

PENDETEKSIAN LAPISAN KERAS DI DALAM TANAH PODZOLIK DENGAN MENGGUNAKAN TEKNIK PENGINDERAAN JAUH

Oleh:

Bambang Hari P. *)

Pendahuluan

Penginderaan jauh telah banyak dimanfaatkan dalam bidang pertanian, kehutanan, geologi, geografi dan bidang lainnya. Berbagai bagian dari gelombang elektromagnetik dapat digunakan dalam teledeteksi menurut berbagai teknik yang dipakai dan sifat obyek yang dipelajari.

Dalam bidang pertanian dan kehutanan banyak dipelajari hubungan antara sifat-sifat dan bentuk struktur tanaman atau bagian tanaman dengan panjang gelombang elektromagnetik yang dipakai dalam penginderaan jauh. Hubungan tersebut pada umumnya dinyatakan dalam bentuk besarnya "*reflectance*" dari obyek yang dipelajari, yaitu besarnya perbandingan antara sinar yang dipantulkan dan yang datang pada panjang gelombang tertentu. Dengan demikian maka nilai *reflectance* tersebut lebih cenderung mencirikan sifat-sifat atau karakteristik lapisan atas atau permukaan obyek yang dipelajari. Usaha untuk mempelajari karakteristik atau sifat-sifat lapisan yang ada dibawahnya dapat dilakukan dengan menghubungkan karakteristik atau sifat-sifat yang ada di permukaan dengan lapisan yang ada di bawahnya.

Pada tanah Podzolik di daerah Landes de Gascogne yaitu daerah hutan dan pertanian yang terletak di sebelah Barat Daya Perancis dijumpai lapisan keras yang tersebar tidak merata pada horizon B. Lapisan keras ini terletak pada kedalaman

70 — 100 cm dan tidak mudah dipecahkan dengan alat pertanian biasa, kecuali dengan subsoiler. Lapisan ini sering disebut dengan **Alios** atau **lapisan Bh keras** dan sifatnya kedap air (Wilbert, 1977).

Karena sifatnya yang kedap air dan sering tersebar tidak merata, maka hal ini menyulitkan bagi perencanaan membuat atau memasang saluran drainase yang ditanam didalam tanah. Usaha untuk mengetahui penyebaran lapisan keras pada horizon B ini secara cepat dan murah akan membantu perencana drainase dalam menempatkan pipa-pipa drainase dibawah lapisan olah dengan lebih efisien.

Penggunaan penginderaan jauh diharapkan akan dapat meningkatkan efisiensi pemetaan penyebaran lapisan keras atau alios yang terdapat pada horizon B tersebut.

Tinjauan Pustaka

Pada panjang gelombang visibel (400 — 700 nm) dan infra merah dekat (700 — 1100 nm) nilai "*reflectance*" obyek yang dipelajari sangat tergantung besarnya jumlah sinar yang dipantulkan. Untuk tanah yang sama, apabila kelengasannya meningkat maka nilai "*reflectance*"nya menurun. Untuk tanah dengan tekstur yang berbeda dan kelengasan yang berbeda maka kurva "*reflectance*"nya akan bervariasi. Untuk tanah lempung, penyerapan pada semua panjang gelombang lebih nampak bila dibandingkan dengan tanah pasir. Untuk tanah dengan tekstur yang sama, nilai

*) Staf Pengajar FTP-UGM.

reflectance tanah basah selalu lebih kecil daripada tanah kering; tetapi untuk tanah lempung, walaupun kering, selalu mempunyai nilai reflectance yang minimum pada panjang gelombang yang peka terhadap air. Hal ini disebabkan pada lempung yang keringpun masih terdapat kandungan air yang berpengaruh terhadap nilai reflectancenya.

Menurut Bowers dan Hans dalam Arrouys D. 1982, ada 3 panjang gelombang yang selalu diserap oleh air yaitu panjang gelombang 1440 nm, 1900 nm dan 2000 nm. Dalam hal ini nampak pentingnya panjang gelombang infra merah menengah dalam mendeteksi kelengasan.

Pendeteksian kelengasan tanah tersebut hanya berkaitan dengan kondisi yang ada dipermukaan saja. Untuk mendeteksi kelengasan pada lapisan yang lebih dalam maka harus digunakan gelombang mikro misalnya pada panjang gelombang 6,6 cm.

Kekasaran muka tanah bervariasi sesuai pekerjaan yang dikenakan seperti pembajakan, penggaruan, penyiangan. Pada tanah yang relatif rata maka akan mempunyai "reflectance" yang lebih besar bila dibandingkan dengan tanah yang permukaannya kasar.

Bahan organik mempunyai pengaruh yang lebih dominan bila dibandingkan dengan kekasaran muka tanah. Hal ini disebabkan karena bahan organik mudah mengikat air, sehingga bahan organik erat kaitannya dengan kelengasan tanah. Baumgardner dan Kristof dalam Prijambodo (1985) menerangkan bahwa antara "reflectance" dan bahan organik mempunyai korelasi yang erat untuk tanah-tanah pada ketinggian dibawah 1000 meter dari permukaan laut. Menurut Girard (1975), "reflectance" tanah akan meningkat apabila kandungan kapurnya juga meningkat.

Hipotesis

Tanah podzolik di daerah Landes de Gascogne terdiri dari 3 tipe dengan kandungan bahan organik yang bervariasi. Dengan menggunakan teknik penginderaan jauh, maka pengenalan 3 tipe tanah podzolik tersebut dapat dilakukan dengan lebih mudah, cepat dan lebih efisien. Dengan diketahuinya tiga tipe tanah podzolik tersebut maka lapisan keras yang ada dibawah salah satu tipe tanah podzolik juga dapat diidentifikasi.

Bahan dan Cara

Penelitian dilakukan di lahan pertanian dimana pada lahan tersebut dijumpai 3 tipe tanah podzolik yaitu:

- **Tipe I:** tanah podzolik dengan horizon A yang diikuti dengan horizon Bh lunak dibawahnya, kemudian horizon C dibawah horizon Bh.
- **Tipe II:** tanah podzolik dengan horizon A yang diikuti dengan horizon Bh keras atau Alios dibawahnya, kemudian horizon C. Diatas horizon Bh keras ini kadang-kadang dijumpai juga horizon Bh lunak.
- **Tipe III:** tanah podzolik dengan horizon A yang diikuti dengan horizon Bh lunak yang tipis (2 — 10 cm) bercampur dengan horizon C, dan sering disebut horizon BC, kemudian dibawahnya diikuti dengan horizon C.

Untuk penelitian ini dipilih petak lahan yang mempunyai 3 tipe tanah podzolik tersebut yang dapat dikenali dengan cara pengeboran sampai kedalaman 1 meter. Tanah tersebut kemudian difoto dari udara dengan menggunakan pesawat yang dilengkapi dengan 3 kamera dengan film yang berbeda, dan dilakukan secara bersama-sama. Karakteristik pemotretan tanah tersebut dapat dilihat pada tabel 1.

Kamera yang digunakan adalah Hasseblad 500 EL/M.

Foto hasil pemotretan tersebut kemudian dipindahkan ke disket dengan menggunakan microdensitometer numerik Joyce Loebel tipe Mk 3 Cs dengan sistem penyapuan. Dengan demikian maka setiap bagian kecil foto ("pixel") akan memberikan angka tertentu yang mana angka atau nilai tersebut akan bervariasi sesuai dengan gelap atau terangnya bagian foto yang dipindahkan. Nilai ini lebih sering dikenal dengan istilah nilai radiometri dari bagian foto yang dipindahkan.

Secara ringkas perlakuan dalam numerisasi yang dilakukan terhadap film hasil pemotretan dapat dilihat pada Tabel 2.

Pemindahan bagian kecil foto ("pixel") dilakukan untuk seluruh hasil pemotretan lengkap. Dengan demikian maka ada 5 hasil rekaman yang siap diolah.

Dengan menggunakan komputer pericolor 1000, foto yang sudah dipindahkan ke disket tersebut diberikan perlakuan dengan program-program yang telah tersedia.

Pemeriksaan di lapangan dilakukan pada hari yang sama pada saat pengambilan foto dilakukan. Pada petak yang diteliti ditentukan 72 titik, yang mana 31 titik terletak pada sumbu-sumbu yang sejajar dengan panjang dan lebar petak dan sisanya yaitu 41 titik terletak tersebar dalam petak. Pengambilan contoh tanah dilakukan pada

Tabel 1. Karakteristik pemotretan 3 tipe tanah podzolik

Jenis Film	Ukuran Lebar Film (mm)	Jarak Obyektif Kamera (mm)	Filter Yang Digunakan	Medan Foto Teoritis (m)	Skala
— infra merah berwarna	70	100	W12	670	1/12190
— pankromatik hitam putih	70	100	filter kuning T = 45% pada 445 nm	670	1/12190
— pankromatik hitam putih	50	50	—	1340	1/24380

Tabel 2. Numerisasi yang dilakukan pada ketiga film hasil pemotretan

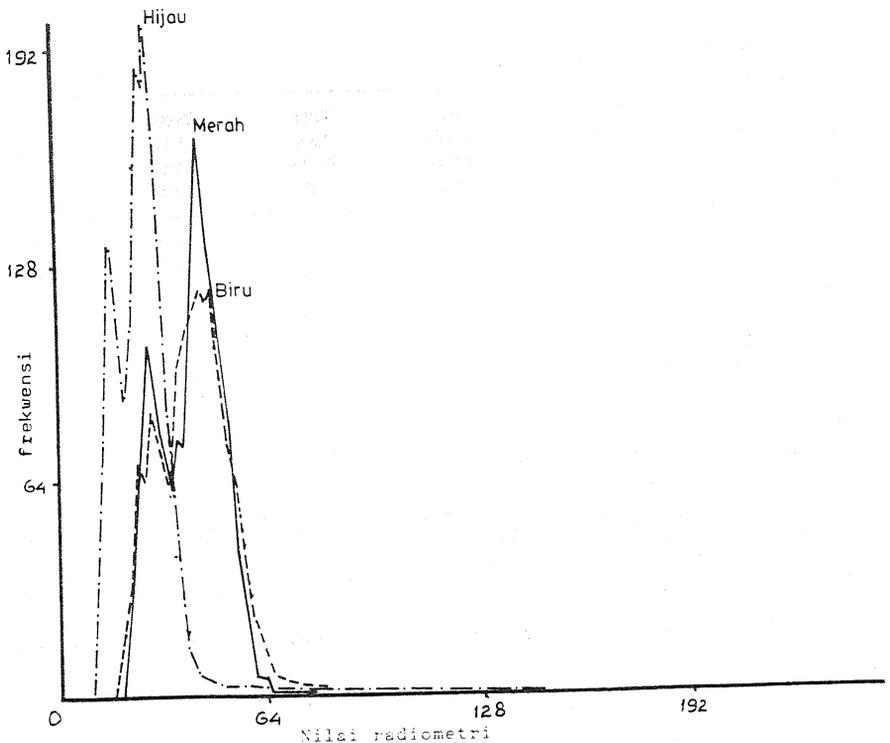
Jenis Film	Jarak Obyektif (mm)	Ukuran Pixel Dalam Numerisasi (mikron)	Filter yang Digunakan dalam Numerisasi	Panjang Gelombang yang Diteruskan
— Infra merah berwarna	100	100 × 100	DA 439 C DA 532 C DA 640 C	biru hijau biru
— pankromatik hitam putih	100	70 × 70	—	—
— pankromatik hitam putih	50	140 × 140	—	—

tanah bagian permukaan saja, selanjutnya dilakukan pengeboran untuk mengetahui tipe tanah podzolik yang ada pada titik tersebut. Titik-titik tersebut juga dicatat koordinatnya terhadap batas petak. Kandungan bahan organik dan kelengasan contoh tanah permukaan tersebut dianalisa di laboratorium.

Hasil dan Pembahasan

Dengan menggunakan komputer pericolor 1000 dan dengan menggunakan program yang sama, maka hasil pemin-dahan dari setiap bagian (pixel) hasil

pemotretan dari setiap film dapat disajikan dalam bentuk numerik. Nilai numerik yang lebih dikenal dengan nilai radiometri dari setiap pixel ini sangat bervariasi sesuai dengan tonalitas (gelap dan terangnya) hasil pemotretan dan perlakuan dalam perekaman dengan mikrodensitometer. Hasil rekaman dari setiap film ini bila dilihat dalam monitor dalam bentuk gambar, maka akan nampak bahwa variasi tonalitasnya (gelap dan terangnya) akan sesuai dengan variasi nilai radiometrinya. Dari 3 perlakuan terhadap film infra merah dapat dilihat juga kisaran nilai numeriknya serta jumlah pixel untuk setiap nilai radiometrinya (lihat Gambar 1).



Gambar 1. Dinamika nilai radiometri dari gambar petak yang diteliti pada masing-masing panjang gelombang

Dengan memberikan perlakuan yang sama yaitu berupa operasi penambahan, pengurangan dan perkalian terhadap semua nilai radiometri dari masing-masing hasil rekaman maka akan diperoleh nilai radiometri yang baru untuk setiap pixel tersebut. Perlakuan ini akan memberikan 3 kelompok nilai radiometri yang berkaitan dengan 3 warna pada gambar yang disajikan dalam monitor. Tiga kelompok warna ini mempunyai batas yang jelas sehingga secara visual dapat dibedakan dengan mudah.

Untuk gambar petak yang diteliti,

dimana pada petak tersebut terdapat 72 titik pengamatan, diperbesar. Dengan mengetahui skala gambar dan koordinat setiap titik, kemudian titik-titik tersebut diplot pada gambar yang ada dimonitor.

Hasil analisa laboratorium yang berupa kandungan bahan organik dan kelengasan tanah kemudian dikelompokkan sesuai dengan tipe tanah podzolik yang ditemukan dalam pengeboran di lapangan. Dari hasil pengelompokan tersebut maka dapat diperoleh hasilnya seperti pada Tabel 3 dan Tabel 4.

Tabel 3. Rata-rata kandungan bahan organik pada 31 titik pengamatan yang terdapat pada 2 sumbu dan 41 titik pengamatan yang tersebar

Tipe Tanah Podzolik	Jumlah Titik	Kandungan Bahan Organik (%)		Jumlah Titik	Kandungan Bahan Organik (%)	
		Rata-rata	SB		Rata-rata	SB
— Tipe I	10	6,91	0,955	19	5,18	0,947
— Tipe II	6	5,37	0,520	13	3,48	1,322
— Tipe III	15	3,69	0,281	9	2,22	0,529
Jumlah	31			41		

Keterangan: SB = simpangan baku.

Tabel 4. Rata-rata kelengasan tanah pada 31 titik pengamatan yang terdapat pada 2 sumbu dan 41 titik pengamatan yang tersebar

Tipe Tanah Podzolik	Jumlah Titik	Kelengasan Tanah (%)		Jumlah Titik	Kelengasan Tanah (%)	
		Rata-rata	SB		Rata-rata	SB
— Tipe I	10	11,49	2,306	19	4,81	2,802
— Tipe II	6	9,45	1,253	13	3,16	1,127
— Tipe III	15	7,83	0,691	9	3,27	0,765
Jumlah	31			41		

Keterangan: SB = simpangan baku.

Dengan membandingkan nilai rata-rata kandungan bahan organik dan kelengasan tanah pada tingkat signifikansi 5%, ternyata kandungan bahan organik ketiga tipe tanah podzolik tersebut berbeda nyata baik untuk 31 maupun 41 titik pengamatan; tetapi untuk kelengasan tanah ternyata hanya untuk 31 titik pengamatan saja yang berbeda nyata, sedangkan untuk 41 titik yang lainnya tidak berbeda nyata.

Dengan demikian maka dapat disimpulkan bahwa ada hubungan yang erat antara tipe tanah podzolik dan kandungan bahan organik tanah, sedangkan untuk tipe tanah podzolik dan kelengasan tanah tidak ada hubungan yang erat. Dengan demikian maka ketiga tipe tanah podzolik tersebut dapat dicirikan dengan kandungan bahan organik yang ada di permukaan tanah.

Selanjutnya dari 5 hasil rekaman yang telah diproses, dengan gambar yang disajikan dalam bentuk 3 warna yang berbeda, kemudian diteliti letak setiap titik pengamatan yang dilakukan di lapangan. Setelah diamati dan dicocokkan dengan hasil pengeboran di lapangan ternyata hanya ada dua hasil pemrosesan yang memberikan hasil yang baik yaitu:

- a. Ketiga warna tanah yang terlihat dimonitor ternyata mempunyai nilai radiometri yang tidak saling tumpang tindih, yang dapat dilihat dari histogram nilai radiometri dari masing-masing warna. Hal ini menunjukkan adanya pemisahan yang tegas terhadap ketiga warna tanah tersebut.
- b. Dari hasil pemeriksaan letak semua titik yang telah dikelompokkan dalam masing-masing tipe tanah podzolik, ternyata diperoleh hubungan sebagai berikut (Gambar 2):
 - Tanah podzolik tipe I ditunjukkan oleh warna gelap pada gambar dimonitor. Nilai radiometri tanah podzolik tipe I ini ternyata termasuk dalam kelom-

pok nilai radiometri yang paling besar.

- Tanah podzolik tipe III ditunjukkan oleh warna yang terang pada layar monitor. Harga radiometri tanah podzolik tipe III ini ternyata termasuk dalam kelompok nilai radiometer yang paling rendah.
- Tanah podzolik tipe II ditunjukkan oleh warna yang terdapat antara warna kedua tipe tanah podzolik diatas yaitu warna peralihan. Demikian juga dengan nilai radiometrinya; ternyata terdapat diantara nilai radiometri kedua tipe tanah tersebut.

Hasil dari pemrosesan dan analisa perhitungan terhadap nilai radiometri dalam pericolor yang memberikan hasil seperti tersebut di atas adalah:

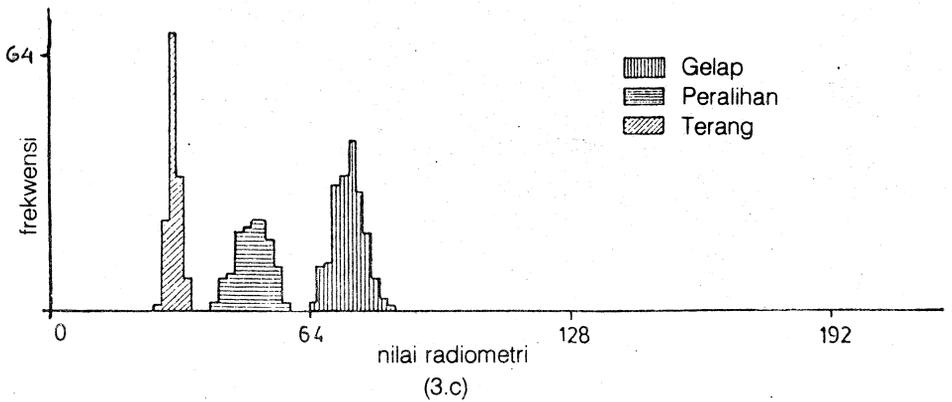
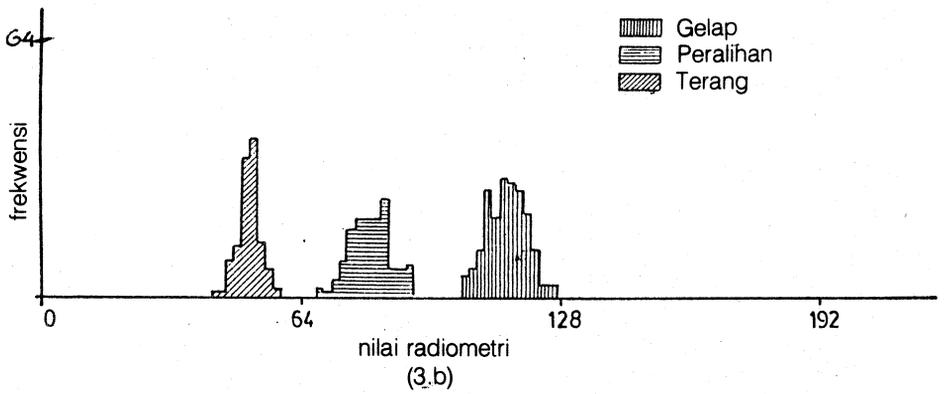
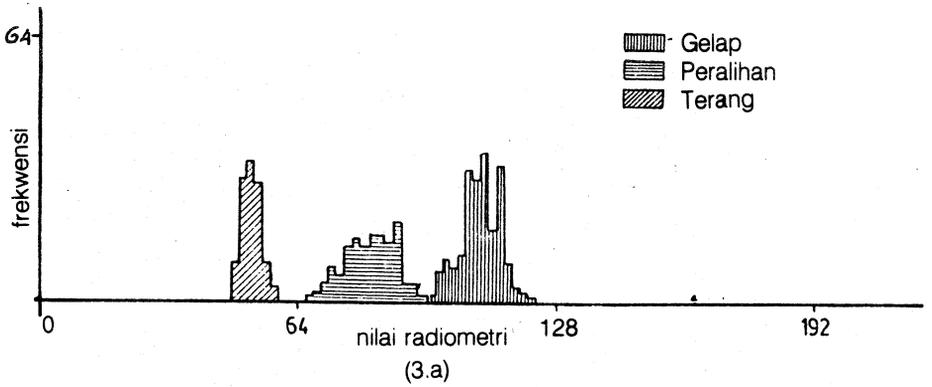
- a. Foto infra merah berwarna yang dinumerisasi dengan langkah 100×100 mikron dengan menggunakan filter DA 439 C (lihat gambar 3b). Dengan demikian maka gelombang emulsi warna biru lebih dapat membedakan ke tiga tipe tanah podzolik tersebut bila dibandingkan dengan emulsi warna merah dan hijau.
- b. Foto hitam putih pankromatik yang diambil dengan jarak fokus 50 mm dan numerisasi dilakukan dengan langkah 140×140 mikron (lihat gambar 3c).

Adapun 3 hasil pemrosesan dan analisa perhitungan terhadap nilai radiometri yang lain tidak memberikan hasil yang baik. Hal ini disebabkan karena jumlah titik-titik hasil pengeboran yang mencirikan tipe tanah podzolik yang sama, tidak selalu dijumpai di tempat dengan warna yang sama; terutama untuk tanah podzolik tipe I dan tipe II, atau tipe II dan tipe III dapat diketemukan pada warna dengan nilai radiometri yang sama.

Dari hasil analisa histogram ternyata dua atau tiga nilai radiometri ketiga tipe tanah podzolik tidak dapat dipisahkan. Hal ini



Gambar 2. Hasil pemrosesan dari film infra merah pada panjang gelombang warna biru yang membedakan 3 tipe tanah podzolik yaitu: tanah podzolik tipe I berwarna gelap, tanah podzolik tipe III berwarna terang dan tanah podzolik tipe II berwarna peralihan



Gambar 3.a. Histogram hasil analisa gelombang warna merah
 3.b. Histogram hasil analisa gelombang warna biru
 3.c. Histogram hasil analisa film pankromatik

berarti ketiga tipe tanah podzolik tersebut tidak dapat dibedakan dengan tegas dengan metode yang telah dilakukan seperti tersebut di atas (gambar 3a).

Disamping itu ternyata bahwa dari hasil analisa tersebut diatas, hubungan antara kandungan bahan organik dan kelengasan tanah tidak selalu mempunyai hubungan yang erat, yang dapat memberikan respon yang sama terhadap hasil pemotretan.

Kesimpulan

Dari hasil penelitian tersebut dapat disimpulkan bahwa untuk mendeteksi lapisan keras (alios) yang ada pada kedalaman 70 — 100 cm, dapat dilakukan dengan menggunakan teknik penginderaan jauh, yaitu dengan cara mencari hubungan antara sifat-sifat lapisan permukaan tanah, panjang gelombang elektromagnetik yang digunakan dan teknik pemotretan yang dilakukan. Dalam hal ini teknik yang dapat digunakan adalah:

- a. dengan menggunakan emulsi warna biru yang diperoleh dari foto dengan film infra merah berwarna yang dinumerisasi dengan langkah 100 × 100 mikron dengan menggunakan filter DA 439C. Skala foto adalah 1 : 12000.
- b. pemotretan dengan menggunakan film pankromatik hitam putih dengan skala 1 : 24000 yang dinumerisasi dengan langkah 140 × 140 mikron.
- c. mengetahui sifat lapisan permukaan tanah yang memberikan pengaruh terhadap hasil pemotretan, dalam hal ini adalah kandungan bahan organik.

Saran

Karena film infra merah hitam putih mempunyai kepekaan yang sama dengan film infra merah berwarna, maka perlu dicoba penggunaannya untuk pendeteksian lapisan keras (alios) tersebut di atas.

Daftar Pustaka

- Arrouys D., 1982. Etude par teledetection (visible et proche infra rouge) de quelques proprietes sols sableux des Landes de Gascogne en zone humide. Memoire ENITA Bordeaux 54 p.
- Girard C.M. et Girard M.C., 1975. Teledetection a l'etude de la biosphere. Collection Sciences Agronomiques, Ed Masson 186 p.
- Girard C.M. et Girard M.C., 1976. Teledetection de la surface du sol. Premier colloque pedologie teledetection 29 Aout — 9 Septembre 1977 page 55 — 63.
- Girard M.C., 1983. Teledetection de la surface du sol. Seminaire sur les applications de la teledetection a l'agriculture. Paris 5 — 7 Septembre 1983, page 177 — 193.
- Prijambodo B.H., 1985. Caracterisation par teledetection (dans le visible et le proche infra rouge) de l'etat de surface des sols forestiers des Landes de Gascogne (secteur de Solferino). Memoire de fin d'etudes, ENSA Rennes, 37 p.
- Wilbert J., 1977. Sols forestiers des Landes. INRA de Bordeaux, 9 p.