

SISTEM INFORMASI KALENDER TANAM TERPADU: STATUS TERKINI DAN TANTANGAN KEDEPAN

Information System of Integrated Cropping Calendar: Current Status and Future Challenges

Eleonora Runtuuwu¹, Haris Syahbuddin¹, Fadhullah Ramadhani¹, Aris Pramudia¹,
Diah Setyorini², Kharmila Sari¹, Yayan Apriyana¹, Erni Susanti¹, Haryono¹, Prihasto Setyanto³,
Irsal Las⁴, dan Muhrizal Sarwani⁴

runtuuwu2001@yahoo.com

¹ Balai Penelitian Agroklimat dan Hidrologi, Jl. Tentara Pelajar No. 1a, Bogor 16111

² Balai Penelitian Tanah Jl. Tentara Pelajar No.12, Bogor 16114

³ Balai Penelitian Lingkungan Pertanian, Jl. Raya Jakenan-Jaken Km 5, PO Box 5, Pati 59182

⁴ Balai Besar Litbang Sumberdaya Lahan Pertanian, Jl. Tentara Pelajar No.12, Bogor 16114

Naskah diterima 11 Mei 2012; hasil evaluasi 4 Desember 2012; hasil perbaikan 20 Desember 2012

ABSTRAK

Penetapan waktu tanam yang tepat merupakan salah satu penentu keberhasilan panen dan peningkatan produktifitas tanaman pangan. Kearifan lokal dan cara konvensional yang digunakan untuk menerapkan pola tanam telah mengalami bias akibat pergeseran awal musim tanam. Untuk memandu penyuluh dalam menyesuaikan waktu dan pola tanam, Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian mengembangkan Sistem Kalender Tanam Terpadu untuk menjawab permasalahan mendasar terkait dengan pengamanan dan peningkatan produksi beras nasional menghadapi variabilitas dan perubahan iklim. Makalah ini bertujuan untuk memaparkan perkembangan sistem informasi kalender tanam terpadu berbasis web pada level kecamatan untuk seluruh Indonesia. Sistem ini dibangun dengan mengintegrasikan tiga sub-sistem, yaitu sub-sistem data, model dan pencarian, yang dapat diakses melalui alamat litbang.deptan.go.id. Informasi utama yang diperoleh dari sistem ini adalah estimasi awal waktu tanam tanaman padi untuk musim tanam yang akan datang. Selain itu, pengguna dapat memperoleh informasi wilayah yang rawan terkena bencana seperti kekeringan, banjir dan serangan organisme pengganggu tanaman. Informasi lain adalah rekomendasi teknologi berupa pupuk, varietas, dan kebutuhan benih yang perlu disiapkan pengguna sebelum masuk periode musim tanam tersebut. Oleh karena itu, sistem ini perlu diperbaiki minimal tiga kali setahun pada setiap awal musim tanam untuk seluruh kecamatan di Indonesia. Tantangan pengembangan sistem kalender tanam terpadu ke depan adalah: (1) pemanasan global mengakibatkan iklim yang sulit diprediksi dan mempengaruhi akurasi estimasi awal waktu tanam, (2) penurunan produktivitas dan produksi yang tentunya membutuhkan informasi inovasi teknologi yang makin kompleks, serta (3) alih fungsi dan fragmentasi lahan pertanian yang mengakibatkan pengurangan luas baku sawah. Pemeliharaan dan pengembangan sistem ini tetap diperlukan, untuk meningkatkan kualitas data maupun informasi agar semakin memenuhi kebutuhan pengguna.

Kata kunci: Kalender tanam terpadu, sistem informasi, padi, nasional

ABSTRACT

The accuracy in determining time of planting is one of determining factors in securing good harvest and increasing yield of food crop. Local wisdom and other conventional ways applied previously in determining cropping pattern are no longer appropriate because of shifting seasons. As a guideline for extension workers in determining cropping pattern and time of planting, Indonesian Agency for Agricultural Research and Development has published information system of integrated cropping calendar to secure national rice production in coping with climate variability and climate change. This paper aims to describe the development of web-based Information System of Integrated Cropping Calendar at a sub-district level. The system is constructed by integrating three sub-systems, namely sub-system data, model and query and can be accessed through the website address at www.litbang.deptan.go.id. The main information that can be obtained from this system is initial estimate of paddy planting time for the upcoming planting season. In addition, the users can obtain information on disaster prone areas such as droughts, floods and pests attack. Other informations are recommended technology for varieties, seed requirement and fertilizers, that be prepared by users prior to growing season period. Therefore, this system needs to be improved for all sub-districts in Indonesia at least three times a year of the beginning of each growing season. The challenges of developing integrated cropping calendar system for the future are: (1) global warming increases unpredictable weather that impacts on the accuracy of planting time estimate, (2)

decreases in productivity and yield production which would require an increasingly technological innovation informations, and (3) land conversion and fragmentation of agricultural land resulting in reduction of paddy field area. Maintenance and development of this system are still needed, to improve the quality of data and information in order to meet the user needs.

Keywords: Integrated cropping calendar, information system, rice crop, national

Menurut FAO (1997) kalender tanam (*cropping calendar*) merupakan jadwal penanaman tanaman tertentu selama setahun di suatu wilayah, yang meliputi masa persiapan tanah, penanaman, dan panen. Manfaat dari penentuan waktu tanam ini sangat bervariasi. Lee *et al.* (2005) menggunakan penentuan waktu tanam sebagai salah satu cara untuk mengatasi masalah keterbatasan air dengan menggunakan data curah hujan, air sungai dan kebutuhan air irigasi. Shrestha *et al.* (2011) menyatakan bahwa penentuan awal waktu tanam yang tepat dapat mengatasi kehilangan nutrisi tanaman, terutama pada saat transisi dari musim kering ke musim hujan. Tirczka dan Ferencsik (1996) dan Chen *et al.* (2012) menggunakan data kegiatan usaha tani tanaman pangan untuk menentukan strategi kegiatan adaptasi perubahan iklim mendatang.

Badan Penelitian dan Pengembangan (Balitbang) Pertanian, Kementerian Pertanian sejak tahun 2007 telah menyusun 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 adalah pulau: Jawa (Las *et al.* 2007; Runtunuwu *et al.* 2011a), Sumatera (Las *et al.* 2008; Runtunuwu, *et al.* 2011b), Kalimantan (Las *et al.* 2009a; Runtunuwu *et al.* 2012), Sulawesi (Las *et al.* 2009b), dan Bali, Maluku, Nusa Tenggara, dan Papua (Las *et al.* 2010).

Setiap atlas kalender tanam berisi informasi estimasi awal waktu tanam dan potensi luas tanam tanaman padi setiap musim tanam (Runtunuwu dan Syahbuddin, 2011). Estimasi dilakukan berdasarkan kondisi curah hujan pada saat berlebih (basah), normal, ataupun kurang (kering). Pengelompokan curah hujan ini mengikuti kriteria sifat hujan yang dirumuskan oleh Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika (BMKG, 2012).

Syarat utama menggunakan informasi kalender tanam adalah pengguna perlu mengetahui musim tanam (MT) ke depan (MT I atau MT II atau MT III), dan sifat hujan musim tersebut (basah atau normal atau kering). Kelompok musim tanam kedepan dapat ditetapkan dengan mudah menggunakan periode waktu. MT I mulai September III/Oktober I sampai dengan Januari III/Februari I, MT II mulai Februari II/III sampai dengan Mei III/Juni I, dan mulai Juni II/III sampai September I/II. Di sisi lain, sifat hujan dapat diketahui dari BMKG yang mengeluarkan prakiraan sifat hujan bulanan dan musiman secara reguler setiap tahun (BMKG, 2012). Atlas kalender tanam belum memuat informasi prakiraan sifat hujan ini sehingga pengguna belum dapat secara langsung menentukan awal waktu tanam musim tanam kedepan.

Makalah ini menjawab permasalahan tersebut dengan cara menggabungkan informasi kalender tanam dari Balitbang Pertanian dengan prakiraan hujan dari BMKG. Penggabungan kedua informasi ini selanjutnya disebut sebagai *kalender tanam dinamik*, yang bertujuan untuk menentukan estimasi awal waktu tanam padi untuk musim tanam yang akan datang.

Pada perkembangannya, kalender tanam dinamik selanjutnya dilengkapi menjadi *kalender tanam terpadu*. Selain membutuhkan informasi awal waktu tanam pada setiap level kecamatan, pengguna membutuhkan informasi mengenai wilayah rawan terkena bencana kekeringan, banjir dan serangan organisme pengganggu tanaman (OPT), dan informasi rekomendasi teknologi berupa pupuk, varietas, dan kebutuhan benih yang perlu disiapkan pengguna sebelum masuk periode musim tanam berikutnya.

Balitbang Pertanian berusaha memperbaharui informasi ini minimal tiga kali setahun pada setiap awal musim tanam untuk seluruh kecamatan di Indonesia. Agar penyebaran

informasi lebih cepat dan efisien ke seluruh Indonesia, maka informasi ini dikemas dalam bentuk perangkat lunak yang berbasis website. Pengembangan sistem kalender tanam terpadu yang bersifat interaktif diharapkan dapat mempermudah pengambil kebijakan dalam merekomendasikan awal waktu tanam serta kebutuhan benih/varietas dan pupuk pada setiap awal musim tanam.

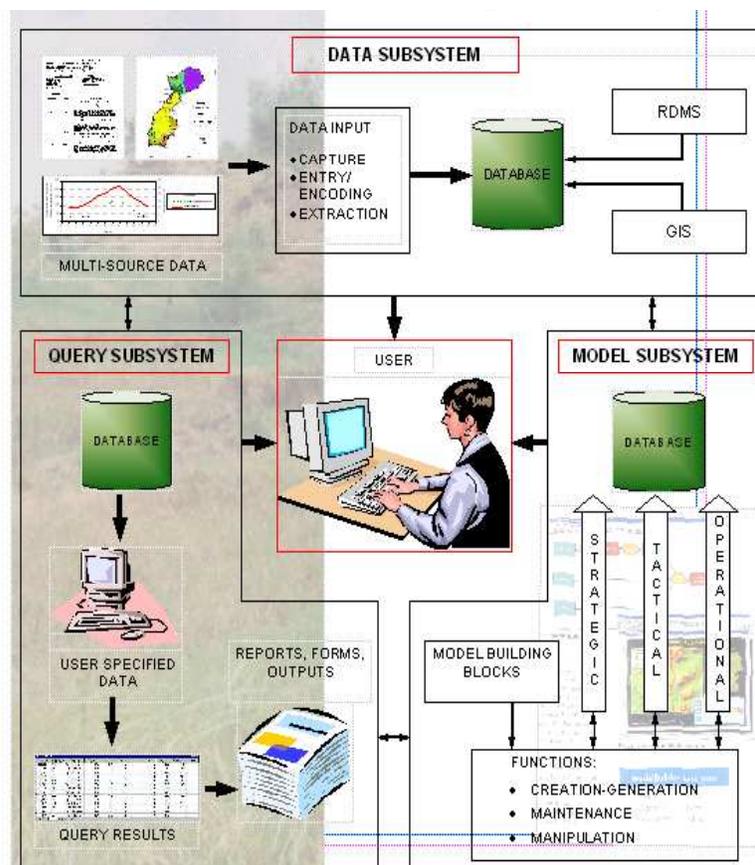
KONSEP DASAR PENGEMBANGAN SISTEM

Setiap sistem informasi meliputi tiga sub-sistem utama, yaitu (a) basis data, (b) model, dan (c) pencarian (*query*), Gambar 1. Sub-sistem basis data mengemas semua jenis data yang dibutuhkan, baik dalam bentuk tabular, spasial, maupun tekstual. Sumber data dapat diperoleh dari hasil pengamatan lapang, data sekunder,

ataupun citra satelit seperti yang digunakan Asadov dan Ismaylov (2011) dan Peng *et al.* (2011). Proses input data ini sangat penting untuk menjamin adanya keterkaitan antar data. 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 data sangat penting untuk memudahkan pada sub-sistem model dan *query*. Teknologi *Geographic Information System* (GIS) dan pemrograman komputer (*computer programming*) sangat memudahkan proses integrasi antara data tabular, tekstual dengan spasial.

Sub-sistem model penting untuk menganalisis data dalam data *storage (internal)* agar dapat menjadi informasi yang bermanfaat



Gambar 1. Tiga subsistem pengelolaan informasi

bagi pengguna atau obyek lain di luar sistem (*external*). Informasi tersebut berguna terutama untuk pengambilan keputusan operasional, teknis, maupun penyusunan strategi. Sub-sistem model memuat algoritma analisis yang menghubungkan data dalam *storage*. Clavel *et al.* (201) memberikan contoh informasi pertanaman dengan faktor lingkungan spesifik lokasi dengan algoritma deterministik berdasarkan pengetahuan kepakaran (*expert knowledge*).

Sub-sistem *query* sangat penting dalam pengembangan sistem informasi, karena pengguna diharapkan mampu melakukan pencarian data ke sub-sistem data dan informasi ke sub-sistem 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 hanya sekedar tampilan (*display*) di monitor komputer yang dapat dicetak (*print out*). Keakuratan informasi data yang diperoleh pengguna, sangat tergantung pada kebenaran data dan ketepatan pemilihan model di atas.

Kecepatan mengakses data pada suatu sistem sangat tergantung pada perangkat lunak (*software*) dan perangkat keras (*hardware*) serta kemudahan sistem yang dibangun. Teknologi informasi yang berkembang pesat dewasa ini, dapat memperpendek jarak antara pengguna dengan sistem, sehingga dapat menghemat waktu dan biaya. Froking *et al.* (2006) mencontohkan pengembangan sistem informasi tanaman padi dan pengelolaan air secara nasional di India. Melalui sistem ini pengguna dapat mempelajari produktifitas tanaman, penggunaan sumberdaya air dan dampak lingkungan terhadap pertanaman padi dari tingkat kecamatan, kabupaten, dan provinsi dengan cepat.

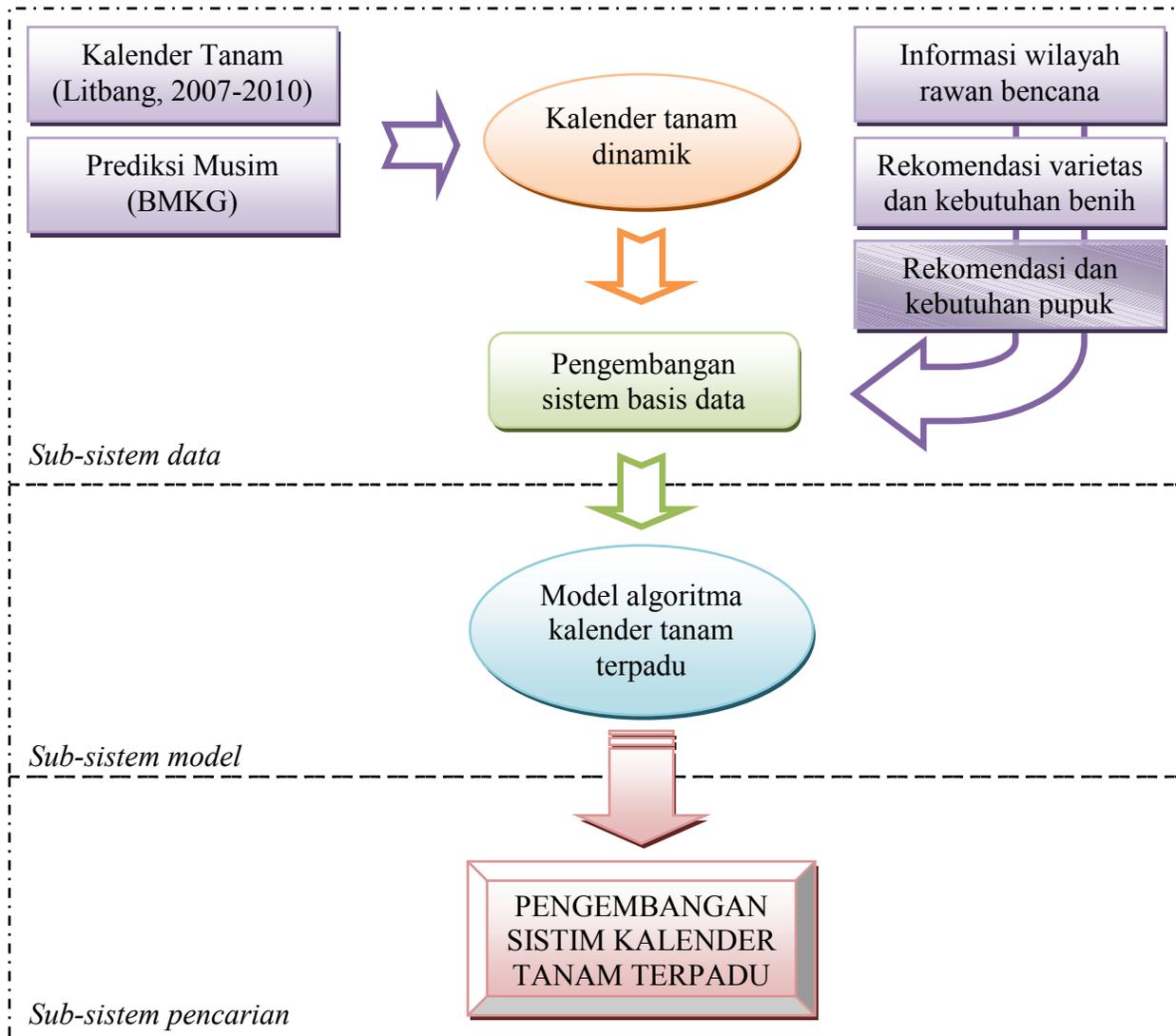
ALUR PENGEMBANGAN SISTEM KALENDER TANAM TERPADU

Pengembangan sistem kalender tanam terpadu pada dasarnya mengikuti konsep dasar pengembangan sistem. Diawali dengan pengembangan sub-sistem basis data, kemudian penyusunan model algoritma, dan akhirnya mengembangkan sistem informasi berbasis *website* sebagai sarana pencarian informasi bagi pengguna.

Beberapa perangkat lunak yang digunakan dalam pengembangan sistem kalender tanam terpadu ini adalah: (i) *ArcGIS Desktop 10* untuk penyiapan data vektor seperti peta rupa bumi, dan peta sawah digital, (ii) *Visual Basic Studio.NET 2010* untuk aplikasi perangkat lunak berbasis ASP.NET, (iii) *ArcGIS Server 10*, merupakan komponen server pendukung untuk keperluan publikasi peta digital melalui media internet atau berbasis web, (iv) *Microsoft Server 2010* digunakan sebagai sistem operasi tingkat server sekaligus Web Server aplikasi sistem berbasis web, (v) *Microsoft SQL Server 2010* digunakan sebagai server penyimpanan data, dan (vi) *DXperience Enterprise* yang digunakan sebagai komponen pendukung untuk menampilkan data tabular secara dinamis dan ramah pengguna.

Penyiapan basis data

Sub-sistem data dari kalender tanam terpadu memuat dua kelompok jenis data, yaitu spasial dan tabular. Data spasial berupa peta digital meliputi: batas administrasi (Bakosurtanal, 2000), dan sebaran lahan sawah (BBSL, 2000) untuk seluruh Indonesia dengan skala 1:250.000. Balitbang Pertanian memutakhirkan peta spasial administrasi seluruh Indonesia dengan mengikuti indeks desa yang dipublikasikan oleh Badan Pusat Statistik (BPS) pada tahun 2010 (BPS, 2010) terdiri atas 33 provinsi, 497 kabupaten, dan 6769 kecamatan. Data tabular terdiri atas lima kelompok yaitu: (i) kalender tanam dan estimasi luas tanam, (ii) prediksi sifat musim, (iii) luas wilayah terkena



Gambar 2. Alur pengembangan sistem kalender tanam terpadu

banjir, kekeringan dan serangan OPT, (iv) sebaran eksisting dan rekomendasi varietas, serta (v) rekomendasi pupuk. Setiap input data ini dipersiapkan secara terpisah dan kemudian digabungkan dalam suatu sistem basis data yang tertata secara sistematis, Gambar 2. Kelima kelompok data tabular tersebut diuraikan sebagai berikut:

Kalender tanam dan estimasi luas tanam

Data kalender tanam dan estimasi luas tanam diperoleh dari atlas kalender tanam yang telah dibuat Balitbang Pertanian (Las et al.

2007, 2008, 2009a, 2009b, 2010). Setiap kecamatan memiliki informasi 24 *fields* data, yang terdiri atas 3 *fields* estimasi waktu tanam dan 3 *fields* estimasi luas tanam, untuk menggambarkan informasi setiap musim tanam dalam setahun (MT I, II, dan III). Enam (6) *fields* seperti ini ada 4 jenis, yaitu pada kondisi (i) aktual yang dilakukan petani, serta pada kondisi curah hujan (ii) basah, (iii) normal dan (iv) kering.

Varietas dan kebutuhan benih

Data varietas padi sawah dan kebutuhan benih terdiri atas 2 *fields* mengenai jenis dan

luas sebaran varietas eksisting, serta ditambah 6 *fields* rekomendasi varietas. Keenam *fields* rekomendasi varietas meliputi jenis varietas yang tahan terhadap wereng coklat, tungro, HDB, rendaman, kekeringan, serta varietas yang potensial untuk dikembangkan. Data sebaran varietas padi sawah dan kebutuhan benih diperoleh dari berbagai sumber, seperti Balai Besar Penelitian Padi (BB Padi), Balai Pengawasan dan Sertifikasi Benih (BPSB), Badan Penelitian Teknologi Pertanian (BPTP), dan Dinas Pertanian Tanaman Pangan (Diperta) tingkat kabupaten atau provinsi.

Rekomendasi pupuk

Penentuan dosis pupuk mengacu pada konsep pemupukan berimbang yaitu pemberian pupuk untuk mencapai ketersediaan hara esensial yang seimbang dan optimum ke dalam tanah (Setyorini *et al.* 2011). Dosis pupuk ditentukan berdasarkan konsep pemupukan berimbang dengan mempertimbangkan tingkat kesuburan tanah dan kebutuhan hara tanaman padi. Status hara dapat diperoleh berdasarkan data spesifik lokasi dari PUTS dan peta status hara skala 1:50.000.

Lokasi yang belum memiliki status hara spesifik lokasi ini dapat menggunakan peta status hara 1:250.000, AEZ, dan penyempurnaan Permentan No. 40/Permentan/2007. Diberikan dua pilihan yaitu pilihan pupuk tunggal (Urea, SP-36 dan KCI) dan majemuk (NPK Phonska 15-15-15, NPK Kujang 30-6-8, NPK Pelangi 20-10-10, NPK 15-10-10 dan NPK 15-10-12): Perhitungan konversi dari pupuk tunggal dan pupuk majemuk mengacu pada dosis minimal kebutuhan SP-36 (P) atau KCI (K) sehingga dosis pupuk majemuk ditetapkan hanya bersama pupuk urea susulan.

Setiap kecamatan memiliki 45 *fields* mengenai rekomendasi pupuk, yang terdiri atas beberapa jenis pupuk tunggal dan pupuk majemuk. Pupuk majemuk dengan formula NPK 15-15-15 (Phonska), NPK 20-10-10 (Pelangi), NPK 30-6-8 (Kujang), dan NPK 15-10-10.

Penyusunan model algoritma kalender tanam terpadu

Secara keseluruhan data yang disimpan dalam sub-sistem data *storage* kalender tanam terpadu terdiri atas 2 jenis data spasial dan 96 *fields* data tabular. Model algoritma perlu disusun untuk mengakomodasi informasi yang kemungkinan dibutuhkan oleh pengguna. Informasi tersebut dapat menampilkan hanya data tunggal, tetapi juga dapat berupa hasil analisis dari beberapa jenis data dengan menggunakan perhitungan sederhana. Lima informasi utama yang diperoleh dengan algoritma sederhana adalah:

Penentuan estimasi waktu dan luas tanam

Estimasi waktu tanam untuk musim tanam kedepan merupakan keterkaitan antara data *field* prediksi yang diperoleh dari BMKG dengan data kalender tanam yang dipublikasi oleh Balitbang Pertanian. Sebagai contoh, apabila hasil prediksi sifat musim MT III 2012 Kecamatan Anjatan, Kabupaten Indramayu adalah normal, maka estimasi waktu tanam diambil dari sistem data kalender tanam pada musim tanam III untuk skenario kondisi normal. Apabila ada kecamatan lain yang prediksi sifat musim termasuk basah atau kering, maka estimasi waktu tanam diambil pada system yang sama tetapi dari *field* kondisi basah atau kering. Selain informasi estimasi waktu tanam, juga diperoleh informasi potensi luas tanam MT III untuk Kecamatan Anjatan.

Status tingkat kerawanan banjir dan kekeringan tingkat kabupaten

Status tingkat kerawanan banjir dan kekeringan ditentukan dengan menggunakan indeks banjir (IDB), dan indeks kekeringan (IDK) per kabupaten (Susanti *et al.* 2011). Apabila akumulatif IDB dan IDK selama setahun nilainya > 75% dikelompokkan sangat berat, 50-75% dikelompokkan *berat*, 25-50% dikelompokkan *sedang*, dan < 25% dikelompokkan *ringan*. Sebagai contoh, untuk Kabupaten Indramayu berdasarkan data kekeringan dari tahun 1989 sampai dengan 2010 tergolong wilayah dengan

status *sangat rawan*. Penanganan Kabupaten Indramayu perlu dicermati serius karena ternyata berdasarkan IDB, kabupaten ini juga termasuk wilayah yang *sangat rawan* banjir pada musim hujan. Manfaat dari informasi tingkat kerawanan banjir dan kekeringan, sampai ver 1.3 baru digunakan sebagai dasar penyusunan rekomendasi varietas yang adaptif terhadap banjir dan kekeringan. Ke depan, diharapkan sistem akan memuat anjuran teknologi untuk mengantisipasi kondisi banjir maupun kekeringan.

Status OPT

Status wilayah setiap kabupaten yang terkena OPT dianalisis secara terpisah untuk 6 jenis OPT, yaitu wereng batang coklat, tikus sawah, penggerek batang padi, tungro, blast, dan kresek atau hawar daun bakteri (HDB). Dengan menggunakan indeks klasifikasi daerah serangan (KDS), hasil analisis status serangan OPT dikelompokkan menjadi 4 pilihan, yaitu aman, potensial, sporadis dan endemis (Susanti *et al.* 2011). Misalkan, dengan menggunakan data periode 2005 sampai dengan 2010, Kabupaten Indramayu tergolong wilayah endemis untuk wereng coklat, tikus sawah, penggerek batang padi; tergolong potensial untuk tungro, dan tergolong sporadis untuk blast dan HDB.

Penentuan rekomendasi varietas

Varietas yang direkomendasikan didasarkan pada informasi tingkat kerentanan suatu kecamatan terhadap bencana dan juga potensi varietas yang mungkin dikembangkan. Misalkan, di kabupaten Indramayu yang diidentifikasi sebagai wilayah sangat rawan terkena kekeringan, maka pada MT II dan MT III direkomendasikan varietas yang tahan kering, misalnya Inpari 10 dan Jatiluhur. Demikian juga, untuk wilayah yang rawan kena serangan hama wereng coklat, maka akan direkomendasikan beberapa varietas seperti Inpari 6, Inpari 13, IR 36, Cisadane, IR 42, Cisokan, dan IR 64. Informasi kebutuhan benih setiap kecamatan

diperoleh dengan mengalikan estimasi luas tanam dengan rata-rata kebutuhan benih sekitar 20-25 kg/ha. Informasi mengenai ketersediaan benih dan bagaimana cara mendapatkannya di setiap wilayah menjadi salah satu tugas dari gugus tugas kalender tanam, yang diharapkan dapat diintegrasikan dengan sistem kalender tanam mendatang.

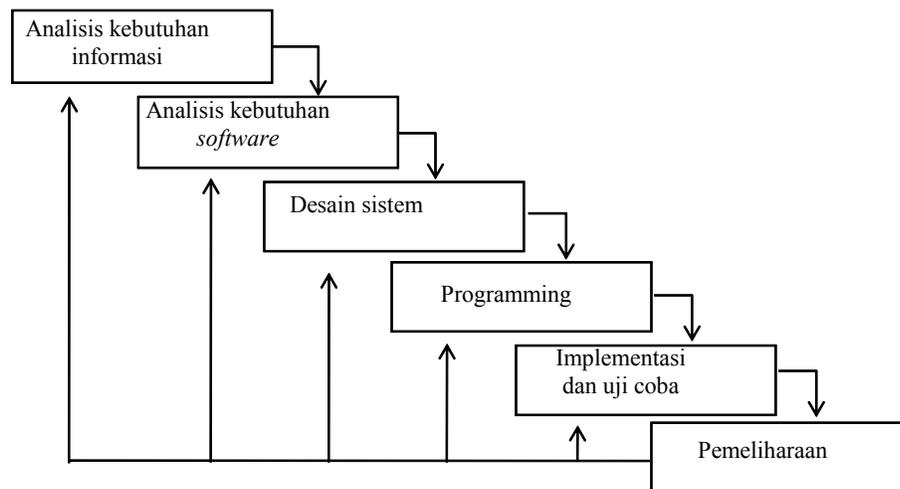
Rekomendasi dan Kebutuhan Pupuk

Rekomendasi jenis pupuk setiap kecamatan pada intinya dapat ditampilkan langsung tanpa harus mengaitkan dengan data lain. Data rekomendasi pupuk yang dimasukkan dalam sub-sistem data telah dianalisis sebelumnya (Setyorini *et al.* 2011). Keterkaitan dengan data lain adalah pada saat menampilkan data kebutuhan pupuk, merupakan hasil pengalihan dosis per hektar dengan estimasi luas tanam musim ke depan.

Pengembangan sistem kalender tanam terpadu

Semua data dari sub-sistem data dan algoritma dari sub-sistem model, kemudian dikemas dalam bentuk website, yang tujuan utamanya adalah agar pengguna dapat mendapatkan informasi secara cepat dan mudah. Untuk memenuhi kebutuhan tersebut, Balitbang Pertanian menggunakan model *waterfall* sebagai salah satu pendekatan sistematis dalam pengembangan *Software Engineering*. Pressman (2001) memecah model ini menjadi 6 tahapan sebagai berikut (Gambar 3):

1. *System/Information Engineering and Modeling*. Permodelan ini diawali dengan *brainstorming* untuk memahami kebutuhan dari keseluruhan sistem yang akan diaplikasikan ke dalam bentuk *software*. Hal ini sangat penting, mengingat *software* harus dapat berinteraksi dengan elemen lain seperti *hardware*, pengguna, dan basis-data.
2. *Software Requirements Analysis*. Proses pencarian kebutuhan diintensifkan dan



Gambar 3. Enam tahap pembuatan perangkat lunak dalam *waterfall model* (modifikasi dari http://www.c3ns.com/c3nsservices_3.html)

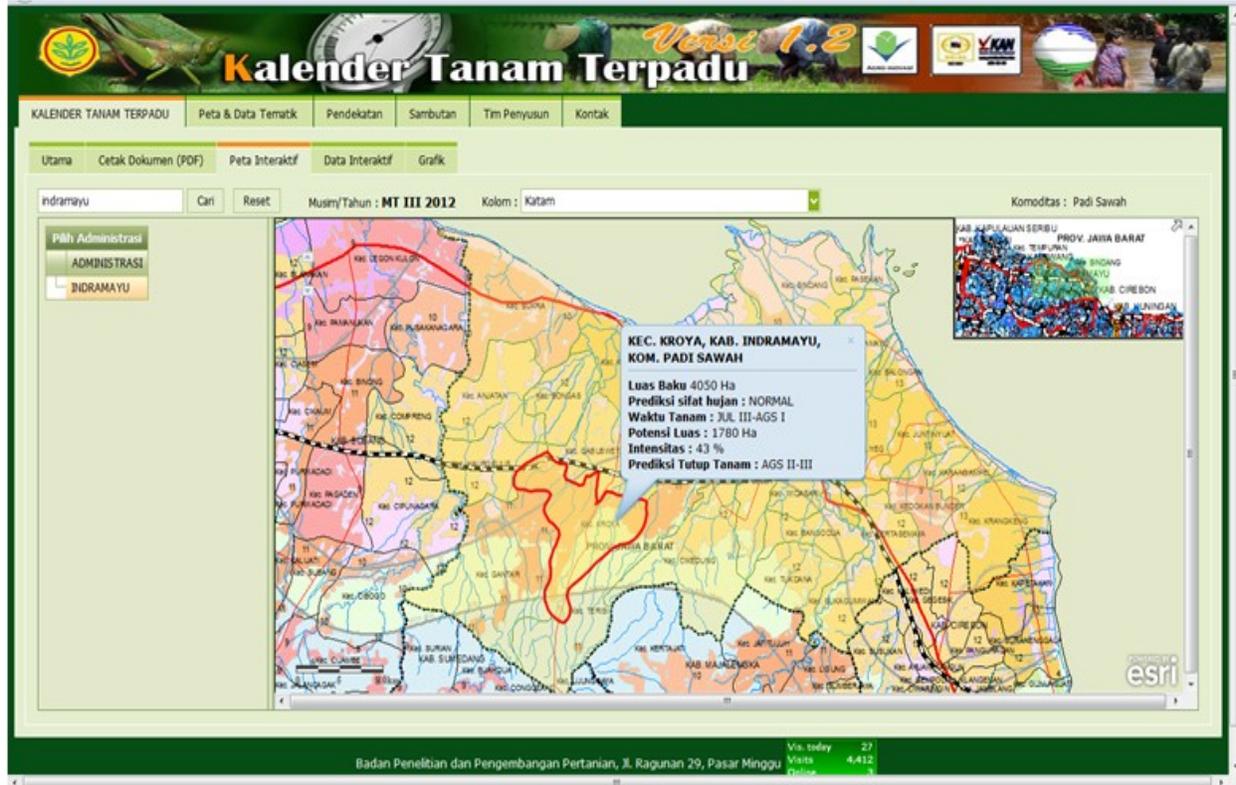
difokuskan pada *software*. Untuk mengetahui sifat dari program yang akan dibuat, maka para *software engineer* harus mengerti tentang domain informasi dari *software*, misalnya menu yang dibutuhkan, *performance*, dan *interface*.

3. *Design*. Proses desain difokuskan pada 4 atribut utama, yaitu: struktur data, *software architecture*, *interface*, dan model algoritma secara rinci. Sebelum *coding* dimulai, proses ini biasanya dilakukan secara berulang agar mampu memenuhi kebutuhan yang telah dirumuskan pada tahap sebelumnya.
4. *Coding*. Untuk dapat dimengerti oleh komputer, desain harus diubah menjadi bentuk yang dapat dimengerti oleh mesin, yaitu ke dalam bahasa pemrograman. Tahap ini dikenal sebagai proses *coding* yang secara teknis dikerjakan oleh programmer.
5. *Testing/Verification*. Semua fungsi *software* yang telah dibuat harus diujicobakan agar *software* bebas dari *error*, dan hasilnya sesuai dengan kebutuhan yang sudah didefinisikan sebelumnya.
6. *Support/Maintenance*. Pemeliharaan dan pengembangan *software* tetap diperlukan. Mungkin masih ada *errors* yang belum ditemukan sebelumnya, atau ada penambahan fitur yang belum ada pada *software*

tersebut. Pengembangan diperlukan untuk mengakomodasi penambahan/perubahan data/informasi serta penggantian sistem operasi atau perangkat keras (*hardware*).

STATUS TERKINI DAN TANTANGAN KE DEPAN

Sistem informasi kalender tanam terpadu dapat diakses melalui alamat situs litbang.deptan.go.id, deptan.go.id, epetani.deptan.go.id, cybex.deptan.go.id, dan balitklimatlitbang.deptan.go.id. Selama periode Januari-September 2012, tercatat rata-rata 60 pengunjung per hari, yang tidak mungkin tercapai apabila belum berbasis web. Gambar 4 merupakan salah satu contoh keluaran informasi yang ditampilkan dalam website. Agar alamat ini dapat diakses dengan baik, maka pengguna membutuhkan komputer yang memiliki spesifikasi dengan prosesor minimal 1 Ghz, memory minimal 1 Gb, Hardisk minimal 200 Gb, Monitor VGA minimal 500 Mb, dan koneksi internet minimal 1 MBps. Balitbang Pertanian memperbaharui informasi kalender tanam terpadu minimal tiga kali setahun yaitu pada bulan Agustus untuk MT I, bulan Januari untuk MT II dan bulan Maret untuk MT III. Setiap perubahan selalu diikuti dengan perubahan *version* Sistem Kalender Tanam terpadu dari ver



Gambar 4. Contoh salah satu halaman website kalender tanam terpadu

1.0 pada saat *launching* dan kini menjadi ver 1.3.

Dalam Peraturan Menteri Pertanian Nomor: 45/Pementan/OT140/8/2011, Badan Litbang Pertanian bertanggung jawab antara lain menyiapkan informasi kalender tanam, rekomendasi varietas, serta informasi dan teknologi adaptasi yang spesifik lokasi, berkaitan pemupukan dan wilayah rawan bencana. Oleh karena itu, informasi kalender tanam terpadu saat ini banyak digunakan oleh Balai Pengkajian Teknologi Pertanian (BPTP) setiap provinsi dan menyampaikannya ke pemerintah daerah.

Untuk lebih mengefektifkan penerapan Permentan No.45/2011 tersebut, Kepala Balitbang Pertanian telah menerbitkan SK No. 178.1/Kpts/OT.160/I/7/2012 mengenai Pembentukan Gugus Tugas Katam dan PI di BPTP. Pembentukan tim penyusunan katam dan Gugus Tugas di BPTP ini dipandang perlu agar masing-masing BPTP memiliki kerangka kerja yang jelas, baik dalam pelaksanaan teknis kegiatan maupun

sistem koordinasi dan komunikasi. Agar operasionalisasi pelaksanaan Gugus Tugas memiliki standar operasional yang sama di setiap BPTP dan dapat berjalan dengan baik, maka disusun petunjuk teknis pelaksanaan kegiatan gugus tugas ini (Balitbang Pertanian, 2012).

Sistem informasi kalender tanam terpadu ini akan terus dievaluasi untuk diperbaiki diperbaharui, dan dikembangkan, baik substansi maupun sistem, agar pengguna tetap memiliki informasi mutakhir. Pressman (2001) memperkenalkan *alpha* (α) dan *beta* (β) *testing* untuk mengakomodasi *errors* yang kelihatan oleh pengguna (*end-eser*). *α -testing* dilakukan secara internal dalam lingkup Kementerian Pertanian, sedangkan *β -testing* dilakukan pada lingkungan yang lebih luas, terutama dengan dinas pertanian di provinsi atau kabupaten.

Sejak diluncurkan pada bulan Desember 2011, Balitbang Pertanian menganjurkan semua BPTP untuk melakukan sosialisasi kepada dinas pertanian setempat. Pengalaman sosialisasi di

berbagai daerah, informasi yang ada di dalam sistem informasi kalender tanam terpadu sangat dibutuhkan terutama oleh dinas pertanian setempat. Permintaan tersebut dipenuhi Balitbang Pertanian terutama dalam hal menyiapkan informasi yang bukan hanya berbasis web tetapi juga menyiapkan informasi tercetak untuk setiap kecamatan.

Pelayanan SMS-center kalender tanam (081235651111) dan *mailing list group* untuk seluruh tim kalender tanam yang berada di 33 provinsi (*katam_terpadu@yahoogroups.com*) dilakukan untuk mendapatkan umpan balik dari pengguna. Pertanyaan dan tanggapan pengguna umumnya meliputi waktu tanam (58%), varietas (12%), pupuk (12%), bencana (3%), dan yang lain mengenai data umum seperti kecamatan yang belum tercantum, luas baku sawah yang berbeda, dan sebagainya.

Permasalahan lain yang dihadapi pengguna adalah kecepatan internet yang terbatas, sehingga kesulitan dalam mengakses informasi secara cepat dan lengkap. Mengatasi masalah tersebut, Balitbang menyiapkan tiga pilihan dalam mengakses sistem berdasarkan kemampuan internet, yaitu (a) peta dengan resolusi tinggi dan dilengkapi dengan data tabular, (b) peta dengan resolusi rendah dilengkapi data tabular, dan (c) data tabular saja. Balitbang Pertanian membuat manual penggunaan (*documentation tools*) yang dapat meningkatkan pemahaman mengakses sistem informasi kalender tanam terpadu (Ramadhani, 2012).

Berdasarkan pengalaman di berbagai daerah dalam menggunakan informasi kalender tanam, maka beberapa hal yang perlu diperbaiki adalah:

1. Pemutakhiran informasi batas administrasi pemerintahan.

Adanya pemekaran di pemerintahan maka sistem informasi perlu mengadakan pemutakhiran data (tabular dan spasial), agar setiap kecamatan memiliki informasi kalender tanam terpadu.

2. Koreksi basis data tabular.

Input data tabular yang terdiri atas 96 kolom dengan sekitar 6700 *fields* yang tersimpan di dalam sub-sistem data perlu dilakukan verifikasi dan validasi lapang. Adanya gugus tugas kalender tanam BPTP di setiap provinsi dapat mempercepat proses pemutakhiran data, baik mengenai kalender tanam, pupuk, benih, bahkan wilayah yang terkena/puso banjir, maupun kekeringan maupun serangan OPT agar sesuai kondisi lapang.

3. Dinamisasi kalender tanam terpadu MT I, II, dan III

Dinamisasi dari sistem kalender tanam terukur apabila informasi dalam sistem kalender tanam terpadu selalu diperbaharui satu atau dua bulan sebelum satu musim tanam dimulai. Kerjasama dengan BMKG sebagai institusi resmi yang mengeluarkan prakiraan curah hujan di Indonesia perlu dipertahankan sekaligus berusaha untuk meningkatkan hasil prakiraan.

4. Integrasi sistem kalender tanam terpadu dengan informasi kalender tanam lahan rawa.

Proses pengembangan kalender tanam tanaman padi di lahan rawa, sedang dikembangkan dan diharapkan di tahun mendatang informasi ini dapat digabungkan dengan kalender tanam padi sawah irigasi.

Tantangan pengembangan sistem kalender tanam terpadu ke depan yang terkait dengan pembangunan pertanian pada umumnya, adalah: (1) variabilitas dan perubahan iklim yang makin sulit diprediksi (*unpredictable*) yang mempengaruhi akurasi estimasi awal waktu tanam, (2) penurunan produktivitas dan pelandaian produksi yang tentunya membutuhkan informasi inovasi teknologi yang makin kompleks, dan (3) alih fungsi dan fragmentasi lahan pertanian yang mengakibatkan luas baku sawah makin berkurang.

KESIMPULAN DAN SARAN

Badan Litbang Pertanian telah menghasilkan Sistem Informasi Kalender Tanam Terpadu ver 1.3 yang diakses melalui litbang.deptan.go.id, deptan.go.id, epetani.deptan.go.id, cybex.deptan.go.id, atau balitklimat.litbang.deptan.go.id. Sistem ini merupakan pedoman atau alat bantu yang memberikan informasi spasial dan tabular tentang prediksi musim, awal tanam, pola tanam, luas tanam potensial, wilayah rawan banjir dan kekeringan, potensi serangan OPT, varietas padi dan kebutuhan benih, serta rekomendasi dosis dan kebutuhan pupuk berdasarkan prediksi variabilitas dan perubahan iklim pada level kecamatan untuk seluruh Indonesia. Seluruh BPTP telah mensosialisasikan sistem informasi kalender tanam terpadu ke pemerintah setempat. Informasi yang paling banyak ditanyakan adalah waktu tanam, varietas, pupuk, bencana, dan mengenai data umum seperti kecamatan hasil pemekaran yang belum tercantum, dan luas baku sawah yang berbeda. Tantangan pengembangan sistem kalender tanam terpadu ke depan pada umumnya, adalah: (1) variabilitas dan perubahan iklim yang makin sulit diprediksi (*unpredictable*) yang mempengaruhi akurasi estimasi awal waktu tanam, (2) penurunan produktivitas dan pelandaian produksi yang tentunya membutuhkan informasi inovasi teknologi yang makin kompleks, dan (3) alih fungsi dan fragmentasi lahan pertanian yang mengakibatkan luas baku sawah makin berkurang. Balitbang Pertanian perlu memelihara sistem ini agar tetap dinamis, memperbaiki *errors*, menyesuaikan informasi dengan kondisi lapang, melakukan peningkatan sesuai permintaan pengguna dan jika diperlukan melakukan perubahan sistem untuk memenuhi kebutuhan mendatang.

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* 2:61-64.
- Badan Litbang Pertanian. 2012. Petunjuk Teknis Gugus Tugas Kalender Tanam dan Perubahan Iklim. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian. Kementerian Pertanian. 58 hal.
- BMKG. 2012. Analisis Hujan Desember 2011 dan Prakiraan Hujan Februari, Maret dan April 2012. Badan Meteorologi Klimatologi dan geofisika (BMKG). Tahun XXIV. No. 4. Januari 2012.
- Clavel, L., J. Soudais, D. Baudet, and D. Leenhardt. 2011. Integrating expert knowledge and quantitative information for mapping cropping systems. *Land Use Policy* 28(1):57-65.
- Chen, C., C. Qian, A. Deng, and W. Zhang. 2012. Progressive and active adaptations of cropping system to climate change in Northeast China. *European Journal of Agronomy* 38:94-103.
- FAO. 1997. Irrigation Potential in Africa: A basin approach. *FAO Land and Water Bulletin* 4. FAO Land and Water Development Division.
- Frolking, S., J.B., Yeluripati, and E. Douglas. 2006. New district-level maps of rice cropping in India: A foundation for scientific input into policy assessment. *Field Crops Research* 98(2-3):164-177.
- http://www.c3ns.com/c3nsservices_3.html. (Diunduh pada tanggal 4 Mei 2012).
- Las, I., A. Unadi, K. Subagyono, 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.
- Lee, T.S., M.A. Haque, and M.M.M. Najim. 2005. Scheduling the cropping calendar in wet-seeded rice schemes in Malaysia. *Agricultural Water Management* 71(1):71-84.
- 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. *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation* 13(1):13-23.
- Pramudia, A., K.S. Hariyanti, M.W. Trinugroho, Y. Sarvina, dan I. Las, 2011. Pengembangan model integrasi kalender tanam dinamik berdasarkan hasil prediksi BMKG. Laporan Akhir Penelitian Balai Besar Sumber Daya Lahan Pertanian. Bogor.
- Pressman, R.S. 2001. *Software Engineering: a practitioner's approach*. Fifth Edition. McGraw-Hill Companies, Inc. New York.
- Ramadhani, F. 2012. Petunjuk Penggunaan Aplikasi Sistem Informasi Kalender Tanam Terpadu Ver 1.3. Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Pertanian. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian. 35 hlm.
- Runtunuwu, E., Syahbuddin H., L.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. Deliniasi kalender tanam tanaman padi sawah untukantisipasi anomali iklim mendukung program peningkatan produksi beras nasional. *Majalah Pangan* 20(4):341-356.
- Runtunuwu, E., H. Syahbuddin, dan F. Ramadhani. 2012. Dinamika waktu tanam tanaman padi pulau Kalimantan. *Jurnal Agronomi* 40(1):8-14.
- Runtunuwu, E., dan H, Syahbuddin. 2011. Atlas kalender tanam tanaman pangan nasional untuk menyikapi variabilitas dan perubahan iklim. *Jurnal Sumberdaya Lahan* 5(1):1-10.
- Setyorini, D., A. Kasno, Nurjaya, I.S. Adamy, dan J. Suryono. 2011. Penetapan Rekomendasi dan Kebutuhan Pupuk Berdasarkan Kalender Tanam Terpadu. Laporan Akhir Penelitian Balai Besar Sumber Daya Lahan Pertanian. Bogor.
- Susanti, E., Suciandini, E.R. Dewi, Y. Hidayat, B. Kartiwa, dan A. Pramudia. 2011. Identifikasi Wilayah Rawan Kekeringan, Banjir dan OPT. Laporan Akhir Penelitian Balai Besar Sumber Daya Lahan Pertanian. Bogor.
- Shrestha, S.F., M.D. Asch, and M. Becker. 2011. Cropping calendar options for rice-wheat production systems at high-altitudes. *Field Crops Research* 121(1): 158-167.
- Tirczka, I. and I. Ferencsik. 1998. Establishment of crop production database for natural regions and its role in cropping. *Landscape and Urban Planning* 41(2):99-105.
- 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. *Computers and Electronics in Agriculture* 76(1):105-118.