

## Menuju Pembangunan Pertanian Berkelanjutan Melalui *Cloud Computing*

Eko Setia Pinardi, STEI ITB  
Puslitbang Tanaman Pangan – Badan Litbang Pertanian

### Abstrak

Pertanian berkelanjutan merupakan tujuan strategis idaman pembangunan pertanian seluruh dunia, termasuk Indonesia. Pesatnya kemajuan IPTEK termasuk kemajuan di bidang teknologi informasi dan komunikasi (TIK) hingga hadirnya teknologi *Cloud computing* atau komputasi awan akan sangat membantu tercapainya tujuan di atas. Pembangunan pertanian berkelanjutan dalam era globalisasi ini meningkatkan ketahanan pangan, ketahanan ekonomi, politik, sosial dan budaya.

TIK berperan dalam mendukung tersedianya informasi pertanian yang relevan dan tepat waktu. Informasi hasil-hasil penelitian dan inovasi teknologi di bidang pertanian membantu upaya peningkatan produksi komoditas pertanian, sehingga tercapai pembangunan pertanian yang diharapkan. Informasi dan pengetahuan tentang pertanian akan menjadi pemicu dalam menciptakan peluang untuk pembangunan pertanian dan ekonomi sehingga terjadi pengurangan kemiskinan. TIK dalam sektor pertanian yang tepat waktu dan relevan memberikan informasi yang tepat guna kepada petani untuk pengambilan keputusan dalam berusahatani, sehingga efektif meningkatkan produktivitas, produksi dan keuntungan.

Tulisan ini bertujuan untuk memberikan gambaran tentang konsep pemanfaatan *cloud computing* untuk mendukung pembangunan pertanian berkelanjutan, melalui virtualisasi, standarisasi dan fitur mendasar dari *cloud computing*. Cara ini dapat mengurangi biaya Teknologi Informasi (TI), menyederhanakan pengelolaan layanan TI, dan mempercepat penghantaran layanan informasi dan pengetahuan pertanian kepada penggunanya.

**Keywords:** *cloud computing*, teknologi informasi dan komunikasi.

### PENDAHULUAN

Sejak akhir tahun 1980'an kajian dan diskusi untuk merumuskan konsep pembangunan berkelanjutan yang operasional dan diterima secara universal terus berlanjut. Pezzy (1992) mencatat, 27 definisi konsep berkelanjutan dan pembangunan berkelanjutan, dan tentunya masih ada banyak lagi yang luput dari catatan tersebut. Walau banyak variasi definisi pembangunan berkelanjutan, termasuk pertanian berkelanjutan, yang diterima secara luas ialah yang bertumpu pada tiga pilar: ekonomi, sosial, dan ekologi (Munasinghe, 1993). Dengan perkataan lain, konsep pembangunan berkelanjutan berorientasi pada tiga dimensi keberlanjutan, yaitu: keberlanjutan usaha ekonomi (*profit*), keberlanjutan kehidupan sosial manusia (*people*), keberlanjutan ekologi alam (*planet*), atau pilar *Triple-P*.

Implementasi dari konsep pembangunan berkelanjutan (*sustainable development*) pada sektor pertanian adalah pertanian berkelanjutan (*sustainable agriculture*). Konsep pembangunan berkelanjutan mulai dirumuskan pada akhir tahun 1980'an sebagai respon terhadap strategi pembangunan sebelumnya yang terfokus pada tujuan pertumbuhan ekonomi

tinggi yang terbukti telah menimbulkan degradasi kapasitas produksi maupun kualitas lingkungan hidup. Konsep pertama dirumuskan dalam Bruntland Report yang merupakan hasil kongres Komisi Dunia Mengenai Lingkungan dan Pembangunan Perserikatan Bangsa-Bangsa:

"Pembangunan berkelanjutan ialah pembangun-an yang mewujudkan kebutuhan saat ini tanpa mengurangi kemampuan generasi mendatang untuk mewujudkan kebutuhan mereka" (WCED, 1987).

Berdasarkan definisi pembangunan berkelanjutan tersebut, Organisasi Pangan Dunia mendefinisikan pertanian berkelanjutan sebagai berikut:

.....manajemen dan konservasi basis sumberdaya alam, dan orientasi perubahan teknologi dan kelembagaan guna menjamin tercapainya dan terpenuhinya kebutuhan manusia generasi saat ini maupun mendatang. Pembangunan pertanian berkelanjutan menkonservasi lahan, air, sumberdaya genetik tanaman maupun hewan, tidak merusak lingkungan, tepat guna secara teknis, layak secara ekonomis, dan diterima secara sosial (FAO, 1989).

Pertanian berkelanjutan merupakan tujuan strategis idaman pembangunan pertanian seluruh dunia, termasuk Indonesia.

Pesatnya kemajuan IPTEK termasuk kemajuan di bidang teknologi informasi dan komunikasi (TIK) hingga hadirnya teknologi *Cloud computing* atau *cloud computing* akan sangat membantu tercapainya tujuan di atas. Pembangunan pertanian berkelanjutan dalam era globalisasi ini meningkatkan ketahanan pangan, ketahanan ekonomi, politik, sosial dan budaya.

TIK berperan dalam mendukung tersedianya informasi pertanian yang relevan dan tepat waktu. Informasi hasil-hasil penelitian dan inovasi teknologi di bidang pertanian membantu upaya peningkatan produksi komoditas pertanian, sehingga tercapai pembangunan pertanian yang diharapkan. Informasi dan pengetahuan tentang pertanian akan menjadi pemicu dalam menciptakan peluang untuk pembangunan pertanian dan ekonomi sehingga terjadi pengurangan kemiskinan. TIK dalam sektor pertanian yang tepat waktu dan relevan memberikan informasi yang tepat guna kepada petani untuk pengambilan keputusan dalam berusahatani, sehingga efektif meningkatkan produktivitas, produksi dan keuntungan.

## Permasalahan

Permasalahan utama yang dihadapi Indonesia berkaitan dengan pemanfaatan TIK dalam bidang Pertanian adalah belum terbangunnya secara efisien sistem TIK bidang Pertanian mulai dari hulu (penelitian tinggi dan strategis) sampai hilir (pengkajian teknologi spesifik lokasi dan diseminasi penelitian kepada petani). Efisiensi sistem TIK di sektor pertanian ini perlu dibangun melalui sinkronisasi program litbang pertanian mulai dari hulu sampai hilir dan sinkronisasi program litbang pertanian dengan lembaga penelitian lainnya. Selain itu, efisiensi sistem TIK bidang pertanian ini perlu didukung dengan sistem pendidikan pertanian yang mampu menghasilkan peneliti yang berkemampuan (*competent*) dan produktif (*credible*). Juga perlu dibangun kembali sistem diseminasi hasil-hasil penelitian dan inovasi teknologi pertanian kepada petani yang lebih efektif dan efisien. Dengan mengintegrasikan TIK khususnya *cloud computing* dalam pembangunan pertanian berkelanjutan melalui peningkatan pengetahuan dan wawasan petani, maka petani akan berpikir dengan cara berbeda, berko-munikasi secara berbeda, dan mengerjakan kegiatan bertani secara berbeda pula.

## Cloud Computing

Istilah *Cloud Computing* akhir-akhir ini semakin sering terdengar. Namun sebenarnya imple-mentasi konsepnya sendiri sudah ada sejak puluhan tahun lalu, sebelum internet berkembang seperti sekarang. Saat ini memang *cloud computing* identik dengan internet. Namun bila dilihat dari konsepnya, *cloud* juga ada pada jaringan yang lebih kecil, seperti LAN atau MAN.

Telah banyak para ahli yang mendefinisikan *Cloud Computing* atau komputasi awan. Salah satunya yang didefinisikan oleh Scale (2009) adalah: *Cloud computing can*

*be defined as simply the sharing and use of applications and resources of a network environment to get work done without concern about ownership and management of the network's resources and applications. With cloud computing, computer resources for getting work done and their data are no longer stored on one's personal computer, but are hosted elsewhere to be made accessible in any location and at any time.*

Oleh Ercana (2010): *Cloud computing is becoming an adoptable technology for many of the organizations with its dynamic scalability and usage of virtualized resources as a service through the Internet.*

Definisi yang hampir sama menurut Furht (2010) bahwa *cloud computing can be defined as a new style of computing in which dynamically scalable and often virtualized resources are provided as a services over the Internet.*

Sedangkan menurut Hayes (2008) *Cloud computing is a kind of computing which is highly scalable and use virtualized resources that can be shared by the users. Users do not need any background knowledge of the services. A user on the Internet can communicate with many servers at the same time and these servers exchange information among themselves.*

Kehadiran *cloud computing* pada awalnya untuk kalangan industri. Sebagaimana yang dikatakan oleh Hartig (2008), *Cloud computing is a new model of computing that is widely being utilized in today's industry and society.* Ada beberapa alasan yang melatarbelakangi penerapan teknologi ini, antara lain:

- (1) Ini adalah sebuah model layanan berbasis Internet untuk menampung sumberdaya sebuah perusahaan. Artinya sebuah perusahaan tak perlu lagi memiliki atau mendirikan infrastruktur lantaran sudah ada perusahaan lain yang menyediakan "penampung" di *cloud* alias Internet.
- (2) Sebuah perusahaan tak perlu lagi mengalokasikan anggaran untuk pembelian dan perawatan infrastruktur dan *software*.
- (3) Perusahaan pun tak perlu memiliki pengetahuan serta merekrut tenaga pakar dan tenaga pengontrol infrastruktur di "*cloud*" yang mendukung mereka.

*National Institute of Standards and Technology (NIST), Information Technology Laboratory* memberikan dua buah catatan mengenai pengertian *cloud computing*. Pertama, *cloud computing* masih merupakan paradigma yang berkembang. Definisi, kasus penggunaan, teknologi yang mendasari, masalah, risiko, dan manfaat akan terus disempurnakan melalui perdebatan baik oleh sektor publik maupun swasta. Definisi, atribut, dan karakteristik akan berkembang dan berubah dari waktu ke waktu. Kedua, industri *Cloud Computing* merupakan ekosistem besar dengan banyak model, vendor, dan pangsa pasar. Definisi ini mencoba untuk mencakup semua pendekatan berbagai *cloud* (Mell & Grance, 2009).

Dari kedua catatan tersebut NIST mendefinisikan *cloud computing* sebagai model untuk memungkinkan kenyamanan, *on-demand* akses jaringan untuk memanfaatkan bersama suatu sumberdaya komputasi yang terkonfigurasi (misalnya, jaringan, server, penyimpanan, aplikasi, dan layanan) yang dapat secara cepat diberikan dan dirilis dengan upaya manajemen yang minimal atau interaksi penyedia layanan. Model *cloud computing* mendorong ketersediaan dan terdiri dari lima karakteristik, tiga model layanan, dan empat model penyebaran (Mell dan Grance, 2009).

### Karakteristik *Cloud computing*

NIST mengidentifikasi lima karakteristik penting dari *cloud computing* (Mell & Grance, 2009) sebagai berikut:

1. *On-demand self-service*. Pengguna dapat memesan dan mengelola layanan tanpa interaksi manusia dengan penyedia layanan, misalnya dengan menggunakan, sebuah *portal web* dan manajemen *interface*. Pengadaan dan perlengkapan layanan serta sumberdaya yang terkait terjadi secara otomatis pada penyedia.
2. *Broad network access*. Kemampuan yang tersedia melalui jaringan dan diakses melalui mekanisme standar, yang mengizinkan penggunaan berbagai *platform* (misalnya, telepon selular, laptop, dan PDA).
3. *Resource pooling*. Penyatuan sumberdaya komputasi yang dimiliki penyedia untuk melayani beberapa konsumen menggunakan model multi-penyewa, dengan sumberdaya fisik dan virtual yang berbeda, ditetapkan secara dinamis dan ditugaskan sesuai dengan permintaan konsumen. Ada rasa kemandirian lokasi bahwa pelanggan umumnya tidak memiliki kontrol atau pengetahuan atas keberadaan lokasi sumberdaya yang disediakan, tetapi ada kemungkinan dapat menentukan lokasi di tingkat yang lebih tinggi (misalnya, negara, negara bagian, atau *datacenter*). Contoh sumberdaya termasuk penyimpanan, pemrosesan, memori, bandwidth jaringan, dan mesin virtual.
4. *Rapid elasticity*. Kemampuan dapat dengan cepat dan elastis ditetapkan.
5. *Measured Service*. Sistem *cloud computing* secara otomatis mengawasi dan mengoptimalkan penggunaan sumberdaya dengan memanfaatkan kemampuan pengukuran (*measuring*) pada beberapa tingkat yang sesuai dengan jenis layanan (misalnya, penyimpanan, pemrosesan, *bandwidth*, dan *account* pengguna aktif). Penggunaan sumberdaya dapat dipantau, dikendalikan, dan dilaporkan sebagai upaya memberikan transparansi bagi penyedia dan konsumen dari layanan yang digunakan.

Sedangkan tiga jenis model layanan dijelaskan oleh NIST (Mell dan Grance, 2009) sebagai berikut:

1. *Cloud Software as a Service (SaaS)*. Kemampuan yang diberikan kepada konsumen untuk menggunakan aplikasi penyedia dapat beroperasi pada infra-struktur awan. Aplikasi dapat diakses dari berbagai perangkat klien melalui *interface* seperti *web browser* (misalnya, email berbasis web). Konsumen tidak mengelola atau mengendalikan infrastruktur awan yang mendasari termasuk jaringan, server, sistem operasi, penyimpanan, atau bahkan kemampuan aplikasi individu, dengan

kemungkinan pengecualian terbatas terhadap pengaturan konfigurasi aplikasi pengguna tertentu.

2. *Cloud Platform as a Service (PaaS)*. Kemampuan yang diberikan kepada konsumen untuk menyebarkan aplikasi yang dibuat konsumen atau diperoleh ke infrastruktur *cloud computing* menggunakan bahasa pemrograman dan peralatan yang didukung oleh provider. Konsumen tidak mengelola atau mengendalikan infrastruktur awan yang mendasari termasuk jaringan, server, sistem operasi, atau penyimpanan, namun memiliki kontrol atas penyebaran aplikasi dan memungkinkan aplikasi melakukan hosting konfigurasi.
3. *Cloud Infrastructure as a Service (IaaS)*. Kemampuan yang diberikan kepada konsumen untuk memproses, menyimpan, koneksi jaringan, dan komputasi sumberdaya penting lainnya, dimana konsumen dapat menyebarkan dan menjalankan perangkat lunak secara bebas, dapat mencakup sistem operasi dan aplikasi. Konsumen tidak mengelola atau mengendalikan infrastruktur awan yang mendasari tetapi memiliki kontrol atas sistem operasi, penyimpanan, penyebaran aplikasi, dan mungkin kontrol terbatas komponen jaringan yang pilih (misalnya, *firewall host*).

Model penyebaran *cloud computing* menurut NIST terdiri dari empat model (Mell dan Grance, 2009), yaitu:

1. *Private cloud*. Awan swasta. Infrastruktur awan yang semata-mata dioperasikan bagi suatu organisasi. Ini mungkin dikelola oleh organisasi atau pihak ketiga dan mungkin ada pada *on premis* atau *off premis*.
2. *Community cloud*. Awan komunitas. Infrastruktur awan digunakan secara bersama oleh beberapa organisasi dan mendukung komunitas tertentu yang telah berbagi *concerns* (misalnya, misi, persyaratan keamanan, kebijakan, dan pertimbangan kepatuhan). Ini mungkin dikelola oleh organisasi atau pihak ketiga dan mungkin ada pada *on premis* atau *off premis*.
3. *Public cloud*. Infrastruktur awan yang dibuat tersedia untuk umum atau kelompok industri besar dan dimiliki oleh sebuah organisasi yang menjual layanan awan.
4. *Hybrid cloud*. Awan Hibrid. Infrastruktur awan merupakan komposisi dari dua atau lebih awan (swasta, komunitas, atau publik) yang masih entitas unik namun terikat bersama oleh standar atau kepemilikan teknologi yang menggunakan data dan portabilitas aplikasi (e.g., *cloud bursting for load-balancing between clouds*).

### Komponen *Cloud Computing*

Ada tiga komponen dasar *cloud computing* dalam topologi yang sederhana menurut Velte (2010) yaitu *clients*, *datacenter*, and *distributed servers*. Ketiga komponen dasar tersebut memiliki tujuan dan peranan yang spesifik dalam menjalankan operasi *cloud computing*.

*Clients* pada arsitektur *cloud computing* dikatakan: *the exact same things that they are in a plain, old, everyday local area network (LAN). They are, typically, the computers that just sit on your desk. But they might also be laptops, tablet computers, mobile phones, or PDAs—all big drivers for cloud computing because of their mobility. Clients are the*

*devices that the end users interact with to manage their information on the cloud.*

**Datacenter** is the collection of servers where the application to which you subscribe is housed. It could be a large room in the basement of your building or a room full of servers on the other side of the world that you access via the Internet. A growing trend in the IT world is virtualizing servers. That is, software can be installed allowing multiple instances of virtual servers to be used. In this way, you can have half a dozen virtual servers running on one physical server.

Sedangkan **Distributed Servers** merupakan penempatan server pada lokasi yang berbeda. *But the servers don't all have to be housed in the same location. Often, servers are in geographically disparate locations. But to you, the cloud subscriber, these servers act as if they're humming away right next to each other.*

Komponen lain dari *cloud computing* adalah **Cloud Applications** yang memanfaatkan *cloud computing* dalam hal arsitektur aplikasi. Sehingga pengguna tidak perlu menginstal dan menjalankan aplikasi dengan menggunakan komputer.

**Cloud Platform** merupakan layanan berupa *platform* komputasi yang berisi infrastruktur perangkat keras dan perangkat lunak. Biasanya mempunyai aplikasi bisnis tertentu dan menggunakan layanan **PaaS** sebagai infrastruktur aplikasi bisnisnya.

**Cloud Storage** melibatkan proses penyampaian penyimpanan data sebagai sebuah layanan.

**Cloud Infrastructure** merupakan penyampaian infrastruktur komputasi sebagai sebuah layanan.

### Keuntungan Cloud Computing

Menurut Furht (2010), teknologi *cloud computing* memberikan keuntungan sebagai berikut (a) **Flexibility**, *They can decide how much storage space to use, and how much processing power is required. While working to update software applications, the process can be pushed out much faster and more efficiently. Administrators can choose when to update an application enterprise-wide all in real time. It is up to them and how much they want to spend on IT with cloud technology.* (b) **Scalability**, *With cloud computing one person can go from small to large quickly.* (c) **Capital Investment**, *With cloud computing, many rudimentary IT purchases for things like hardware are no longer an issue as long as that task or set of tasks can be performed by the cloud.* (d) **Portability**, *With cloud computing technology, organizations are able to use their computing power wherever their people are as long as users are able to access thin clients. Thin client access is pretty much available everywhere that companies do business today, so this should not even be an issue. With thin client technology the scale of geography and time variation is flattened somewhat and this allows companies that are trying to globally integrate to be able to be more flexible than ever before.*

Spinola (2009) menambahkan sedikitnya ada tiga kategori utama dari keuntungan atau manfaat dari *cloud computing*, yaitu ;

1. *Delivery of service (faster time-to-value and time-to-market)*
2. *Reduction of cost (CapEx vs. OpEx tradeoff and costs that are more competitive)*
3. *IT department transformation (focus on innovation vs. maintenance & implementation)*

Information Systems Audit and Control Association (ISACA) menjelaskan beberapa manfaat bisnis utama yang ditawarkan oleh *cloud computing* meliputi:

- **Cost containment**—*The cloud offers enterprises the option of scalability without the serious financial commitments required for infrastructure purchase and maintenance. There is little to no upfront capital expenditure with cloud services. Services and storage are available on demand and are priced as a pay-as-you-go service. Additionally, the cloud model could assist with cost savings in terms of wasted resources. Saving on unused server space allows enterprises to contain costs in terms of existing technology requirements and experiment with new technologies and services without a large investment. Enterprises will need to compare current costs against potential cloud expenses and consider models for TCO to understand whether cloud services will offer the enterprise potential savings.*
- **Immediacy**—*Many early adopters of cloud computing have cited the ability to provision and utilize a service in a single day. This compares to traditional IT projects that may require weeks or months to order, configure and operationalize the necessary resources. This has a fundamental impact on the agility of a business and the reduction of costs associated with time delays.*
- **Availability**—*Cloud providers have the infrastructure and bandwidth to accommodate business requirements for high speed access, storage and applications. As these providers often have redundant paths, the opportunity for load balancing exists to ensure that systems are not overloaded and services delayed. While availability can be promised, customers should take care to ensure that they have provisions in place for service interruptions.*
- **Scalability**—*With unconstrained capacity, cloud services offer increased flexibility and scalability for evolving IT needs. Provisioning and implementation are done on demand, allowing for traffic spikes and reducing the time to implement new services.*
- **Efficiency**—*Reallocating information management operational activities to the cloud offers businesses a unique opportunity to focus efforts on innovation and research and development. This allows for business and product growth and may be even more beneficial than the financial advantages offered by the cloud.*
- **Resiliency**—*Cloud providers have mirrored solutions that can be utilized in a disaster scenario as well as for load-balancing traffic. Whether there is a natural disaster*

*requiring a site in a different geographic area or just heavy traffic, cloud providers say they will have the resiliency and capacity to ensure sustainability through an unexpected event.*

CSO Group (2010) menambahkan bahwa adanya komputasi awan bagi perusahaan yang lebih besar tertarik dengan struktur keuangan yang dapat menyimpan uang mereka di berbagai bidang, termasuk:

- **Capital expenses.** *Instead of dealing with amortization and depreciation over the estimated life of equipment, organizations pay a monthly or annual fee for cloud computing contracts. That makes budgets more predictable.*
- **IT budgets.** *With hardware, software and networking capabilities outsourced, companies save on equipment purchases, software licenses, upgrade fees and IT management costs.*
- **Development costs.** *Rather than fronting the cost of building and upgrading a custom application, companies rely on a service provider to maintain and upgrade applications.*

### **Pemanfaatan Cloud Computing Dalam Pembangunan Pertanian yang Berkelanjutan**

Visi pembangunan pertanian berkelanjutan adalah terwujudnya kondisi ideal skenario konstitusi Indonesia yang disebut adil dan makmur, dan mencegah terjadinya lingkaran malapetaka kemiskinan. Visi ini diterima secara universal sehingga pertanian berkelanjutan (*sustainable agriculture*) menjadi prinsip dasar pembangunan pertanian secara global, termasuk di Indonesia. Oleh karena itulah pengembangan sistem pertanian menuju usahatani berkelanjutan merupakan salah satu misi utama pembangunan pertanian di Indonesia.

Pembangunan pertanian berkelanjutan diimplementasikan ke dalam rencana pembangunan jangka panjang Kementerian Pertanian seperti yang tertuang dalam visi jangka panjangnya sebagai berikut: "Terwujudnya sistem pertanian industrial berdaya saing, berkeadilan dan berkelanjutan guna menjamin ketahanan pangan dan kesejahteraan masyarakat pertanian".

Pertanian industrial adalah sosok pertanian yang memiliki ciri-ciri sebagai berikut: (1) pengetahuan merupakan landasan utama dalam pengambilan keputusan, memperkuat intuisi, kebiasaan, atau tradisi; (2) kemajuan teknologi merupakan instrumen utama dalam pemanfaatan sumberdaya; (3) mekanisme pasar merupakan media utama dalam transaksi barang dan jasa; (4) efisiensi dan produktivitas sebagai dasar utama dalam alokasi sumberdaya; (5) mutu dan keunggulan merupakan orientasi, wacana, sekaligus tujuan; (6) profesionalisme merupakan karakter yang menonjol; dan (7) perekayasaan merupakan inti nilai tambah sehingga setiap produk yang dihasilkan selalu memenuhi persyaratan yang telah ditetapkan.

Sektor pertanian berperan sangat strategis dalam pengentasan penduduk miskin di wilayah pedesaan karena sebagian besar penduduk miskin di wilayah pedesaan bergantung pada

sektor tersebut. Dengan kata lain, sektor pertanian merupakan sektor yang sangat strategis untuk dijadikan sebagai instrumen dalam pengentasan penduduk miskin. Kemajuan sektor pertanian akan memberikan kontribusi besar dalam penurunan jumlah penduduk miskin di wilayah pedesaan. Demikian pula, basis bagi partisipasi petani untuk melakukan perencanaan dan pengawasan pembangunan pertanian harus dibangun sehingga petani mampu mengaktualisasikan kegiatan usahatannya secara optimal untuk menunjang pertumbuhan pendapatannya. Hasil-hasil pembangunan harus terdistribusi makin merata antar sektor, antar subsektor dalam sektor pertanian dan antar lapisan masyarakat agar tidak ada lagi lapisan masyarakat yang tertinggal dan pertumbuhan ekonomi secara keseluruhan meningkat.

Dalam "World Summit on the Information Society five years on: Information and communications Technology for Inclusive Development" (ESCAP 2008) dinyatakan bahwa wilayah Asia-Pacific menghadapi berbagai tantangan dalam menghadapi target tujuan pembangunan pada millennium pertama (antara 1990 dan 2015), sejumlah penduduk menderita karena kelaparan. Keberlanjutan pertanian dan keamanan pangan terancam oleh rendahnya hasil pertanian, miskinnya pengelolaan sumber daya tanah dan air, serta pendidikan tenaga kerja bidang pertanian yang berada di bawah standar. Kondisi penduduk tersebut juga sangat rentan terhadap bencana, seperti kekeringan, banjir, gempa bumi dan tanah longsor. Teknologi informasi dan komunikasi dapat diterapkan dalam mendukung manajemen sumber daya, pemasaran, penyuluhan dan mengurangi resiko kehancuran untuk membantu meningkatkan produksi pangan dan mengurangi ancaman terhadap ketahanan pangan.

Hasil penelitian Wahid (2006) terhadap pemanfaatan kafe internet, faktanya diketahui bahwa penggunaan internet (aplikasi teknologi informasi) cenderung dimanfaatkan khususnya untuk meningkatkan kapabilitas pendidikan secara personal dan pengalaman internet, sekolah-sekolah di Indonesia dan negara berkembang lainnya dapat memainkan peranan yang penting dalam mengembangkan sikap dan keahliannya untuk meningkatkan manfaat sosial dari penggunaan web. Hal ini berarti juga mendidik masyarakat dalam bagaimana caranya menggunakan web tersebut untuk mencari informasi yang tepat dan relevan dalam bahasa yang dapat dipahami. Selanjutnya, Purbo (2002) memiliki argumentasi bahwa pergerakan golongan akar rumput (*grassroots movements*) mendorong pengembangan akses dan pemanfaatan internet di Indonesia.

Meskipun masih terdapat beberapa kendala sehingga pemanfaatan TIK menjadi sangat kompleks dan sulit untuk diadopsi, TIK sebenarnya dapat menyediakan kesempatan yang lebih besar untuk mencapai suatu tingkatan tertentu yang lebih baik bagi petani. Hal ini ditunjukkan ketika beberapa lembaga penelitian dan pengembangan menyampaikan studi kasus yang mendeskripsikan bagaimana TIK telah dimanfaatkan oleh petani dan *stakeholders* usahawan pelaku bidang pertanian sehingga memperoleh peluang yang lebih besar untuk memajukan kegiatan usahatannya. Keberhasilan pemanfaatan TIK oleh petani di

Indonesia dalam memajukan usahataniya ditunjukkan oleh beberapa kelompok tani yang telah memanfaatkan internet untuk akses informasi dan promosi hasil produksinya.

Melalui akses informasi *digital* dari internet, petani mengenal inovasi teknologi pertanian hasil penelitian dan pengembangan yang dilakukan peneliti-peneliti Badan Litbang Pertanian seperti budidaya komoditas tanaman pangan, hortikultura dan sebagainya. Promosi melalui internet dapat memutus hubungan petani dengan tengkulak yang sering memberikan harga jauh di bawah harga pasar (Sigit *et al.* 2006). Melalui Unit Pelayanan Informasi Pertanian tingkat Desa–Program Peningkatan Pendapatan Petani melalui inovasi (UPIPD-P4MI) yang dilaksanakan oleh Badan Litbang Pertanian, petani di sekitar lokasi UPIPK sudah memanfaatkan internet untuk akses informasi dan promosi hasil pertanian yang diusahakan (P4MI 2009).

Manfaat yang dapat diperoleh melalui kegiatan pemanfaatan teknologi informasi dan komunikasi (Mulyandari 2005), khususnya dalam mendukung pembangunan pertanian berkelanjutan di antaranya adalah:

1. Mendorong terbentuknya jaringan informasi pertanian di tingkat lokal dan nasional.
2. Membuka akses petani terhadap informasi pertanian untuk: 1) Meningkatkan peluang potensi peningkatan pendapatan dan cara pencapaiannya; 2) Meningkatkan kemampuan petani dalam meningkatkan posisi tawarnya, serta 3) Meningkatkan kemampuan petani dalam melakukan diversifikasi usahatani dan merelasikan komoditas yang diusahakannya dengan input yang tersedia, jumlah produksi yang diperlukan dan kemampuan pasar menyerap output.
3. Mendorong terlaksananya kegiatan pengembangan, pengelolaan dan pemanfaatan informasi pertanian secara langsung maupun tidak langsung untuk mendukung pengembangan pertanian lahan marjinal.
4. Memfasilitasi dokumentasi informasi pertanian di tingkat lokal (*indigenous know-ledge*) yang dapat diakses secara lebih luas untuk mendukung pengembangan pertanian lahan marjinal.

Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian melalui unit kerjanya mempunyai tugas dalam penyebarluasan informasi ilmu pengetahuan dan teknologi pertanian, dan mempunyai beberapa fungsi yang terkait pembangunan pertanian yakni dalam hal penyebaran informasi teknologi dan hasil-hasil penelitian pertanian melalui pengembangan jaringan informasi dan promosi inovasi pertanian dan pengembangan aplikasi teknologi informasi. Dengan tugas dan fungsi tersebut tentunya Badan Litbang Pertanian juga bertanggung jawab mewujudkan pembangunan pertanian berkelanjutan dengan menerapkan teknologi *cloud computing*.

Ketersediaan sumberdaya informasi menjadi salah satu potensi lainnya yang penting bagi Badan Litbang Pertanian. Berbagai jenis informasi pertanian dalam format yang beragam tentunya menjadi sumber rujukan yang sangat berharga bagi pencari informasi. Badan Litbang Pertanian

melalui unit kerjanya, PUSTAKA dapat menciptakan *Agricultural Information Repository* yang mencakup seluruh database perpustakaan UK/UPT lingkup Kementerian Pertanian.

Infrastruktur teknologi informasi (TI) dan sumberdaya manusia (SDM) yang menjadi penggerak dalam teknologi *cloud computing* tentunya tidak dapat diabaikan begitu saja. Ketersediaan kedua potensi ini harus saling bersinergi sehingga dapat memperoleh hasil yang optimal dalam mewujudkan pemanfaatan *cloud computing* menuju pembangunan pertanian berkelanjutan.

## Hambatan Yang Dihadapi

Meskipun disadari TIK memiliki peranan yang sangat penting dalam mendukung pembangunan pertanian berkelanjutan, namun sampai saat ini petani di dunia, khususnya di Indonesia masih belum diperhitungkan dalam bisnis TIK dan lingkungan kebijakan. Fakta yang agak mengejutkan adalah bahwa aplikasi TIK memiliki kontribusi yang tidak terukur secara ekonomi bagi masing-masing GDPs. Dalam waktu yang sama, pemanfaatan TIK dalam pembangunan pertanian berkelanjutan membutuhkan proses pendidikan dan peningkatan kapasitas karena masih terdapat kesenjangan secara teknis maupun keterampilan dalam bisnis secara elektronik (*e-business*).

Berdasarkan Survei yang dilakukan oleh the *International Society for Horticultural Sciences* (ISHS) hambatan-hambatan dalam mengadopsi TIK oleh petani khususnya petani hortikultura, yaitu: keterbatasan kemampuan; kesenjangan dalam pelatihan (training), kesadaran akan manfaat TIK, waktu, biaya dari teknologi yang digunakan, integrasi sistem dan ketersediaan *software*. Untuk responden dari negara-negara berkembang menekankan pentingnya “biaya teknologi TIK” dan “kesenjangan infrastruktur teknologi (Taragola *et al.* 2009).

TIK memiliki peranan yang sangat penting dalam pertanian modern dan menjaga keberlanjutan pertanian dan ketahanan pangan. Namun demikian, untuk wilayah negara-negara berkembang masih banyak mengalami kendala dalam aplikasinya untuk mendukung pembangunan pertanian berkelanjutan. Tantangan yang umum dihadapi adalah bahwa akses telepon dan jaringan elektronik di perdesaan dan wilayah terpencil (*remote area*) sangat terbatas; *telecenter* yang menawarkan layanan TIK masih langka karena biaya yang diperlukan akibat tingginya investasi dan biaya operasional yang dibutuhkan. Kekurangan pada tingkatan lokal dalam aplikasi TIK perlu dipikirkan dalam merancang strategi aplikasi TIK sesuai dengan kondisi di lapangan yang spesifik lokasi baik melalui kapasitas teknologi tradisional, seperti siaran radio pemerintah dan masyarakat perdesaan dapat bekerja bersama untuk melayani pengguna atas dasar profitabilitas di samping ada unsur sosial untuk mendukung keberlanjutan aplikasi TIK di tingkat perdesaan.

## Konsep Implementasi *Cloud Computing*

Perkembangan TIK dalam perangkat komputer, teknologi komunikasi, dan internet khususnya *cloud computing* dapat digunakan untuk menjembatani informasi dan pengetahuan yang ada di pusat informasi pertanian (Kementerian Pertanian) ataupun lembaga penelitian dan pengembangan pertanian lainnya. Akses terhadap komunikasi *digital* membantu meningkatkan akses terhadap peluang usahatani masyarakat dan meningkatkan pendapatan petani.

Salah satu yang direkomendasikan untuk implementasi TIK dalam pemberdayaan di negara berkembang adalah sebuah *telecenter* atau pusat multimedia komunitas. Diharapkan dapat dilengkapi dengan akses internet dan penggunaan telepon genggam untuk meningkatkan akses pengusaha dan petani di perdesaan akses informasi untuk meningkatkan kesejahteraannya. TIK merupakan alat yang sangat bermanfaat untuk *knowledge sharing*, namun seringkali belum dapat memecahkan permasalahan pembangunan yang disebabkan oleh isu sosial, ekonomi dan politik. Informasi pun seringkali belum dapat digunakan sebagai pengetahuan karena belum mampu diterjemahkan langsung oleh masyarakat (Servaes 2007).

Leeuwis (2004) menyatakan bahwa pesan dan teknologi (inovasi) pertanian yang dipromosikan oleh para penyuluh pertanian sering tidak sesuai dan tidak mencukupi. Hal ini memberikan implikasi bahwa informasi yang ditujukan pada petani dan penyuluh sangat terbatas.

Sistem pengetahuan dan informasi pertanian dapat berperan dalam membantu petani dengan melibatkannya secara langsung dengan sejumlah besar kesempatan, sehingga mampu memilih kesempatan yang sesuai dengan situasi dan kondisi faktual di lapangan. Peningkatan efektivitas jejaring pertukaran informasi antarpelaku agribisnis terkait merupakan aspek penting untuk mewujudkan sistem pengetahuan dan informasi pertanian. Dengan dukungan implementasi TIK melalui *cloud computing* dan peran aktif berbagai kelembagaan terkait upaya untuk mewujudkan jaringan informasi inovasi bidang pertanian sampai di tingkat petani dapat diwujudkan. Keberhasilan proses *knowledge sharing* inovasi pertanian sangat bergantung pada peran aktif dari berbagai institusi terkait yang memiliki fungsi menghasilkan inovasi pertanian maupun yang memiliki fungsi untuk mendiseminasikan inovasi teknologi pertanian.

Rekomendasi implementasi TIK melalui *cloud computing* untuk menuju pembangunan pertanian yang berkelanjutan dapat mendorong terjadinya *knowledge sharing* untuk meningkatkan fungsi sistem pengetahuan dan informasi pertanian. Dengan demikian, peningkatan efektivitas jejaring pertukaran informasi antarpelaku agribisnis terkait merupakan aspek penting untuk mewujudkan sistem pengetahuan dan informasi pertanian.

Karena masih banyaknya permasalahan yang dihadapi dalam pemanfaatan *cloud computing*, maka hal ini dapat dilakukan secara bertahap sesuai dengan kondisi kesiapan sumber daya yang ada di daerah. Pemanfaatan *cloud computing* diarahkan untuk mendukung percepatan akses pelaku pembangunan pertanian terhadap sumber informasi yang dibutuhkan

sekaligus merupakan sarana untuk mempercepat proses pertukaran informasi antar pihak-pihak terkait dalam proses pembangunan pertanian berkelanjutan.

## Kesimpulan

Pembangunan pertanian berkelanjutan merupakan isu penting yang strategis. Dalam menghadapi era globalisasi pembangunan pertanian berkelanjutan tidak terlepas dari pengaruh pesatnya perkembangan IPTEK pertanian termasuk perkembangan di bidang teknologi informasi dan komunikasi. Integrasi yang efektif antara TIK dalam sektor pertanian akan menuju pertanian berkelanjutan melalui penyediaan informasi pertanian yang tepat waktu dan relevan memberikan informasi yang tepat guna kepada petani untuk pengambilan keputusan dalam berusahatani, sehingga efektif meningkatkan produktivitas, produksi dan keuntungan. Pemanfaatan *cloud computing* sebagai sumber segala informasi pertanian dapat memperbaiki aksesibilitas petani dengan cepat terhadap informasi pasar, input produksi, tren konsumen, yang secara positif berdampak pada kualitas dan kuantitas produksi mereka. Informasi pemasaran, praktek pengelolaan ternak dan tanaman yang baru, penyakit dan hama tanaman/ternak, ketersediaan transportasi, informasi peluang pasar dan harga pasar masukan maupun hasil pertanian sangat penting untuk efisiensi produksi secara ekonomi.

*Cloud Computing* adalah sebuah cara yang memungkinkan kita "menyewa" sumber daya teknologi informasi (*software, processing power, storage*, dan lainnya) melalui internet dan memanfaatkan sesuai kebutuhan pengguna dan membayar yang digunakan saja oleh pengguna. Dengan konsep ini, maka semakin banyak orang yang bisa memiliki akses dan memanfaatkan sumber daya tersebut, karena tidak harus melakukan investasi besar-besaran. Apalagi dalam kondisi ekonomi seperti sekarang, setiap organisasi akan berpikir panjang untuk mengeluarkan investasi tambahan di bidang TIK.

Beberapa hambatan dalam pemanfaatan TIK khususnya *cloud computing* untuk menuju pembangunan pertanian berkelanjutan di antaranya adalah: belum memadainya kapasitas di bidang teknologi informasi, infrastruktur penunjang tidak mendukung operasi pengelolaan dan penyebaran informasi pertanian yang berbasis teknologi informasi, belum memadainya biaya untuk operasional teknologi informasi terutama untuk biaya langganan ISP untuk pengelolaan informasi melalui internet/*cloud computing*, dan tempat akses informasi melalui aplikasi teknologi informasi masih terbatas.

## Daftar Pustaka

- CSO Group (2010) *Mitigating Security Risk in the Cloud*. Available at : [http://eval.symantec.com/mktginfo/enterprise/white\\_papers/b-cso\\_group\\_mitigating\\_security\\_risk\\_in\\_the\\_cloud\\_WP.en-us.pdf](http://eval.symantec.com/mktginfo/enterprise/white_papers/b-cso_group_mitigating_security_risk_in_the_cloud_WP.en-us.pdf)

- Ercana, Tuncay (2010), *Effective Use of Cloud Computing in Educational Institutions*. *Procedia Social and Behavioral Sciences* 2 (2010) : p. 938–942.
- FAO.1989. *Sustainable Development and Natural Resources Management*. Twenty-Fifth Conference, Paper C 89/2 simp 2, Food and Agriculture Organization, Rome
- Furht, Borko & Armando Escalante (2010) *Handbook of Cloud Computing*. Springer : New York.
- Hartig, K (2008) What is Cloud Computing? *Cloud Computing Journal* available at: <http://cloudcomputing.sys-con.com/node/579826> [accessed 25 Oct 2010]
- Hayes, B (2008) *Cloud Computing*. *Communications of the ACM*, 51 (7), 9-11.
- ISACA. (2009) *Cloud Computing: Business Benefits With Security, Governance and Assurance Perspectives*. Available at : <http://www.isaca.org/Knowledge-Center/Research/Documents/Cloud-Computing-28Oct09-Research.pdf>
- Leeuwis C. 2004. *Communication for Rural Innovation. Rethinking Agricultural Extension. Third Edition*. Blackwell Publishing Ltd
- Mark-Shane E. Scale (2009) *Cloud Computing and Collaboration*. *Library Hi Tech News*, Vol. 26 Iss: 9, pp.10 - 13).
- Mell, P and Grance T (2009) *NIST Definition of Cloud Computing v15*.
- Mell, P and Grance T (2009) *Presentation on Effectively and Securely Using the Cloud Computing Paradigm v26*. Available at : <http://csrc.nist.gov/groups/SNS/cloud-computing/cloud-computing-v26.ppt>
- Mulyandari RSH. 2005. Alternatif Model Diseminasi Informasi Teknologi Pertanian Mendukung Pengembangan Pertanian Lahan Marginal. *Prosiding Seminar Nasional Masyarakat Inovasi Teknologi dalam Upaya Mempercepat Revitalisasi Pertanian dan Pedesaan di Lahan Marginal, Mataram, 30-31 Agustus 2005*.
- Munasinghe M. 1993. *Environmental Economics and Sustainable Development*.
- Pezzy, J. 1992. *Sustainable Development Concepts : An Economics Analysis*. *Environment Paper No. 2*. The World Bank, Washington, D.C.
- Purbo OW. 2002. Kekuatan Komunitas Indonesia di Dunia Maya. *Panatau*, 2(22).
- Servaes J. 2007. *Harnessing the UN System Into a Common Approach on Communication for Development*. *International Communication Gazette* 2007; 69; 483.
- Sigit Indra M, Widodo S, Wibisono A. [Laporan Khusus, *Gatra* Nomor 38 Beredar Kamis, 3 Agustus 2006].
- Spinola, M (2009) *An Essential Guide to Possibilities and Risks of Cloud Computing: a Pragmatic Effective and Hype Free Approach for Strategic Enterprise Decision Making*.
- Taragola DVL, Gelb E. 2009. *Information and communication Technology (ICT) adoption in Horticulture: comparison of the EFITA, ISHS, and ILVO questionnaires*. 26-08-2009.
- Velte, Anthony T.; Toby J. Velte, Ph.D.; Robert Elsenpeter. (2010). *“Cloud Computing: A Practical Approach”*. McGraw-Hill: New York. 20 Elsenpeter. (2010).
- WCED. 1987. *Our Common Future : The Bruntland Report*. Oxford University Press For the World Commission on Environment and Development, New York.
- UPIPD– Telecenter Kelayu Selatan. 2009. *Laporan Telecenter P4MI Kelayu Selatan Bulan Juni 2009*. P4MI Lombok Timur.