Mulyani. Peneliti Utama bidang Evaluasi Lahan dan Pengembangan Wilayah, pada Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Sumber daya Lahan Pertanian. Badan Litbang Pertanian.
E-mail: anny_mulyani@ymail.com

Effendi Pasandaran. Profesor Riset (purna bhakti), Bidang Agro Ekonomi dan Kebijakan Pertanian, Badan Litbang Pertanian.
E-mail: epasandaran@yahoo.com

Elza Surmaini. Peneliti Madya, Bidang Agroklimat dan Pencemaran Lingkungan pada Balai Penelitian Agroklimat dan Hidrologi. Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Sumber daya Lahan Pertanian, Badan Litbang Pertanian. e_surmaini@yahoo.com

Erna Suryani. Peneliti Madya pada Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Sumber daya Lahan Pertanian, Balitbangtan.
E-mail : erna_suryani2004@yahoo.com

Harris Herman Siringoringo. Peneliti Madya Bidang Hidrologi dan Konservasi Tanah dan Air pada Badan Litbang Lingkungan Hidup dan Kehutanan Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan.

Irsal Las. Profesor Riset, Bidang Agroklimat dan Pencemaran Lingkungan pada Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Sumber daya Lahan Pertanian. Badan Litbang Pertanian. irsallas@indo.net.id

Kedi Suradisastra. Profesor Riset (purnabakti), Bidang Sosiologi dan Kelembagaan pada Pusat Sosial Ekonomi dan Kebijakan Pertanian, Kementerian Pertanian. E-mail: kedisuradisastra@yahoo.com

Kiswanto. Penyuluh Madya bidang Sosial dan Ekonomi Pertanian. BPTP Lampung, Balai Besar Pengkajian dan Pengembangan Teknologi Pertanian, Badan Litbang Pertanian. E-mail: krisnakis@yahoo.com

Muhammad Prama Yufdi. Peneliti Utama Bidang Kesuburan Tanah dan Biologi Tanah dan Sekretaris Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian. e-mail: sekretariat@litbang.pertanian.go.id

Muhammad Syakir. Peneliti Utama Bidang Budidaya dan Produksi Tanaman dan Kepala Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian. e-mail: msyakir@litbang.pertanian.go.id

Nani Heryani. Peneliti Madya, Bidang Hidroloi pada Balitklimat, Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Sumber daya Lahan Pertanian, Balitbangtan. E-mail: naniheryanids@gmail.com.

Nono Sutrisno Saad. Peneliti Madya, Bidang Konservasi tanah dan air, serta Hidrologi pada Balai Penelitian Agroklimat dan Hidrologi, Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Sumber Daya Lahan Pertanian, Badan Litbang Pertanian. E-mail: ns.saad85@gmail.com

Rizatus Shofiyati. Peneliti Madya bidang Penginderaan Jauh pada Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Sumber Daya Lahan Pertanian, Badan Litbang Pertanian. E-mail: rshofiyati@gmail.com

Sahat M. Pasaribu. Peneliti Utama, Bidang Ekonomi Pertanian dan Kebijakan Pertanian pada Pusat Sosial Ekonomi dan Kebijakan Pertanian, Kementerian Pertanian. E-mail: sahatp@gmail.com

Sukarman. Peneliti Utama pada Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Sumber daya Lahan Pertanian, Balitbangtan. E-mail: sukarmandr@yahoo.co.id

Sunanto. Peneliti Madya bidang sosial ekonomi pertanian, pada BPTP Sulawesi Selatan. Balai Besar Pengkajian dan Pengembangan Teknologi Pertanian, Badan Litbang Pertanian. E-mail: Sunanto_bptpsulsel@yahoo.co.id

Tigor Butarbutar. Peneliti Utama Bidang Hidrologi dan Konservasi Tanah dan Air pada Badan Litbang Lingkungan Hidup dan Kehutanan Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan. E-mail: tigtars@yahoo.co.id

Triwilaida. Peneliti Madya Bidang Hidrologi dan Konservasi Tanah dan Air pada Badan Litbang Lingkungan Hidup dan Kehutanan Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan.

Woro Estiningtyas. Peneliti Muda bidang Agroklimat dan Pencemaran Lingkungan pada Balai Penelitian Agroklimat dan Hidrologi, Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Sumber daya Lahan Pertanian, Badan Litbang Pertanian. woro_esti@yahoo.com

INDEKS

INDEKS

A

Adaptasi 22, 31, 32, 33, 36, 61, 92, 114, 116, 118, 122, 132, 145, 148, 185, 186, 221, 231, 243, 255, 260, 263, 265, 287, 301, 320, 322, 356, 359, 362, 369, 374
 Agroforestri 267, 270, 272, 275, 280, 281, 282, 283, 284, 286, 287, 288, 289, 291, 292, 293, 297, 298, 300, 301, 303, 304
 Asuransi Pertanian 72, 73, 77, 79, 83, 88, 89, 91, 92, 307
 AUDP 72, 78, 79, 84, 85

C

CDM 21
 COP 11, 20, 21, 44
 CSR 100, 348, 351

D

Dasa Rambu 35
 Daya lenteng sosial 209
 Degradasi ekosistem 187, 197, 218

E

El-Nino 76, 104, 201, 229, 234, 235, 237, 241, 246, 305, 309, 314, 355
 Emisi GRK 44, 53, 308
 ENSO 43, 234, 235, 309, 314

G

GIS 82, 107, 296

H

Hidronomic zone 276
 HTR 292, 293, 297

I

Iklim Ekstrim 265

K

Kalender Tanam 33, 36, 82, 236, 237, 238, 243, 263, 362
 Kapital sosial 151, 164, 192, 195, 206, 212, 213, 215, 219
 Kearifan lokal 4, 121, 122, 127, 138, 148, 151, 166, 169, 182, 184, 187, 191, 203, 231, 257, 258, 262, 267, 370, 371
 Keragaman iklim 16, 134, 233, 242, 246, 261
 Kesesuaian Lahan 107, 108, 109, 110, 111, 112, 115, 116, 118, 280, 291, 302
 Konservasi lahan 204
 KUR 346, 348, 356, 360

L

Lanskap 303
 LKM-A 343, 346, 349, 357, 360, 361, 363

M

Mappadendang 163
 Mappalili 162
 Mitigasi 21, 31, 32, 33, 53, 56, 63, 118, 132, 145, 186, 231, 245, 289, 302, 303, 355, 374
 Mitigatif 371
multiple cropping 307, 308, 322, 323, 325, 328

N

Norma sosial 193, 212
 Nyabuk gunung 182

P	
Palintangan	184
Pembiayaan usahatani	351
Penanda alam	173, 178
Pengelolaan air	275
Pertanian Organik	48, 68, 70, 71
Perubahan Iklim	17, 20, 21, 25, 40, 41, 42, 44, 61, 63, 71, 79, 89, 91, 92, 103, 114, 116, 117, 118, 145, 147, 148, 167, 185, 186, 231, 235, 263, 264, 265, 266, 298, 300, 303, 309, 310, 334, 335, 336, 337, 338, 362, 367, 368, 371
Peta Tanah	95, 97, 98, 99, 116, 117
PMN	348
Pranata mangsa	128, 176, 177, 257, 371

Q	
Quick win	290

R	
RAN GRK	55, 64
RAP	34, 39

<i>RELAY-INTERCROPPING</i>	305
Remote sensing	90

S	
SiPeCI	28, 31, 32, 34, 35, 37, 38, 39
Sistem pembiayaan	356, 357, 360
SLI	42, 141, 142
SLPHT	126
SRI	47, 244, 307, 319, 340, 356
Sumber daya Lahan	220, 265, 335, 338, 379, 380, 381
SUP	11, 12, 30, 32, 34, 36, 37, 39

T	
Torani	161
Tudang sipulung	163
Tumpangsari	322, 324

U	
UPJA	343

W	
Waluku	172, 179

Upaya mitigasi dan adaptasi terhadap perubahan iklim tidak dapat dilakukan sendiri-sendiri karena hanya akan menghasilkan kegiatan yang sporadis dan tidak menghasilkan dampak yang besar. Oleh karena itu diperlukan suatu keterpaduan baik dalam hal aturan kelembagaan ditingkat nasional, lokal, maupun koherensi antara berbagai peraturan dengan langkah-langkah kebijakan yang diterapkan. Untuk maksud tersebut diperlukan strategi jangka panjang merujuk pada suatu kerangka dasar yang dapat diterima semua pihak dan berdasarkan prinsip-prinsip operasional yang dilaksanakan secara konsisten. Tujuan akhirnya adalah memperkuat ketangguhan masyarakat petani (*society resilience*) dalam menangani kerusakan ekologi dan dampak perubahan iklim secara terencana dalam jangka panjang. Ketangguhan masyarakat direfleksikan oleh kemampuan dalam menyangga gangguan (*disturbance*), kemampuan melakukan pengelolaan mandiri (*self-organizing*), dan belajar melaksanakan adaptasi dan mitigasi.



Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian
Jalan Ragunan No. 29, Pasar Minggu, Jakarta 12540
Telepon: +62 21 7806202, Faks: +62 21 7800644