

MANAJEMEN KEBUN BERBASIS GEOGRAPHIC INFORMATION SYSTEM (GIS)

Heri Santoso

ABSTRAK

Manajemen kebun sudah mulai diperlukan pada tahap perencanaan pembukaan kebun, survei lahan, persiapan lahan, penanaman, dan saat kebun sudah berproduksi. Pemanfaatan GIS untuk operasional kebun ditentukan oleh tujuan aplikasi GIS tersebut. Database yang dibangun harus disesuaikan dengan tujuan dibangunnya aplikasi GIS tersebut. Database dipengaruhi oleh unit terkecil yang akan di *record*, umumnya unit terkecil dalam manajemen kebun adalah blok. Aplikasi GIS dengan memanfaatkan data yang bersumber dari remote sensing baik dari citra satelit maupun dari UAV, pengukuran terrestrial dengan GPS, dan data kebun. Data-data tersebut dapat digunakan untuk analisis, report, monitoring, dan dasar pengambilan keputusan. Pemanfaatan GIS pada tahap pembangunan kebun umumnya adalah desain blok dan perencanaan pembangunan kebun. Aplikasi GIS pada saat kebun sudah berproduksi adalah analisis database kebun berbasis spasial (keruangan) yang bersumber dari data manajemen kebun (LM76) dengan output berupa *report map* dan review data kebun untuk kepentingan dasar pengambilan keputusan. Aplikasi GIS untuk keperluan *monitoring*, selain memanfaatkan database kebun, umumnya juga diperlukan data yang bersumber dari teknologi remote sensing seperti kegiatan monitoring kerapatan populasi tanaman, areal hiaten (kosong), areal *buffer/konservasi* sungai, dan monitoring serangan hama dan penyakit serta indeks kehijauan tanaman.

Kata kunci: RS, GIS, manajemen kebun, perkebunan.

Penulis yang tidak disertai dengan catatan kaki instansi adalah peneliti pada Pusat Penelitian Kelapa Sawit

Heri Santoso (✉)
Pusat Penelitian Kelapa Sawit
Jl. Brigjen Katamso No. 51 Medan, Indonesia
Email: hs_jmp@yahoo.com

PENDAHULUAN

Manajemen kebun sudah diperlukan mulai tahap perencanaan pembukaan kebun, survei lahan, persiapan lahan, penanaman, dan saat kebun sudah berproduksi. Manajemen kebun baik saat pra pembangunan kebun maupun saat operasional kebun ditujukan untuk kepentingan penentuan kebijakan (*decision maker*) dan monitoring. Untuk mendukung manajemen operasional kebun umumnya diperlukan peta dan data pendukungnya. Saat ini masih banyak kebun atau sebagian besar kebun masih menggunakan cara sederhana dalam menggambarkan secara spasial (keruangan) kondisi kebun dan progress pemeliharaannya yaitu dengan cara mewarnai dengan spidol berwarna-warni pada kertas peta kebun yang di fotokopi (tidak berkoordinat). Saat Manager Kebun memerlukan informasi yang terkait dengan sebaran tahun tanam misalnya, maka krani/administrasi akan sibuk menyiapkan peta kebun dengan data pendukung serta spidol warna-warni. Pekerjaan tersebut berulang secara rutin dilakukan oleh krani/administrasi tanaman baik terkait informasi tanaman, pemeliharaan kebun, pembangunan/pemeliharaan jalan, bahkan seorang krani/administrasi mampu menggambarkan besarnya pencurian pada blok-blok rawan pencuriannya dengan menghandalkan spidol berwarna-warni. Hal yang tidak bisa dilakukan oleh krani/administrasi kebun adalah melakukan analisis data-data produksi atau analisis yang berkaitan dengan keruangan (spasial) yang rumit.

Gambaran kegiatan tersebut di atas merupakan implementasi dalam system informasi geografi/SIG (*Geographic Information System/GIS*), yang membedakan terletak pada cara pengerjaan, kualitas, dan kemampuan serta kemudahan analisis lebih lanjut. GIS sebagai tool sangat powerfull dalam kegiatan analisis dan pelaporan data-data kebun yang terkait keruangan (spasial) untuk mendukung penentuan kebijakan dan monitoring.

SEKILAS GIS dan RS

Sistem informasi geografis (SIG) adalah sistem informasi berbasis computer yang mampu mengumpulkan, menyimpan, memanipulasi, dan menampilkan data spasial dalam konteks kelembagaan dengan tujuan sebagai sistem pendukung pengambilan keputusan (Kraak and Ormeling, 2007; Suharyadi dan Danoedoro, 2004). SIG dapat mendukung berbagai aplikasi yang melibatkan data atribut (data nominal dan teks) dan spasial (grafis/peta). SIG secara tegas didesain untuk mengatur, mengolah, dan menggabungkan data yang terdistribusi secara spasial dengan jumlah yang sangat banyak (Glasgow *et al.*, 2004).

Aktivitas dalam GIS dapat meliputi pengukuran dari fenomena alam dan manusia dan mengolahnya dari perspektif keruangan, pengukuran ini menitik beratkan pada tiga tipe sifat data yang secara umum berasosiasi dalam suatu sistem yaitu elemen, atribut dan hubungan (*relationship*). Penyimpanan data (*storage*) dari hasil pengukuran dilakukan dalam format digital dalam computer yang selalu berkaitan dengan kenampakan (*feature*) pada peta digital. *Feature* ini dapat dibagi menjadi tiga tipe yaitu titik, garis, dan area (*polygon*). Sedangkan aktivitas menganalisis data dari hasil pengukuran untuk menghasilkan lebih banyak lagi data dan mendapatkan hubungan baru dengan melakukan manipulasi dan pemodelan dari beberapa data yang berbeda. Penggambaran dari hasil pengukuran dan atau analisis data dilakukan dengan berbagai cara yaitu peta, grafik, daftar atau ringkasan hasil analisis statistik.

Secara umum terdapat 4 komponen utama dalam GIS yaitu database, *software GIS*, *hardware* (perangkat computer), dan *man power*. GIS untuk manajemen kebun memerlukan database yang disesuaikan dengan tujuannya. Saat ini sudah banyak *software GIS* baik yang freeware maupun yang berlisensi di pasaran. *Software GIS* yang freeware antara lain Grass, MapWindows, Avismap, Esyahal Smart GIS, dan lain-lain, sedangkan *software GIS* berlisensi yang umum digunakan adalah ArcGis (ESRI), MapInfo (Pitney Bowes Software), AutoCAD Map (Autodesk), dan lain-lain. Seiring dengan perkembangan teknologi, saat ini sudah banyak perangkat komputer baik laptop maupun desktop di pasaran dengan berbagai spesifikasi dan harga. Begitu juga dengan kemampuan sumberdaya manusia yang terus meningkat yang sangat familiar dengan

perangkat computer menjadikan pengenalan dan penguasaan terhadap software mapping (GIS) akan lebih mudah diberikan kepada calon teknisi/operator GIS tersebut.

Perkembangan GIS saat ini juga diikuti perkembangan teknologi remote sensing (penginderaan jauh) sebagai salah satu sumber data yang akurat dalam GIS. Remote sensing (RS) secara umum merupakan suatu alat yang didasarkan pada suatu teknik dalam mencari/mendapatkan dan mengukur data/informasi/phenomena keruangan di muka bumi yang meliputi lithosphere, biosphere, hydrosphere, dan atmosphere tanpa menyentuh obyek tersebut secara langsung tetapi menggunakan radiasi elektromagnetik sebagai sumber energy yang sangat penting untuk memindahkan informasi dari target/obyek ke sensor satelit atau energy serap (*acoustic energy*) yang didapatkan melalui kamera, radiometer dan scanner, laser, radar, sonar, sound detectors, seismographs, magnetometers, gravimeters, scintillometers, dan lain-lainnya (Nicholas, 2007 dan Pidwirny, 2007).

APLIKASI GIS DAN RS UNTUK MANAJEMEN KEBUN

Tahap Pembangunan Kebun

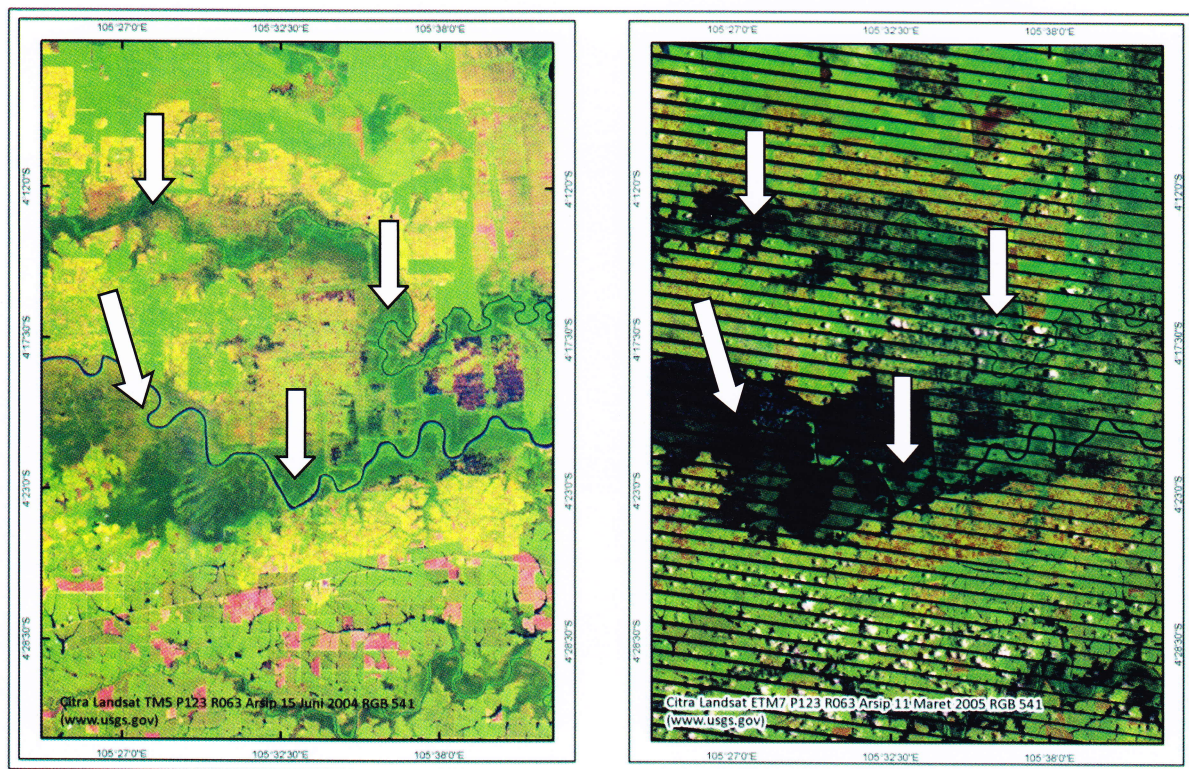
Pemanfaatan GIS dan RS pada tahap pembangunan kebun umumnya untuk melakukan analisis kondisi calon kebun, desain kebun, dan monitoring pembangunan kebun. Data-data yang digunakan dalam analisis pada tahap pembangunan kebun, dapat digunakannya sebagai database untuk mendukung analisis dan monitoring dalam manajemen operasional kebun. Santoso, dkk (2013) memanfaatkan teknologi RS dan GIS untuk mengidentifikasi areal basah dan analisis lebih lanjut sebagai dasar dalam pembuatan desain blok. Identifikasi terhadap areal basah dilakukan dengan memanfaatkan data RS multitemporal (beberapa waktu perekaman). Contoh identifikasi lahan basah ditunjukkan pada Gambar 1. Gambar 1 memberikan gambaran pada citra Landsat TM5 arsip tanggal 15 Juni 2004 menunjukkan areal dalam kondisi kering (tanda panah pada gambar kiri), sedangkan pada perekaman tanggal 11 Maret 2005 menunjukkan areal yang tergenang (tanda panah pada gambar kanan). Areal yang tergenang ditandai oleh warna biru gelap yang mirip dengan warna pada aliran sungai (citra menggunakan *false color*

composite RGB 541). Pada Gambar 1 sebelah kanan yang terdapat garis-garis diagonal merupakan *stripping* karena ada kerusakan pada sensor satelit.

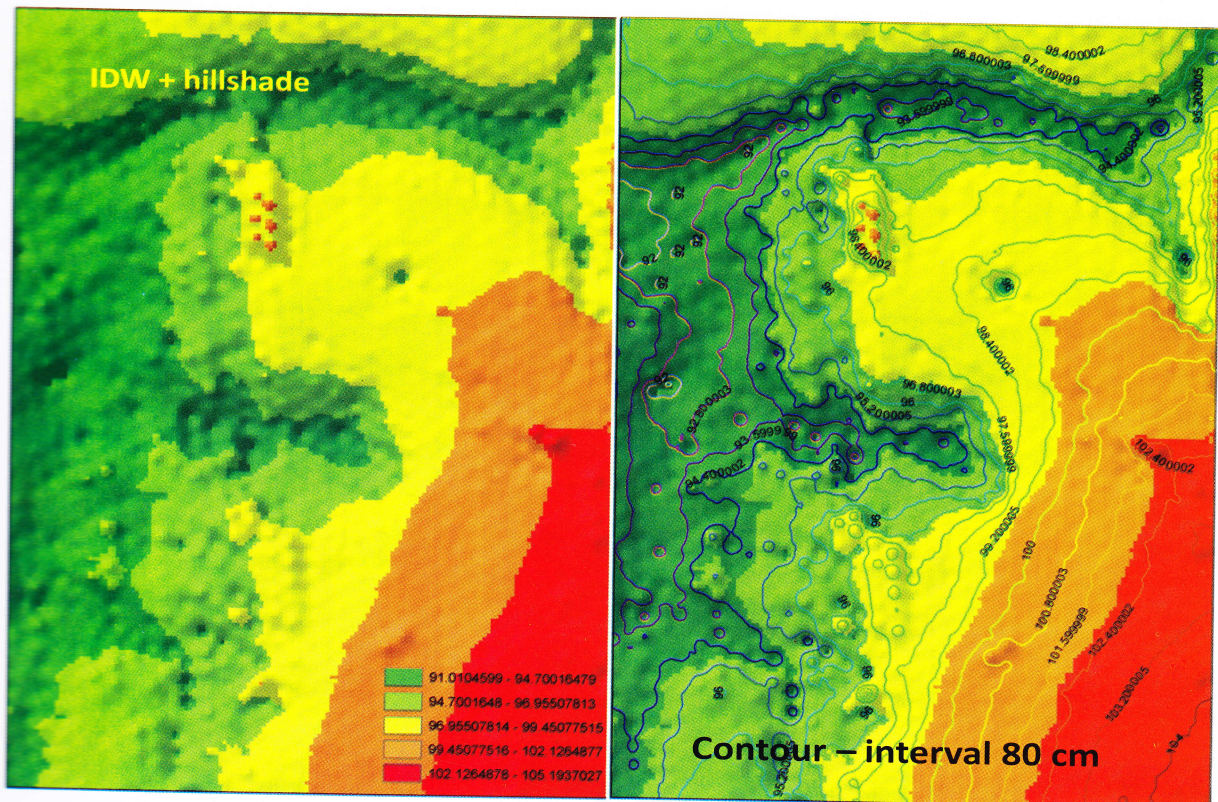
Keterbatasan data mikro topografi yang sangat diperlukan baik pada perencanaan desain kebun di areal basah maupun kering (*undulating*), Santoso dan Siregar (2006) melakukan identifikasi areal rendahan dengan menggunakan data *digital elevation model* (DEM) dari SRTM dan AGDEM (*ASTER GDEM a product by METI and NASA*) (USGS, 2013). Penggunaan DEM dengan cara interpolasi dari DEM SRTM dan AGDEM, pada areal rendahan digunakan untuk desain blok dan tata air terutama dalam penentuan areal yang memerlukan pembangunan tapak timbun dan pembuatan jaringan jalan pada areal yang bertopografi. Pengukuran mikro topografi selain menggunakan data DEM, dapat juga dilakukan dengan pengukuran terestris menggunakan total station (To) atau GPS (*Geographic Information System*) Geodetik. Gambar 2 menunjukkan hasil interpolasi titik-titik pengukuran mikrotopografi

menggunakan GPS Geodetik dengan interval kontur 0,8 m.

Perencanaan pembangunan kebun sangat diperlukan sebagai pedoman bagi pelaksana proyek baik sebagai dasar penyusunan anggaran maupun pelaksanaan di lapangan. Dengan GIS yang dilengkapi dengan berbagai sumber peta mampu mendesain dan menghitung kebutuhan sarana dan prasarana kebun seperti keperluan panjang jalan, saluran drainase, jembatan, gorong-gorong, dan pintu air. Gambar 3 menunjukkan desain kebun yang memanfaatkan *software GIS*. *Software GIS* mempunyai kemampuan untuk memperkirakan jumlah tanaman dalam satu blok dengan pola tanam tertentu, sehingga didapatkan gambaran kebutuhan bibit yang diperlukan. Gambar 4 sebagai contoh peta titik tanam. Titik-titik tanam tersebut selain dapat diprediksi dengan memanfaatkan tool yang ada di *software GIS*, juga dapat dipetakan dengan menggunakan GPS Geodetik yang mempunyai akurasi di bawah 1 meter.



Gambar 1. Citra Landsat yang menunjukkan areal pada kondisi kering (kiri) dan kondisi basah (tergenang) pada musim hujan (kanan)



Gambar 2. Hasil interpolasi pengukuran titik-titik ketinggian di kebun kelapa sawit

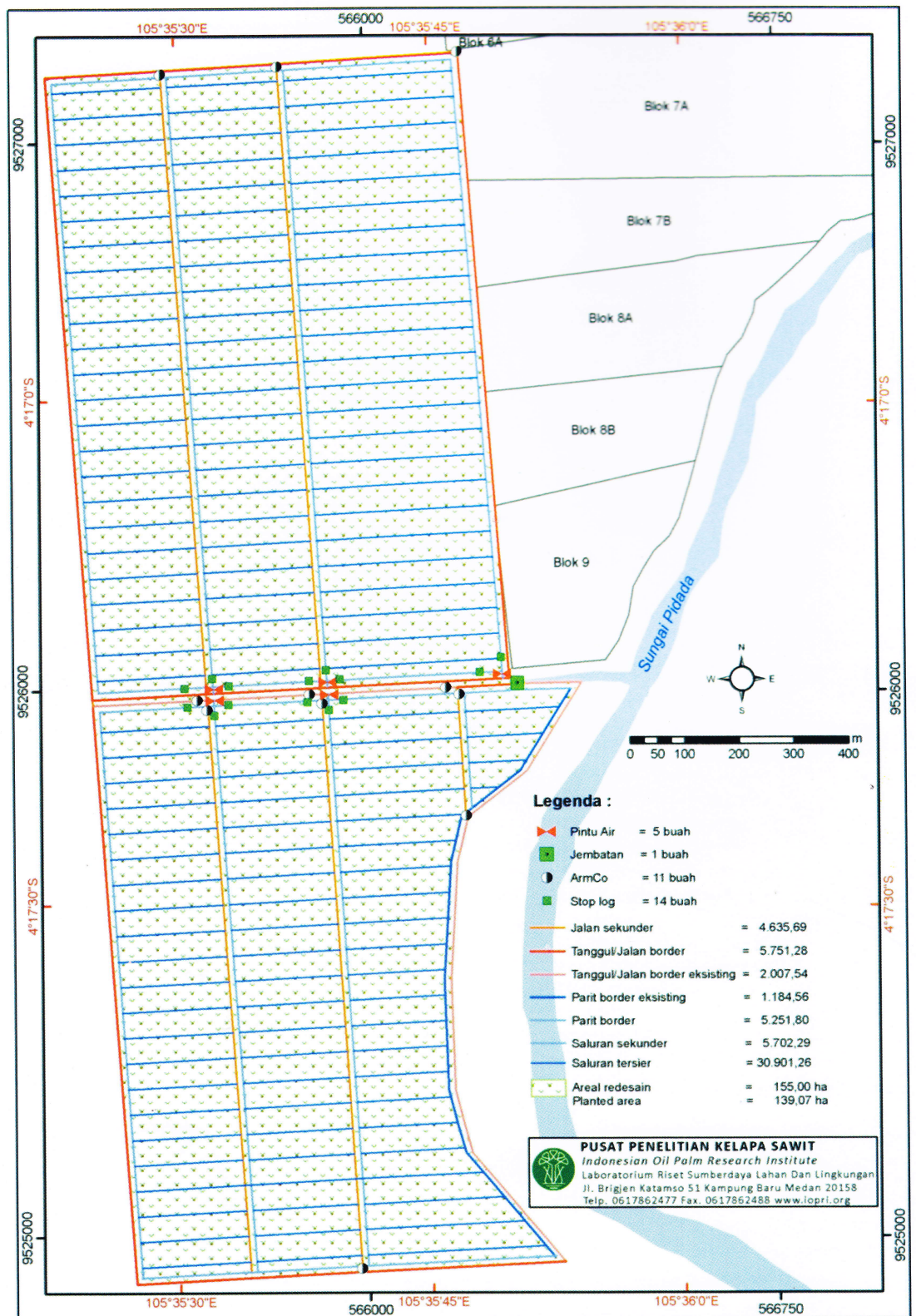
Analisis Data Kebun

Pemanfaatan GIS untuk mendukung manajemen operasional kebun sangat beragam bentuk, cara, analisis, dan cara menampilkannya. Contoh aplikasi GIS di perkebunan yang sederhana adalah membuat peta tahun tanam, afdeling, dan batas-batas kebun dengan berbagai simbol (warna, bentuk, dan kelas). Sebelum membuat database kebun, hal yang perlu ditetapkan adalah unit terkecil yang menjadi dasar dalam analisis. Umumnya dalam operasional kebun, satuan unit terkecil database adalah blok pertanaman. Dengan demikian, data dasar atau peta yang dibutuhkan adalah peta konsesi kebun yang dilengkapi dengan blok-blok pertanaman. Data-data pendukung yang dikenal dengan *data attribute* dapat diisikan melalui program GIS atau dengan cara mengetik di excel jika belum ada dan jika sudah tersedia database kebun yang berbasis blok, data tersebut dapat dijoinkan dengan peta yang ada di program GIS.

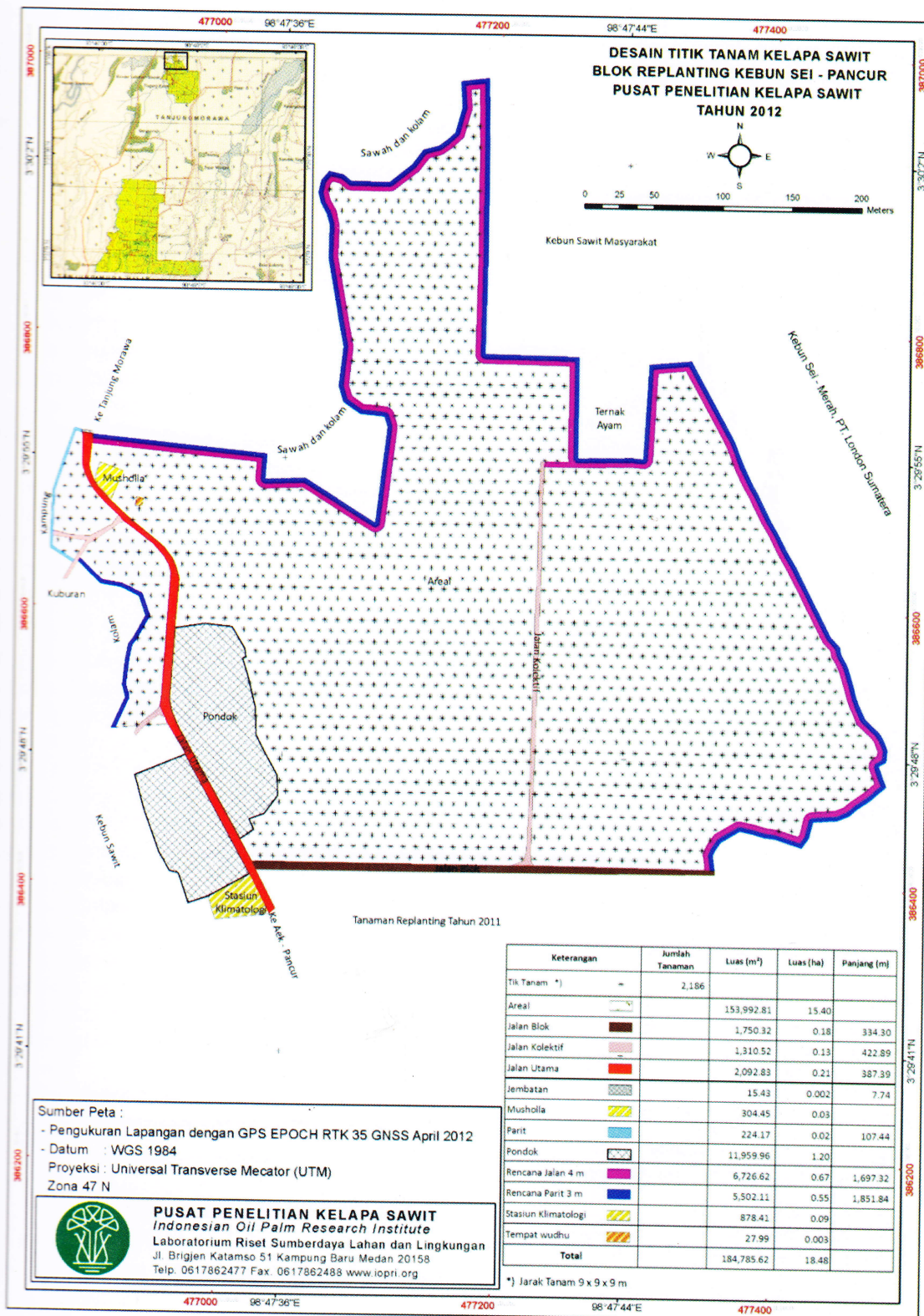
Analisis sederhana dengan hanya melakukan pengelompokan (*classing*) terhadap data produksi dapat dilakukan dengan memanfaatkan data LM76 untuk mengetahui sebaran produktivitas tanaman. Hal

ini sangat sulit dilakukan jika menggunakan cara manual atau dengan cara mewarnai dengan spidol berwarna. Teknik *classing* dapat disesuaikan dengan keperluan, dapat menggunakan *interval*, sebaran atau grafik, atau analisis statistic lainnya. Gambar 5 menunjukkan hasil *classing* data produksi menggunakan metode *interval*. Analisis penyebab pencapaian produksi dapat segera dilakukan oleh manajemen kebun setelah memperhatikan pola dan distribusi pencapaian produksi. Apakah terkait sarana dan infrastruktur kebun, pencurian, atau penyebab lainnya. Dengan memanfaatkan *query* dari data *attribute*, dalam satu peta dapat menampilkan data beberapa tahun produksi atau kombinasi dengan *attribute* lain.

Dengan menggunakan fasilitas *query* dalam program GIS, sebaran hara tanah dan daun dapat dipetakan berdasarkan *land unit* yang ditentukan. Misal untuk hara daun umumnya menggunakan unit terkecil berupa kelompok contoh daun (KCD) dan untuk hara tanah, penelitian Santoso, dkk (2010) menggunakan *land unit* yang merupakan kombinasi antara tahun tanam dan kelerengan untuk memetakan indeks kesuburan tanah (*Soil Fertility Index / SFI*).



Gambar 3. Desain kebun dengan menggunakan software GIS



Gambar 4. Peta titik tanam kelapa sawit

Pada kajian indeks kesuburan tanah tersebut analisis yang digunakan sedikit lebih rumit yaitu dengan analisis kuantitatif berjenjang tertimbang (Gambar 6). Adapun formula yang digunakan adalah:

$$SFI = (H \text{ KTK} \cdot B) + (H \text{ N} \cdot B) + (H \text{ C} \cdot B) + (H \text{ P} \cdot B) + (H \text{ K} \cdot B) + (H \text{ Ca} \cdot B) + (H \text{ Mg} \cdot B) - (H \text{ Al} \cdot B)$$

dengan: - H = harkat

- B = bobot

- KTK = KTK liat (m.e/100 gr)

$$\text{KTK liat} = (\text{KTK tanah} - \text{KTK bahan organik}) / \% \text{ liat} \times 100$$

$$\text{KTK bahan organik (m.e/100 gr)} = \% \text{ C} \times 1,734 / 100 \times 200$$

- N = N Total tanah (%)

- C = C organik tanah (%)

- P = P tersedia (ppm)

- K = K tertukarkan (m.e/100 gr)

- Ca = Ca tertukarkan (m.e/100 gr)

- Mg = Mg tertukarkan (m.e/100 gr)

- Al = Kejenuhan Al (%)

Gambar 5 dan Gambar 6 dapat dilakukan analisis (*overlay*) keterkaitan kesuburan tanah dan pencapaian produksi. Hasil *overlay* ini akan menjadi dasar Manager Kebun untuk mengidentifikasi penyebab produktivitas tanaman rendah pada areal yang mempunyai indeks kesuburan tanah yang cukup subur, apakah karena populasi pohon produksi yang berkurang, serangan hama/penyakit, pencurian, atau penyebab yang lain. Masih banyak lagi analisis-analisis yang biasa dilakukan oleh kebun dapat dispasialkan sehingga mendorong analisis yang lebih komprehensif karena pembaca dapat membandingkan kondisi blok per blok dalam dimensi keruangan (posisi blok dengan blok yang lain).

Software GIS yang ada saat ini sangat dimungkinkan untuk di "*custome*" sesuai dengan peruntukannya, jika ada tenaga IT pemrograman. Misal di program ArcGIS dapat dilakukan *custome* menggunakan bahasa pemrograman python, walau dalam penyusunan *syntax/scripts* di *query* ada fasilitas bahasa pemrograman java dan VB. Sedangkan *software GIS* yang open source (*freeware*) sangat memungkinkan dilakukan *custome* dengan berbagai bahasa pemrograman yaitu VB, Delphi, Java, dll. *Custom software GIS* ini umumnya akan menghasilkan

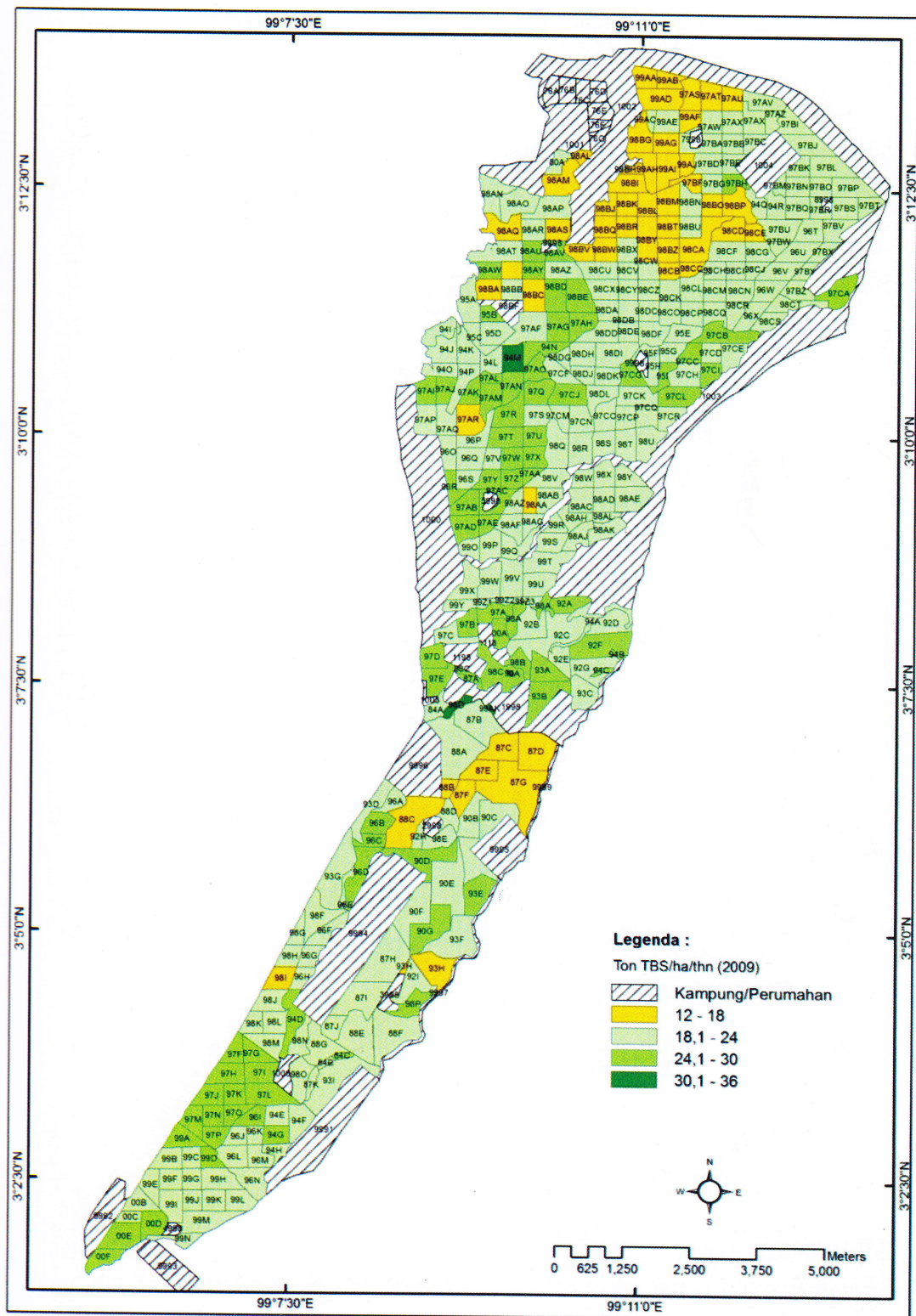
GIS perkebunan atau GIS lain yang disesuaikan dengan tujuan dari *customsoftware GIS* tersebut. Dengan *customsoftware GIS* ini akan memudahkan manajemen kebun untuk melakukan analisis, report, dan dasar penentuan kebijakan karena seluruh parameter *query* sudah ditetapkan saat pembuatan aplikasi.

Monitoring

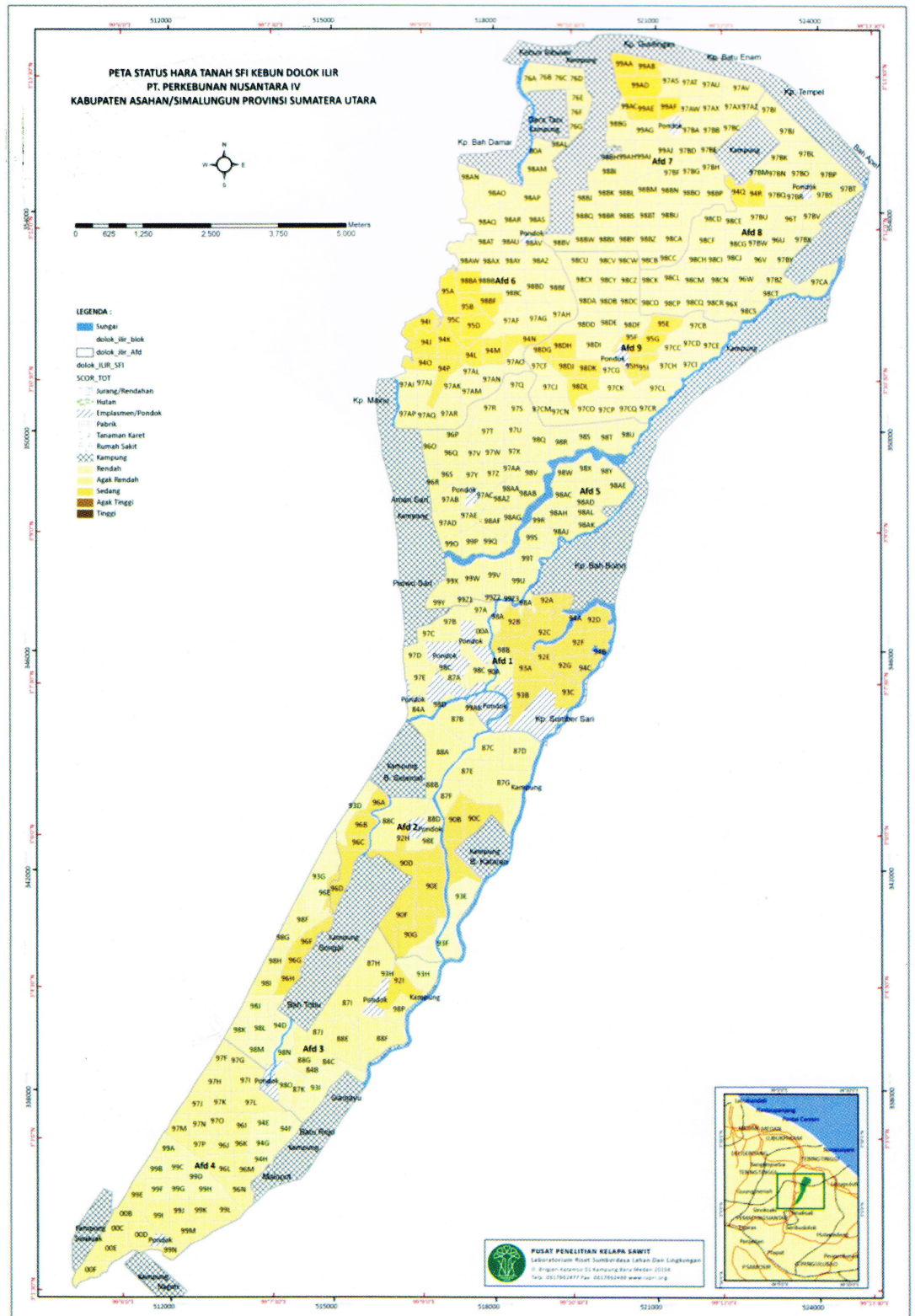
Kegiatan monitoring pekerjaan kebun seperti pengangkutan, pemeliharaan kebun, pemupukan, dan panen dapat dispasialkan dengan melengkapi seluruh kegiatan dengan GPS atau pelaporan seluruh kegiatan setiap hari kepada Divisi GIS untuk dispasialkan. *System tracker* GPS kepada tenaga operasional kebun memungkinkan Divisi GIS memonitor kegiatan di kebun dan merekamnya. Hal tersebut tentunya diperlukan sarana dan prasarana pendukung untuk memperkuat Divisi GIS baik di tingkat afdeling, kantor kebun, maupun kantor pusat. Saat ini sudah banyak pengembang *software GIS* yang berbasis web yang dikenal dengan WebGIS.

Pemanfaatan teknologi RS untuk keperluan monitoring tegakan pohon sudah banyak dilakukan oleh perusahaan besar, baik dengan memanfaatkan citra satelit beresolusi tinggi (Geoeye, Worldview2, dll) maupun pemanfaatan foto udara dengan pesawat tanpa awak (UAV-*unmanned aerial vehicle*). Kegiatan sensus pohon umumnya secara rutin dilaksanakan oleh kebun yang hasilnya sangat tergantung kejujuran penyensus/pekerja. Dengan menggunakan teknologi RS akan didapatkan data yang sangat akurat, karena interpretasinya dapat dilakukan secara visual maupun digital. Gambar 7 menunjukkan citra satellite Quickbird Pansharpen 321 (*true color*) yang menunjukkan kondisi sebenarnya, terdapat areal kosong karena serangan *Ganoderma* dan tanaman kelapa sawit yang ditandai bentuk tajuk seperti bintang. Areal hiaten (areal kosong) karena serangan *Ganoderma* ini dapat dibedakan dan dipetakan dengan memanfaatkan band merah (band 3) melalui *image processing* dengan *software remote sensing* atau GIS yang mempunyai fasilitas *image processing* (Santoso *et al.*, 2011).

Monitoring dan tracing serangan penyakit dapat dilakukan dengan pemanfaatan citra satelit, seperti yang dilakukan oleh Santoso *et al.* (2011) memanfaatkan citra Quickbird untuk memetakan dan mengidentifikasi serangan busuk pangkal batang pada tanaman kelapa sawit. Azleen *et al.* (2003) melakukan



Gambar 5. Distribusi pencapaian produksi dengan klasifikasi interval



Gambar 6. Soil Fertility Index (SFI) di dengan analisis kuantitatif berjenjang tertimbang



Gambar 7. Citra Quickbird Pansharpen 321



Gambar 7. Citra Quickbird Pansharpen 321

kajian menggunakan citra Landsat TM dengan beberapa indeks vegetasi yaitu *normalized difference vegetation index* (NDVI), *soil adjusted vegetation index* (SAVI) and *atmospherically resistant vegetation index* (ARVI) pada tanaman kelapa sawit untuk mengetahui sensing merupakan teknologi masa depan untuk keperluan monitoring, analisis, dan dasar untuk penentuan kebijakan dalam dunia perkebunan secara cepat dan mewujudkan perkebunan yang berwawasan lingkungan.

KESIMPULAN

Database pada aplikasi GIS di perkebunan ditentukan tujuan dari aplikasi tersebut dan unit terkecil yang akan digunakan, umumnya unit terkecil dari aplikasi GIS di perkebunan adalah blok. Data kebun yang berbasis blok dapat di-*joint*-kan dengan *basemap* kebun yang dibuat dan dengan *query* sederhana sampai yang rumit dapat digunakan sebagai dasar dalam analisis sebagai report atau sebagai dasar dalam penentuan kebijakan manajemen. Sumber data GIS dalam perkebunan selain data kebun, dapat berasal dari *remote sensing* baik citra satelit maupun dari UAV serta dari pengukuran terestrial menggunakan GPS. Aplikasi GIS mampu diaplikasikan saat tahap pembangunan kebun dan pada saat tanaman menghasilkan, serta monitoring kondisi kebun. Untuk mendukung kepentingan aplikasi kebun, *software* GIS baik yang *freeware* maupun yang berlisensi dapat di *custom* menjadi GIS kebun baik yang berbasis web yang dikenal sebagai WebGIS maupun dekstop.

DAFTAR PUSTAKA

- Azleen, N., Wahid, Tarmizi, dan Basri. 2003. Remote Sensing for Oil Palm Foliar Nitrogen. MPOB TT No. 177. <http://mpob.gov.my>. Diakses pada tanggal 22 November 2007
- Glasgow, J. French, S., Zwick, P., Kramer, L., Richardson, S., and Berry, J.K. 2004. A Consensus Methods Finds Preferred Routing. *GeoWorld*. April 2004. Vol. 13 (3). pp 22-25.
- Kraak, M.J. and Ormeling, F. 2007. Kartografi: Visualisasi Data Geospasial. Edisi Kedua. Versi Indonesia. Gadjah Mada University Press.
- Nicholas S. 2007. Remote Sensing Tutorial. <http://rst.gsfc.nasa.gov/intro/part2.5.html>
- Pidwirny M. 2007. Fundamental of Physical Geography. www.physicalgeography.net/fundamentals/2e.html
- Santoso, H., T. Gunawan., R.H. Jatmiko, W. Darmosarkoro, and B. Minasny. 2011. Mapping and Identifying Basal Stem Rot Disease in Oil Palms in North Sumatra with Quickbird Imagery. *Precision Agric* (2011) 12:233-248. Springer Science+Business Media. LLC 2010.
- Santoso, H., D. Wiratmoko, E.S. Sutarta, dan Sugiyono. 2010. Analisis Kuantitatif dan Spasial untuk Menentukan Indeks Kesuburan Tanah di Kebun Dolok Ilir PT Perkebunan Nusantara IV. *Jurnal Penelitian Kelapa Sawit*, 18 (1):pp 1-10.
- Santoso, H. dan H.H. Siregar. 2006. Studi Permasalahan Water Management pada Kebun Kelapa Sawit Menggunakan Pendekatan Geographic Information System, Kasus kebun Bentayan, Sumatera Selatan. *Jurnal Penelitian Kelapa Sawit*, 14(3): p137-143.
- Suharyadi dan Danoedoro, P. 2004. Sistem Informasi Geografis: Konsep Dasar dan Beberapa Catatan Perkembangan Saat Ini. Dalam Sains Informasi Geografis, Dari Perolehan dan Analisis Citra Hingga Pemetaan dan Pemodelan Spasial. Danoedoro, P. (Editor). Jurusan Kartografi dan Penginderaan Jauh Fakultas Geografi UGM. Yogyakarta. pp 41 – 54.
- USGS, 2013. SRTM and AGDEM (ASTER GDEM a product by METI and NASA). www.usgs.gov. Di download pada Januari 2013.