

INOVASI KELEMBAGAAN SISTEM INFORMASI KALENDER TANAM TERPADU Mendukung Adaptasi Perubahan Iklim Untuk Ketahanan Pangan Nasional

Institutional Innovation of Integrated Cropping Calendar Information System to Support Climate Change Adaptation for National Food Security

Eleonora Runtuwuu, Haris Syahbuddin, Fadhlullah Ramadhani, Aris Pramudia, Diah Setyorini, Kharmila Sari, Yayan Apriyana, Erni Susanti, dan Haryono

Balai Penelitian Agroklimat dan Hidrologi, Jalan Tentara Pelajar No. 1A, Bogor 16114

Telp. (0251) 8312760, Faks. (0251) 8312760

e-mail: balitklimat@litbang.deptan.go.id, runtuwuu2001@yahoo.com

Diajukan 27 Desember 2012; Disetujui 11 Februari 2013

ABSTRAK

Pemerintah Indonesia telah mencanangkan surplus beras 10 juta ton pada tahun 2014. Program ini memerlukan upaya yang terintegrasi dan komprehensif dari seluruh pemangku kepentingan di pusat dan daerah. Kebijakan tersebut antara lain dituangkan dalam bentuk Permentan No. 45/2011, yang kemudian diimplementasikan dengan Surat Keputusan Kepala Badan Litbang Pertanian No. 178.1/Kpts/OT.160/I/7/2012 tentang Pembentukan Gugus Tugas Kalender Tanam dan Perubahan Iklim di seluruh Balai Pengkajian Teknologi Pertanian (BPTP). Sejalan dengan itu, Badan Litbang Pertanian mengembangkan Sistem Informasi Kalender Tanam Terpadu yang menjadi rujukan bagi pengambil kebijakan dalam menyusun rencana pengelolaan pertanian tanaman pangan. Informasi yang dimuat dalam sistem tersebut merupakan estimasi musim tanam ke depan pada skala kecamatan, yang meliputi awal waktu tanam, wilayah rawan bencana (banjir, kekeringan, dan serangan organisme pengganggu tanaman), serta rekomendasi teknologi berupa varietas, benih, dan pupuk. Agar Gugus Tugas di setiap BPTP memiliki standar operasional yang sama, disusun Petunjuk Teknis Gugus Tugas Kalender Tanam Terpadu dan Perubahan Iklim. Makalah ini berisi ringkasan petunjuk teknis Gugus Tugas Kalender Tanam Terpadu dan Perubahan Iklim sebagai penguatan Permentan No. 45/2011. Implikasi pelaksanaan kegiatan Gugus Tugas BPTP di lapangan menjadi bagian penting dalam pemantapan substansi Sistem Informasi Kalender Tanam Terpadu yang sesuai dengan kebutuhan petani dan penyuluh agar target surplus beras tersebut dapat tercapai.

Kata kunci: Kalender tanam terpadu, sistem informasi, padi, perubahan iklim, ketahanan pangan

ABSTRACT

Government of Indonesia has set the rice surplus target of 10 million tons in 2014. This program requires integrated and comprehensive efforts of all stakeholders in central and local levels. The policy was set forth in form of Permentan No. 45/2011

and then implemented by the Director General of Indonesian Agency for Agricultural Research and Development (IAARD) through a decree No. 178.1/Kpts/OT.160/I/7/2012 about Formation of Integrated Cropping Calendar and Climate Change Task Force in each Assessment Institute for Agricultural Technology (AIAT) for whole Indonesia. Additionally, IAARD has developed an Integrated Cropping Calendar Information System as a reference for policy makers in planning food crop management. The information system contains the next planting season estimation at sub-district level, which includes the initial time of planting, disaster-prone areas (flood, drought, and pests/diseases), as well as technology recommendation (varieties, seed, and fertilizer). In order to make an operational standard for AIAT Task Force, the Technical Guideline of Integrated Cropping Calendar and Climate Change is imperative. This article contains the summary of the technical guideline for AIAT Task Force in support of Permentan No. 45/2011 and climate change adaptation for food security. An implication of implementation of the AIAT Task Force is an important part in improving the content of Integrated Cropping Calendar Information System that fits the needs of farmers and extension workers in the field in order to achieve the rice surplus target.

Keywords: *Integrated cropping calendar, information system, rice, climate change, food security*

PENDAHULUAN

Isu perubahan iklim terus menguat dalam dua dasawarsa terakhir dan menjadi titik penting dalam menyusun perencanaan pembangunan pertanian. Perubahan iklim yang ditandai oleh perubahan pola dan distribusi curah hujan (Surfleet dan Tullos 2013), peningkatan suhu udara (Gunawardhana dan Kazama 2012), dan peningkatan permukaan air laut (Zecca dan Chiari 2012) berdampak secara langsung dan tidak langsung terhadap wilayah pertanian (Kang *et al.* 2009).

Tanaman pangan merupakan subsektor yang paling rentan terhadap perubahan iklim. Naylor *et al.* (2007) secara spesifik menyatakan bahwa produksi pertanian di Indonesia sangat dipengaruhi oleh curah hujan, baik variasi antarmusim maupun antartahun, akibat dari monsoon Australia-Asia dan *El Nino-Southern Oscillation* (ENSO) yang dinamis. Di sisi lain, kedaulatan pangan sejak era otonomi daerah seakan telah beralih ke pemerintah provinsi/kabupaten. Untuk itu diperlukan berbagai kebijakan adaptasi dan mitigasi perubahan iklim sektor pertanian, baik sumber daya, infrastruktur maupun sistem usaha tani/agribisnis dan ketahanan pangan nasional.

Peraturan Menteri Pertanian (Permentan) No. 45/2011 tentang Tata Hubungan Kerja Antara Kelembagaan Teknis, Penelitian dan Pengembangan, dan Penyuluhan Pertanian dalam Mendukung Peningkatan Produksi Beras Nasional (P2BN) menjelaskan bahwa Badan Litbang Pertanian bertanggung jawab antara lain dalam pengembangan dan penerapan kalender tanam, baik dalam penyusunan, sosialisasi, validasi lapang, maupun upaya adaptasi dan mitigasi perubahan iklim. Sejalan dengan Permentan No. 45/2011, Badan Litbang Pertanian mengembangkan Sistem Informasi Kalender Tanam Terpadu (selanjutnya disingkat SI Katam Terpadu) yang menjadi rujukan bagi pengambil kebijakan dalam penyusunan rencana pengelolaan pertanian tanaman pangan skala kecamatan (Ramadhani *et al.* 2012; Runtuuwu *et al.* 2012a). SI Katam Terpadu dapat diakses melalui alamat situs web litbang.deptan.go.id, deptan.go.id, epetani.deptan.go.id, cybex.deptan.go.id, balitklimat.litbang.deptan.go.id, dan katam.info.

Untuk menjaga keberlangsungan SI Katam Terpadu perlu dilakukan pemeliharaan (*software maintenance*), yang meliputi pemeliharaan korektif, adaptif, perfektif, dan preventif (Lientz dan Swanson 1970). Pemeliharaan bertujuan untuk memperbaiki masalah yang ditemukan, beradaptasi sesuai kebutuhan lingkungan, meningkatkan penampilan dan kemampuan, dan mencegah kesalahan tersembunyi dalam sistem. Usaha mempertahankan siklus hidup (*life-cycle*) tersebut sangat memerlukan dukungan inovasi kelembagaan yang andal.

Untuk melaksanakan Permentan No. 45/2011, Kepala Badan Litbang Pertanian menerbitkan Surat Keputusan (SK) No. 77.1/Kpts/OT.160/I/3/2012 tentang Tim Penyusunan Kalender Tanam Terpadu (selanjutnya disebut Tim Katam Pusat) dan SK No. 178.1/Kpts/OT.160/I/7/2012 tentang Pembentukan Gugus Tugas Katam dan Perubahan Iklim di Balai Pengkajian Teknologi Pertanian (selanjutnya disebut Gugus Tugas BPTP). Pembentukan kedua tim ini

sangat penting karena efektivitas pelaksanaan Permentan No. 45/2011 sangat bergantung pada keakuratan, kelengkapan, dan kecepatan arus data dan informasi dan sistem informasi yang andal.

Untuk memudahkan dan mengoptimalkan pelaksanaan kegiatan Tim Katam Pusat dan Gugus Tugas BPTP telah disusun Petunjuk Teknis Gugus Tugas Kalender Tanam Terpadu dan Perubahan Iklim (Badan Litbang Pertanian 2013a) dan Petunjuk Teknis Pengelolaan Stasiun Iklim (Badan Litbang Pertanian 2013b), agar masing-masing memiliki kerangka kerja yang jelas, baik dalam pelaksanaan teknis kegiatan maupun koordinasi dan komunikasi. Makalah ini berisi ringkasan petunjuk teknis Gugus Tugas Kalender Tanam Terpadu dan Perubahan Iklim sebagai penguatan Permentan No. 45/2011 serta implikasi kebijakannya.

SISTEM INFORMASI KALENDER TANAM TERPADU

Pengemasan SI Katam Terpadu dirintis Badan Litbang Pertanian sejak tahun 2007 melalui penyusunan informasi kalender tanam tanaman padi setiap kecamatan untuk seluruh Indonesia dalam bentuk atlas. Atlas Kalender Tanam Tanaman Pangan skala 1:250.000 yang telah dibuat meliputi Pulau Jawa (Las *et al.* 2007; Runtuuwu *et al.* 2011a), Sumatera (Las *et al.* 2008; Runtuuwu *et al.* 2011b), Kalimantan (Las *et al.* 2009a; Runtuuwu *et al.* 2012b), Sulawesi (Las *et al.* 2009b; Runtuuwu *et al.* 2012c), serta Bali, Maluku, Nusa Tenggara, dan Papua (Las *et al.* 2010; Runtuuwu *et al.* 2013).

Peran strategis SI Katam Terpadu dalam adaptasi perubahan iklim tercermin dari kemampuan SI ini dalam menginformasikan kondisi musim tanam ke depan, yang meliputi awal waktu tanam tanaman pangan, wilayah rawan bencana banjir, kekeringan, dan organisme pengganggu tanaman (OPT), serta rekomendasi teknologi berupa varietas, benih, dan pemupukan berimbang. Katam Terpadu berbasis *web* pertama kali diluncurkan secara resmi oleh Kepala Badan Litbang Pertanian pada 27 Desember 2011 dengan diterbitkannya secara *online* SI Katam Terpadu ver 1.0 yang memuat informasi Katam Terpadu Musim Tanam I (MT-I) 2011/2012. Sejak saat itu, SI Katam terpadu ver 1.0 telah diperbarui lima kali serta diperbaiki dan disempurnakan.

Badan Litbang Pertanian memperbarui informasi ini minimal tiga kali setahun pada setiap awal musim tanam untuk seluruh kecamatan di Indonesia. Walaupun sangat beragam sesuai dengan pola curah hujan,

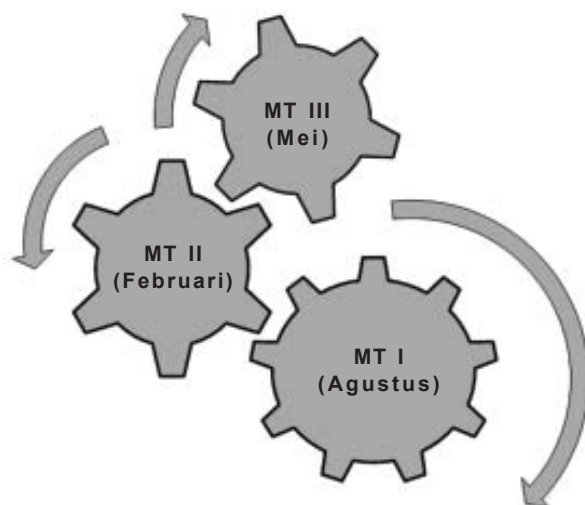
secara umum awal musim tanam dapat dikelompokkan sebagai berikut: periode MT I, September III/Oktober I - Januari III/Februari I, periode MT II, Februari II/III - Mei III/Juni I, dan periode MT III, Juni II/III - September I/II. Untuk itu, peluncuran SI Katam Terpadu MT I dilakukan pada bulan Agustus, MT II pada bulan Februari, dan MT III paling lambat pada bulan Mei (Gambar 1). Penyusunan SI Katam Terpadu MT I merupakan basis, karena pada saat itu telah disusun pola tanam sepanjang tahun. Pada peluncuran MT II dan III dilakukan pemutakhiran (*improvement*) berdasarkan data terbaru yang ada.

Sistem pengiriman (*delivery*) informasi Katam Terpadu juga telah dikembangkan melalui SMS dan aplikasi telepon pintar (*smartphone*) berbasis android. Kelebihan sistem *delivery* dengan SMS adalah dapat dilakukan melalui *personal handphone* masing-masing pengguna yang dihubungkan dengan SMS Center Katam terpadu (08-123-565-1111), sedangkan untuk aplikasi android sebagai aplikasi katam terpadu versi ringan dapat digunakan melalui tablet atau telepon pintar yang bersistem operasi android. Alamat yang dapat diakses adalah <http://play.google.com/store/apps/details?id=com.litbang.katamterpadu>.

KELEMBAGAAN DAN PENDATAAN

Pengembangan Sistem

Pengembangan SI Katam Terpadu pada dasarnya mengikuti konsep dasar sistem informasi. Diawali dengan pengembangan subsistem basis data, kemudian penyusunan model algoritma, dan akhirnya



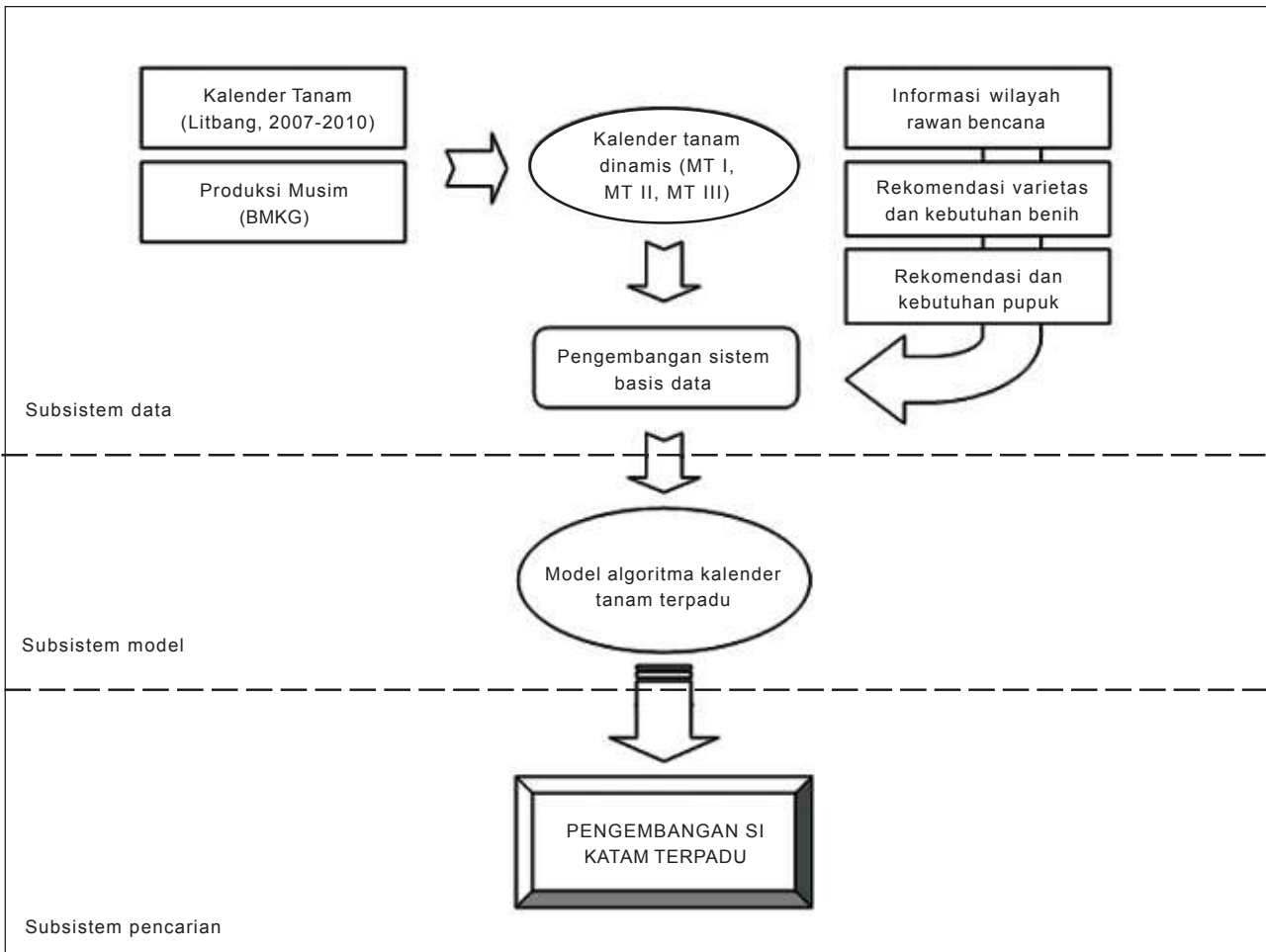
Gambar 1. Siklus musim tanam dalam setahun.

mengembangkan sistem informasi berbasis *web* sebagai sarana pencarian informasi bagi pengguna (Gambar 2). Subsistem basis data mengemas semua jenis data yang dibutuhkan, baik dalam bentuk tabular, spasial maupun tekstual. Sumber data diperoleh dari hasil pengamatan di lapangan, data sekunder, maupun citra satelit seperti yang digunakan Asadov dan Ismaylov (2011) dan Peng *et al.* (2011). Proses *input* data ini sangat penting untuk menjamin adanya keterkaitan antardata. Yang *et al.* (2011) mencontohkan pengembangan sistem pengelolaan data tanah dan tanaman agar secara otomatis dapat diintegrasikan dengan aplikasi model tanaman yang lebih luas.

Korelasi antar-*input* data sangat penting untuk memudahkan subsistem model dan pencarian (*query*). Teknologi *Geographic Information System* (GIS) dan pemrograman komputer (*computer programming*) sangat memudahkan proses integrasi antara data tabular, tekstual, dan spasial. Subsistem model penting untuk menganalisis data dalam *data storage* internal agar dapat menjadi informasi yang bermanfaat bagi pengguna atau obyek lain di luar sistem (eksternal). Informasi tersebut berguna terutama dalam pengambilan keputusan operasional, teknis, maupun penyusunan strategi. Subsistem model memuat algoritma analisis yang menghubungkan data dalam *storage*.

Subsistem pencarian sangat penting dalam pengembangan sistem informasi, karena pengguna diharapkan mampu melakukan pencarian data ke subsistem data dan informasi ke subsistem model tanpa menggunakan jasa operator. Harapan ini dapat terpenuhi apabila sistem dibangun secara sederhana sehingga pengguna mudah menggunakannya. Selain itu, pengguna diberi kebebasan untuk memilih informasi sesuai kebutuhan, serta dilengkapi dengan beberapa pilihan bentuk penyajian, baik berupa *file* ataupun tampilan (*display*) di monitor komputer yang dapat dicetak (*printout*). Keakuratan informasi data yang diperoleh pengguna sangat bergantung pada kebenaran data dan ketepatan pemilihan model.

Beberapa perangkat lunak yang digunakan dalam pengembangan SI Katam Terpadu adalah: (1) *ArcGIS Desktop 10* untuk penyiapan data vektor seperti peta rupa bumi dan peta sawah digital; (2) *Visual Basic Studio.NET 2010* untuk aplikasi perangkat lunak berbasis ASP.NET; (3) *ArcGIS Server 10*, merupakan komponen *server* pendukung untuk keperluan publikasi peta digital melalui media internet atau berbasis *web*; (4) *Microsoft Server 2010* sebagai sistem operasi tingkat *server* sekaligus *web server* aplikasi sistem berbasis *web*; (5) *Microsoft SQL*



Gambar 2. Alur pengembangan Sistem Informasi Kalender Tanam Terpadu.

Server 2010 sebagai server penyimpan data; dan (6) *DXperience Enterprise* yang digunakan sebagai komponen pendukung untuk menampilkan data tabular secara dinamis dan ramah pengguna.

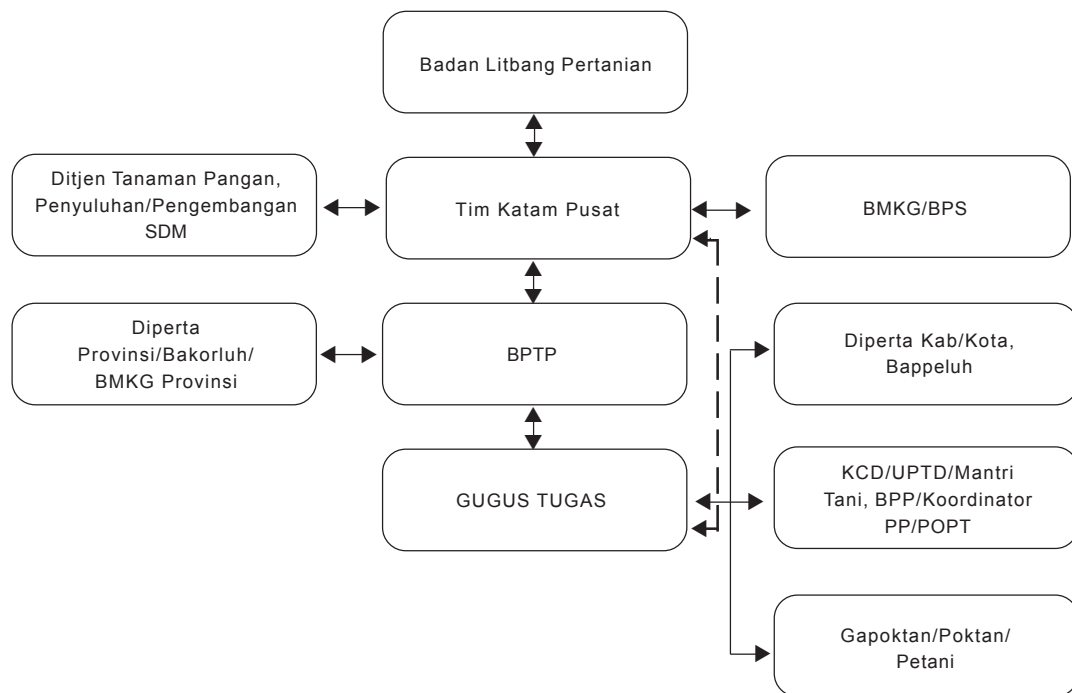
Mekanisme Kerja dan Kelembagaan

Proses penyusunan, pemutakhiran, sosialisasi, validasi, dan verifikasi bersifat dinamis dan melibatkan data yang sangat besar dengan algoritma yang cukup kompleks (Runtuuwu et al. 2012a). Untuk itu dibutuhkan tim kerja dengan berbagai disiplin ilmu, antara lain agroklimatologi, agronomi, tanah, hama penyakit, sosial-ekonomi, dan teknologi informatika.

Untuk menyinergikan tugas Tim Katam Pusat dan Gugus Tugas BPTP diperlukan mekanisme kerja serta sistem koordinasi dan komunikasi yang intensif melalui jaringan komunikasi dan pertemuan reguler. Secara eksternal di luar Badan Litbang Pertanian, dibutuhkan komunikasi dan koordinasi yang intensif,

terutama dengan Dinas Pertanian (Diperta) tingkat provinsi dan kabupaten/kota, Badan Koordinasi Penyuluh (Bakorluh), Badan Pelaksana Penyuluhan (Bappeluh), Penyuluh Organisme Pengganggu Tanaman (POPT), mantri tani, dan gabungan kelompok tani (gapoktan), seperti ditampilkan pada Gambar 3.

Tim Katam Pusat bertugas menyiapkan prediksi iklim untuk MT I, MT II, dan MT III berkoordinasi dengan Badan Meteorologi, Klimatologi dan Geofisika (BMKG). Hasil prediksi iklim selanjutnya dikorelasikan dengan informasi kalender tanam setiap kecamatan untuk menentukan waktu tanam, ancaman bencana di lapang, serta rekomendasi teknologi berupa varietas dan pemupukan. Informasi waktu tanam serta rekomendasi varietas dan pemupukan berasal dari Badan Litbang Pertanian bekerja sama dengan Dinas Pertanian provinsi/kabupaten/kota. Data ancaman bencana banjir, kekeringan maupun serangan OPT berasal dari Direktorat Perlindungan Tanaman Pangan. Tim Katam Pusat bertanggung jawab penuh dalam penyusunan, pemutakhiran, dan



Gambar 3. Mekanisme kerja Gugus Tugas Kalender Tanam dan Perubahan Iklim di Balai Pengkajian Teknologi Pertanian (BPTP). Garis terputus menunjukkan hubungan teknis operasional Tim Katam Pusat dengan Gugus Tugas.

peluncuran SI Katam Terpadu setiap awal musim tanam.

Peran Gugus Tugas BPTP sangat strategis, yang berfungsi terutama untuk (1) mendukung secara aktif proses penyusunan, peluncuran maupun setelah peluncuran SI Katam Terpadu; (2) melaksanakan sosialisasi, validasi, dan verifikasi lapang dalam rangka meningkatkan akurasi informasi SI Katam Terpadu; (3) memantau dan mengevaluasi kejadian dan ancaman kekeringan, banjir, serta OPT; (4) mengidentifikasi sumber daya air, pola tanam, penggunaan varietas, pupuk, dan mekanisasi pertanian; (5) melakukan pengkajian dan identifikasi gejala dan dampak perubahan iklim terhadap sektor pertanian; (6) melakukan prediksi iklim lokal dan identifikasi teknologi adaptif spesifik lokasi (*local wisdom*) terhadap perubahan iklim; serta (7) mengelola stasiun klimatologi Badan Litbang Pertanian di wilayah kerja BPTP.

Pendataan dan Pengelolaan Data

Selaras dengan siklus dan dinamika pola tanam tanaman pangan di lahan sawah, maka jadwal dan proses penyusunan dan pemutakhiran SI Katam

Terpadu harus dilakukan secara berkesinambungan dan sesuai dengan musim tanam. Hal yang perlu dilakukan adalah pemutakhiran informasi dan penambahan data dukung yang bersifat dinamis, dengan tingkat akurasi yang lebih baik.

Data Administrasi dan Luas Baku Sawah

Seiring adanya pemekaran wilayah yang sangat dinamis di setiap provinsi, maka sangat diperlukan data administrasi dan luas baku sawah terkini, baik secara spasial maupun temporal. Data administrasi dan luas baku tanaman pangan perlu diperbarui minimal setahun sekali, dan disampaikan oleh Gugus Tugas BPTP kepada Tim Katam Pusat.

Informasi Bencana

Informasi bencana (banjir, kekeringan, dan OPT) pada SI Katam Terpadu versi 1.0 masih dalam tingkat kabupaten, sehingga perlu ditingkatkan menjadi tingkat kecamatan, termasuk menambah informasi bencana untuk tanaman palawija. Data dan informasi bencana tingkat kecamatan dapat dikumpulkan dari Laboratorium Pengamat Hama Penyakit (LPHP) dan Dinas Pertanian di tingkat kabupaten.

Informasi Varietas dan Kebutuhan Benih

Informasi sebaran varietas padi sawah dan kebutuhan benih harus diperbarui pada setiap musim tanam. Informasi tersebut berupa sebaran varietas unggul baru (VUB) maupun varietas lokal, kebutuhan benih aktual, dan rekomendasi masing-masing kecamatan. Selain tanaman padi, sebaran komoditas dan varietas palawija utama serta kebutuhan benih di tingkat kecamatan perlu ditambahkan.

Rekomendasi Pupuk

Rekomendasi pupuk mempertimbangkan kondisi status hara tanah aktual di lapangan dan kebutuhan hara tanaman. Informasi status hara fosfat (P) dan kalium (K) aktual dalam tanah dapat diperoleh dengan menggunakan Perangkat Uji Tanah Sawah (PUTS), analisis tanah secara langsung di laboratorium, dan Peta Status Hara Tanah P dan K Tanah Sawah skala 1:50.000. Berdasarkan nilai uji tanah/status hara N, P, K tersebut, ditetapkan dosis pupuk untuk padi sawah.

Rekomendasi pupuk untuk tanaman padi VUB atau hibrida diprediksi sekitar 20% lebih tinggi dibandingkan dengan varietas unggul biasa. Apabila informasi status hara tanah tidak tersedia, maka dosis pupuk dapat mengacu pada rekomendasi pupuk PHSL atau Permentan No. 40/2007 dan revisinya atau acuan rekomendasi lain yang dianjurkan oleh Dinas/Bakorluh/BPTP setempat. Informasi rekomendasi pupuk dalam revisi Permentan No. 40/2007 memberikan pilihan untuk menggunakan pupuk tunggal atau pupuk NPK majemuk yang dikombinasikan dengan pupuk organik. SI Katam Terpadu juga dilengkapi acuan rekomendasi pupuk untuk tanaman palawija dominan (jagung dan kedelai).

Pengecekan SI Katam Terpadu Sebelum Peluncuran

SI Katam Terpadu disusun dengan menggunakan data dukung yang sangat dinamis dengan mempertimbangkan kondisi terkini pertanaman di lapangan. Oleh karena itu, proses pengecekan perlu dilakukan secara intensif baik oleh Tim Katam Pusat maupun Gugus Tugas BPTP. Setelah Tim Katam Pusat selesai menyiapkan materi kalender tanam yang akan diluncurkan, terlebih dahulu akan diunggah secara terbatas untuk seluruh Tim Katam Pusat dan Gugus Tugas BPTP. Tujuannya adalah untuk mendapatkan tanggapan mengenai informasi kalender tanam yang

telah disiapkan oleh Tim Katam Pusat sebelum peluncuran pada setiap awal musim tanam.

Setiap informasi yang perlu dikoreksi disampaikan melalui grup *e-mail* (katam_terpadu@yahoogroups.com) atau sms *center* katam (08-123-565-1111) untuk diperbaiki oleh Tim Katam Pusat. Hasil final pemutakhiran SI Katam Terpadu setiap musim tanam disampaikan ke Kepala Badan Litbang Pertanian untuk mendapatkan persetujuan untuk diluncurkan.

SISTEM KOMUNIKASI DAN LITKAJIBANGRAP

Verifikasi

Kualitas data dan informasi yang dimuat dalam SI Katam Terpadu harus semakin akurat, sehingga Gugus Tugas BPTP perlu melakukan verifikasi lapang. Verifikasi merupakan kegiatan untuk memantau akurasi dan kebenaran data dan informasi yang dihasilkan SI Katam Terpadu dengan cara membandingkannya dengan kondisi riil di lapangan. Verifikasi katam pada musim tanam pertama (MT I) sangat penting karena secara berurutan (*sequential*) memengaruhi MT II, dan selanjutnya MT III.

Beberapa parameter yang perlu diverifikasi adalah luas baku, awal waktu tanam, luas tanam, varietas, jenis dan dosis pupuk yang digunakan petani, serta kemungkinan terjadinya ancaman banjir, kekeringan, dan serangan OPT. Dalam pelaksanaannya, verifikasi dapat dilakukan bersamaan dengan pemantauan melalui wawancara dengan kelompok tani.

Sosialisasi

Sosialisasi dilakukan untuk menyampaikan informasi SI Katam Terpadu kepada pemangku kebijakan serta masyarakat pertanian agar dapat memanfaatkan informasi tersebut dalam perencanaan pertanian. Sosialisasi dilakukan tiga kali setahun, yakni menjelang awal MT I, MT II, dan MT III. Sosialisasi juga menggunakan media elektronik (*web*, *sms*, *e-mail*) dan non-elektronik (majalah, *leaflet*, buklet, monograf, poster, dan CD).

Evaluasi implementasi SI Katam Terpadu oleh Tim Katam Pusat juga perlu dilakukan untuk menghimpun umpan balik dari publik guna meningkatkan efektivitas dan manfaat SI Katam Terpadu. Untuk mendukung upaya tersebut, dilaksanakan lokakarya secara reguler setiap tahun guna mengevaluasi secara menyeluruh implementasi dan implikasi dari SI Katam Terpadu.

Pemantauan Ancaman Bencana

Salah satu tugas Gugus Tugas BPTP adalah melakukan pemantauan ancaman bencana dalam upaya peningkatan produksi tanaman pangan. Pemantauan dilakukan dengan mengamati, memantau, mengobservasi, mencatat, dan bila diperlukan melakukan pengukuran di lapangan, serta melaporkan hasilnya secara berkala ke Tim Katam Pusat. Pemantauan bencana dapat dilakukan sejak dini untuk mencegah bencana yang besar yang dapat menurunkan atau menggagalkan panen.

Pemantauan dilakukan berkoordinasi dengan POPT di setiap kecamatan atau Dinas Pertanian di kota/kabupaten. Pemantauan bencana dilakukan secara berkala di setiap kecamatan dengan periode pengamatan dua mingguan, dan juga pada saat kondisi iklim ekstrem.

Pemantauan Penerapan Teknologi

Pengelolaan Air

Tujuan pemantauan pengelolaan air adalah untuk mengetahui keseimbangan antara ketersediaan air dan kebutuhan irigasi, termasuk teknologi pengelolaan air yang diterapkan. Data hasil pemantauan berupa data kualitatif. Pengamatan dilakukan tiga kali setahun setiap awal musim tanam.

Penggunaan dan Sebaran VUB

Terkait dengan informasi variabilitas dan perubahan iklim serta ancaman bencana, diperlukan pemantauan varietas dan kebutuhan benih pada musim tanam yang sedang berlangsung. Informasi hasil pemantauan berasal dari pengamatan langsung maupun dari dinas terkait mengenai varietas yang sedang ditanam, luas area, dan jumlah benih padi sawah maupun palawija. Untuk palawija dipilih data komoditas utama (jagung/kedelai/kacang-kacangan) yang ditanam petani berdasarkan pola tanam di wilayah pengamatan.

Pemupukan

Tujuan pemantauan pemupukan adalah untuk mengetahui sejauh mana petani menerapkan anjuran pupuk yang diberikan dalam SI Katam Terpadu, dan mengevaluasi keakuratan dosis pupuk yang diberikan dengan mencatat hasil yang diperoleh. Dosis pupuk dihitung berdasarkan konsep pemupukan berimbang

dengan mempertimbangkan tingkat kesuburan tanah (dalam bentuk informasi status hara tanah) dan kebutuhan hara tanaman. Jenis dan varietas tanaman menentukan jumlah pupuk yang diperlukan.

Mekanisasi Pertanian

Pemantauan oleh Gugus Tugas BPTP terkait dengan mekanisasi pertanian meliputi alat yang digunakan dalam persiapan tanam, seperti pengolahan tanah (berapa kali menggunakan alat mesin pertanian, jenis, dan ukuran), pelaksanaan tanam, penyiangan, pengairan (pompa air), dan pascapanen (mesin perontok). Selain itu, informasi kebutuhan mesin yang dibutuhkan petani di setiap daerah juga perlu dicatat untuk pengembangan mekanisasi pertanian ke depan.

Pelaksanaan Litkajibangrap

Kegagalan panen di suatu sentra produksi dapat menyebabkan keguncangan di daerah lain, terlebih pada daerah yang bukan sentra pertanian. Oleh karena itu, penelitian, pengkajian, pengembangan, dan penerapan (litkajibangrap) dalam aspek perubahan iklim pada sektor pertanian juga perlu menjadi perhatian Gugus Tugas BPTP, baik secara mandiri maupun diintegrasikan dengan kegiatan lain yang sudah lebih dahulu ditangani oleh BPTP dan instansi lain di provinsi dan kabupaten/kota.

Skala prioritas dalam menetapkan topik litkajibangrap sebaiknya mengarah pada kebutuhan petani, sehingga perlu dilakukan *hunting problem* yang sering atau akan dihadapi petani dalam budi daya tanaman pangan. Jaringan komisi teknologi juga dapat digunakan dalam menentukan skala prioritas litkajibangrap terkait dengan kebijakan dan permasalahan penerapan teknologi. Pendekatan *Triple Helix* melalui akademisi (*academician*), pebisnis (*businessman*), dan pemerintah (*government*) untuk masyarakat (*community*) dapat digunakan dalam pengembangan teknologi dalam skala lokal, regional, maupun nasional.

Identifikasi Iklim Lokal

Data curah hujan paling sering digunakan untuk menggambarkan kondisi iklim lokal. Pola curah hujan dapat membantu dalam mengidentifikasi karakteristik pola curah hujan di suatu lokasi. Pola curah hujan yang tegas mencerminkan pola curah hujan monsonal, pola curah hujan yang terdiri atas dua puncak atau

lebih mencerminkan pola curah hujan ekuatorial, sedangkan pola curah hujan yang tidak jelas dapat dikelompokkan sebagai pola curah hujan yang dipengaruhi oleh kondisi lokal, seperti topografi, wilayah kepulauan, danau, dan hutan yang rapat.

Identifikasi Teknologi Adaptif Perubahan Iklim Spesifik Lokasi

Identifikasi teknologi adaptif perubahan iklim spesifik lokasi bertujuan untuk: (1) mengamati dan mencatat teknologi spesifik lokasi yang diterapkan dalam pengelolaan tanaman padi sawah; dan (2) memanfaatkan informasi teknologi spesifik lokasi untuk memperkaya teknologi pengelolaan pertanian spesifik lokasi.

Uji Terap Teknologi Adaptif

Uji terap dimaksudkan untuk memvalidasi informasi Katam, seperti waktu tanam, varietas, dan pupuk. Pelaksanaan uji terap disarankan berkoordinasi dengan Dinas Pertanian dan penyuluhan setempat dan dilaksanakan di lokasi Sekolah Lapang Pengelolaan Tanaman Terpadu (SLPTT). Uji terap untuk validasi dilaksanakan berkoordinasi dengan penyuluh dan penanggung jawab SLPTT (LO) dalam memilih lokasi dan teknis pelaksanaannya.

KESIMPULAN DAN IMPLIKASI KEBIJAKAN

Kesimpulan

1. Penyusunan SI Katam terpadu termasuk pemuktahiran (*improvement*), sosialisasi, validasi, dan verifikasi bersifat dinamis dan melibatkan data yang sangat besar dengan algoritma yang cukup kompleks. Tim kerja yang dibutuhkan dari berbagai disiplin ilmu dan institusi yang terlibat sangat banyak, baik di tingkat pusat maupun daerah. Untuk itu, dukungan inovasi kelembagaan sangat diperlukan agar mekanisme kerja yang telah disusun dapat menjamin siklus hidup SI Katam Terpadu.
2. Permentan No. 45/2011 menjelaskan bahwa Badan Litbang Pertanian bertanggung jawab dalam pengembangan dan penerapan kalender tanam,

- baik dalam penyusunan, sosialisasi, validasi lapang, maupun upaya adaptasi dan mitigasi perubahan iklim. Penguatan Permentan ini dilakukan dengan membentuk Tim Katam Pusat dan Gugus Tugas BPTP oleh Badan Litbang Pertanian.
3. Untuk memudahkan dan mengoptimalkan pelaksanaan kegiatan Tim Katam Pusat dan Gugus Tugas BPTP, telah disusun Petunjuk Teknis pelaksanaan kegiatan Gugus Tugas Kalender Tanam Terpadu dan Perubahan Iklim sebagai acuan dalam mencapai tujuan dan sasaran berdasarkan SK Kepala Badan Litbang Pertanian No. 178.1/Kpts/OT.160/I/7/2012.
 4. Selaras dengan sistem produksi pertanian dan perubahan iklim yang sangat dinamis, maka pola kerja Tim Katam Pusat dan Gugus Tugas BPTP sangat dinamis. Pembentukan kedua tim ini sangat penting karena efektivitas pelaksanaan Permentan No. 45/2011 sangat bergantung pada keakuratan, kelengkapan, dan kecepatan arus data dan informasi serta sistem informasi yang andal.

Implikasi Kebijakan

1. Disiplin dan kepatuhan atas jadwal peluncuran SI Katam Terpadu perlu dijaga agar informasi yang disampaikan tepat waktu sebelum musim tanam dimulai.
2. Koordinasi, komunikasi, dan kerja sama yang sinergis antara Tim Katam Pusat dengan Gugus Tugas BPTP perlu dilakukan secara reguler.
3. Standardisasi cara penyiapan data dukung, hasil verifikasi, pemantauan, evaluasi, dan sosialisasi dapat digunakan untuk meningkatkan kualitas substansi SI Katam Terpadu.
4. Dukungan kontinu dari pengambil kebijakan berupa sarana, prasarana, kelembagaan, dan dana diperlukan agar pemeliharaan SI Katam Terpadu terjamin secara terus-menerus.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih disampaikan kepada Prof. Dr. Irsal Las, MS dan Dr. Muhrizal Sarwani atas bimbingan dan masukan berharga dalam proses penyusunan dan penyempurnaan SI Katam Terpadu serta finalisasi penulisan makalah ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Asadov, H.H. and K. Kh. Ismaylov. 2011. Information method for synthesis of optimal data subsystems designated for positioning, location and remote sensing systems. *Positioning* 2(1): 61-64.
- Badan Litbang Pertanian. 2013a. Petunjuk Teknis Gugus Tugas Kalender Tanam Terpadu dan Perubahan Iklim. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian, Jakarta.
- Badan Litbang Pertanian. 2013b. Petunjuk Teknis Pengelolaan Stasiun Iklim. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian, Jakarta.
- Gunawardhana, L.N. and S. Kazama. 2012. Statistical and numerical analyses of the influence of climate variability on aquifer water levels and groundwater temperatures: The impacts of climate change on aquifer thermal regimes. *Global Planet. Change* 86-87: 66-78.
- Kang, Y., S. Khan, and X. Ma. 2009. Climate change impacts on crop yield, crop water productivity and food security – A review. *Progress Nat. Sci.* 19(12): 1665-1674.
- Las, I., A. Unadi, K. Subagyo, H. Syahbuddin, dan E. Runtunuwu. 2007. Atlas Kalender Tanam Pulau Jawa Skala 1:1.000.000 dan 1:250.000. Balai Penelitian Agroklimat dan Hidrologi, Bogor.
- Las, I., A. Unadi, H. Syahbuddin, dan E. Runtunuwu. 2008. Atlas Kalender Tanam Pulau Sumatera Skala 1:1.000.000 dan 1:250.000. Balai Penelitian Agroklimat dan Hidrologi, Bogor.
- Las, I., A. Unadi, H. Syahbuddin, dan E. Runtunuwu. 2009a. Atlas Kalender Tanam Pulau Kalimantan Skala 1:1.000.000 dan 1:250.000. Balai Penelitian Agroklimat dan Hidrologi, Bogor.
- Las, I., A. Unadi, H. Syahbuddin, dan E. Runtunuwu. 2009b. Atlas Kalender Tanam Pulau Sulawesi Skala 1:1.000.000 dan 1:250.000. Balai Penelitian Agroklimat dan Hidrologi, Bogor.
- Las, I., A. Unadi, H. Syahbuddin, dan E. Runtunuwu. 2010. Atlas Kalender Tanam Wilayah Indonesia Bagian Timur Skala 1:1.000.000 dan 1:250.000. Balai Penelitian Agroklimat dan Hidrologi, Bogor.
- Lientz, B. and E. Swanson. 1980. *Software Maintenance Management*. Addison Wesley, Reading, M.A.
- Naylor, R.L., D.S. Battisti, D.J. Vimont, W.P. Falcon, and M.B. Burke. 2007. Assessing risks of climate variability and climate change for Indonesian rice agriculture. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*. PNAS 104(19): 7752-7757.
- Peng, D., A.R. Huete, J. Huang, F. Wang, and H. Sun. 2011. Detection and estimation of mixed paddy rice cropping patterns with MODIS data. *Int. J. Appl. Earth Observ. Geoinform.* 13(1): 13-23.
- Ramadhani, F., E. Runtunuwu, dan H. Syahbuddin. 2012. Pengembangan sistem teknologi informasi kalender tanam terpadu berbasis web. Disampaikan kepada Jurnal Informatika Pertanian pada November 2012.
- Runtunuwu, E., H. Syahbuddin, I. Amien, and I. Las. 2011a. New cropping calendar map development for paddy rice field in Java Island. *Ecolab* 5(1): 1-14.
- Runtunuwu, E., H. Syahbuddin, dan W.T. Nugroho. 2011b. Delineasi kalender tanam tanaman padi sawah untukantisipasi anomali iklim mendukung program peningkatan produksi beras nasional. *Majalah Pangan* 20(4): 341-356.
- Runtunuwu, E., H. Syahbuddin, F. Ramadhani, A. Pramudia, D. Setyorini, K. Sari, Y. Apriyana, E. Susanti, Haryono, P. Setyanto, I. Las, dan M. Sarwani. 2012a. Sistem Informasi Kalender Tanam Terpadu: Status terkini dan tantangan ke depan. *J. Sumberdaya Lahan* 6(2): 67-78.
- Runtunuwu, E., H. Syahbuddin, dan F. Ramadhani. 2012b. Dinamika waktu tanam tanaman padi pulau Kalimantan. *Jurnal Agronomi* 40(1): 8-14.
- Runtunuwu, E., H. Syahbuddin, F. Ramadhani, dan W.T. Nugroho. 2012c. Dinamika kalender tanam padi di Sulawesi. *Majalah Pangan* 21(2): 113-124.
- Runtunuwu, E., H. Syahbuddin, F. Ramadhani, Y. Apriyana, K. Sari, dan W.T. Nugroho. 2013. Tinjauan waktu tanam tanaman pangan di wilayah timur Indonesia. Disampaikan kepada *Majalah Pangan* pada Januari 2013.
- Surfleet, Ch.G. and D. Tullos. 2013. Variability in effect of climate change on rain-on-snow peak flow events in a temperate climate. *J. Hydrol.* 479: 24-34.
- Yang, Y., L.T. Wilson, J. Wang, and X. Li. 2011. Development of an integrated cropland and soil data management system for cropping system applications. *Comp. Electronics Agric.* 76(1): 105-118.
- Zecca, A. and L. Chiari. 2012. Lower bounds to future sea-level rise. *Global Planet. Change* 98-99: 1-5.