



Pemanfaatan Citra Landsat 8 OLI untuk Identifikasi Lahan Pertanian Tercemar Limbah B3 dengan Metode Analisis Spektral Campuran

Ganny Indrajid, Dewi Kania Sari

Program Studi Teknik Geodesi dan Geomatika
Institut Teknologi Bandung

Email: ganny.indrajid2@gmail.com

Abstrak. Karawang merupakan kota dengan lahan pertanian mencapai 94.311 Ha. Daerah pertanian pada kawasan Karawang ini terletak di sekitar wilayah industri. Sehingga lahan pertanian di Karawang memiliki potensi untuk tercemar limbah B3. Maka dari itu, perlu adanya penelitian tentang identifikasi lahan pertanian tercemar limbah B3 agar dapat dilakukan pencegahan lebih lanjut. Pada penelitian ini, diperlukan metode yang cepat dan efisien dalam identifikasi lahan pertanian yang luas. Metode penginderaan jauh memiliki kemampuan untuk mengidentifikasi lahan pertanian tercemar limbah B3 dengan cepat dan areal yang luas. Pada penelitian ini digunakan citra Landsat 8 OLI, serta data pengamatan lapangan dengan alat spektrometer. Teknologi penginderaan jauh yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode Analisis Spektral Campuran (ASC). ASC adalah suatu metode analisis yang menggunakan kombinasi algoritma tertentu dengan menggunakan nilai dari endmember pada spectral library. Hal tersebut dilakukan untuk mengidentifikasi suatu objek yang diindikasikan memiliki piksel campuran. Daerah studi pada penelitian ini adalah lahan pertanian pada Kecamatan Telukjambe Kabupaten Karawang, Jawa Barat. Hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa sebesar 7,4 ha atau 0,44% lahan pertanian di Kecamatan Telukjambe tercemar limbah.

Kata kunci: Analisis Spektral Campuran, remote sensing, manajemen limbah

1 Pendahuluan

Persoalan kawasan pertanian yang ada di Koridor Pantura ini berada di sekitar kawasan perkotaan metropolitan dan kota besar yang cepat pertumbuhannya. Untuk skala sektor pertanian relatif rendah dan tidak bankable dengan kepemilikan lahan rata-rata 0,3 Ha sehingga masyarakat cenderung menjual tanah dan mengalih fungsikan lahannya. Salah satu kota industri yang berada pada Koridor Pantura adalah Kabupaten Karawang. Total keseluruhan luas lahan di Kabupaten Karawang adalah 191.928 Ha yang terdiri atas lahan Sawah seluas 99.558 Ha dan Lahan Kering seluas 92.370 Ha. Namun, saat ini sebagian besar lahan tersebut berubah fungsi menjadi bangunan dan industri, yaitu

sebesar 48.64 % (ATR/BPN, 2015). Perkembangan industri yang pesat di Karawang membuat semakin besarnya kebutuhan akan tempat penampungan limbah, sehingga membuat para pelaku industri mengalirkan limbah ke sungai. Pada tahun 2015 terdapat 930 bidang sawah terkena limbah B3 dikarenakan perkembangan industri manufaktur dan tekstil yang sangat besar (PUPR, 2014). Peraturan Pemerintah Nomor 74 Tahun 2001 menjelaskan bahwa limbah bahan berbahaya dan beracun yang disingkat dengan limbah B3 ini adalah limbah yang jika diperhatikan secara sifatnya, konsentrasinya, termasuk jumlahnya memiliki kecenderungan mencemari lingkungan sekitar, membahayakan lingkungan di sekitar kita hingga menghambat/merusak keberlangsungan hidup manusia dan makhluk hidup lainnya. Areal persawahan yang dialiri limbah sebagian masih digunakan untuk kegiatan bercocok tanam. Oleh sebab itu perlu dilakukan sebuah penelitian guna mendeteksi areal persawahan yang telah terkena limbah B3, agar dapat dijadikan acuan untuk pemilahan lahan bercocok tanam maupun dengan aksi pencegahan dan pengolahan limbah.

Deteksi limbah B3 dapat dilakukan dengan pengecekan laboratorium. Pengecekan laboratorium membutuhkan biaya yang cukup besar, sehingga dibutuhkan metode lain yang lebih efisien dan murah. Salah satu pilihan metode lain adalah pemanfaatan teknologi pengindraan jauh. Teknologi pengindraan jauh merupakan salah satu alternatif yang dapat digunakan untuk mendeteksi daerah tercemar limbah B3 secara cepat dengan wilayah yang luas (Sulma dkk., 2014; Haryani dkk., 2015a). Salah satu teknologi pengindraan jauh yang dapat mengidentifikasi lahan tercemar limbah adalah Analisis Spektral Campuran (ASC).

Analisis spektral campuran (ASC) adalah suatu metode analisis yang menggunakan kombinasi algoritma tertentu dengan menggunakan nilai dari *endmember* pada *spectral library*. Hal tersebut dilakukan untuk mengidentifikasi suatu objek yang diidkasikan memiliki piksel campuran (Heinz dan Chang, 2001). Keunggulan dari penggunaan metode ASC dapat memberikan informasi secara detail sampai dengan tingkat subpiksel secara kuantitatif dari tutupan lahan. Maka dari itu, ASC dapat menjadi solusi dari suatu piksel campuran karena dalam satu piksel terdapat lebih dari satu obyek (Sulma dkk., 2015).

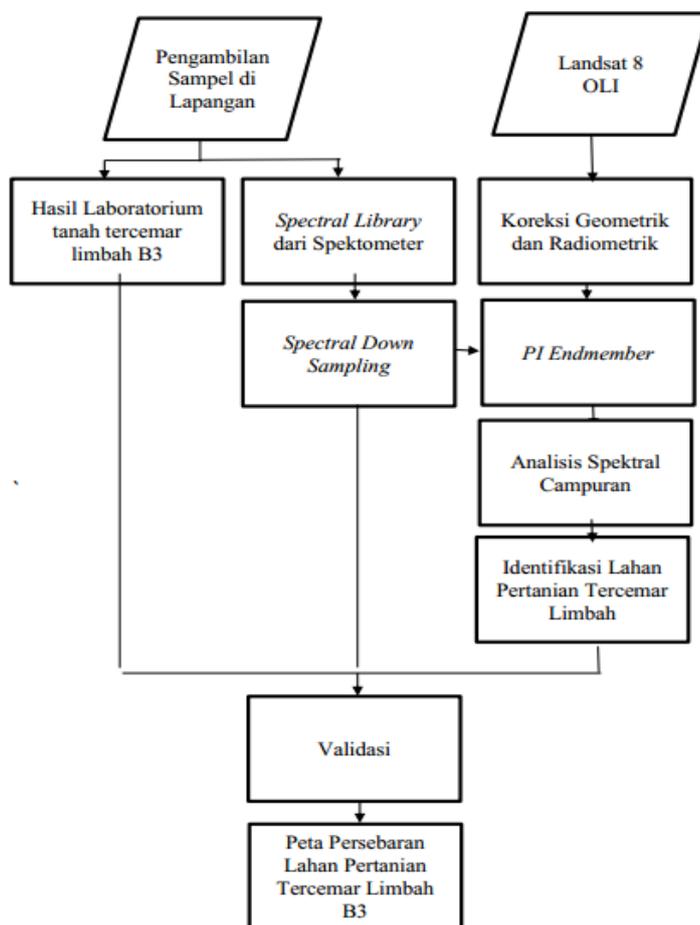
Beberapa penelitian menggunakan analisis spektral campuran yaitu identifikasi limbah *acid sludge* dengan menggunakan *spectral mixture analysis* (Haryani dkk., 2015; Glanville dan Chang, 2015). Dari beberapa penelitian tersebut mengungkapkan bahwa analisis spektral campuran memiliki tingkat kepercayaan lebih tinggi untuk identifikasi limbah daripada metode lain di Landsat 8 OLI. Menurut penelitian diatas maka peneliti mengambil metode

analisis spektral campuran untuk identifikasi lahan tercemar limbah B3 di Kecamatan Telukjambe Kabupaten Karawang.

2 Metodologi

2.1 Metode

Metodologi yang digunakan dalam penelitian ini adalah pengukuran lapangan, pengolahan data dengan Analisis Spektral Campuran, serta pembuatan indeks limbah. Alur Metodologi dapat dilihat pada gambar 1.



Gambar 1 Metodologi Penelitian Identifikasi Distribusi Spasial Pencemaran Limbah.

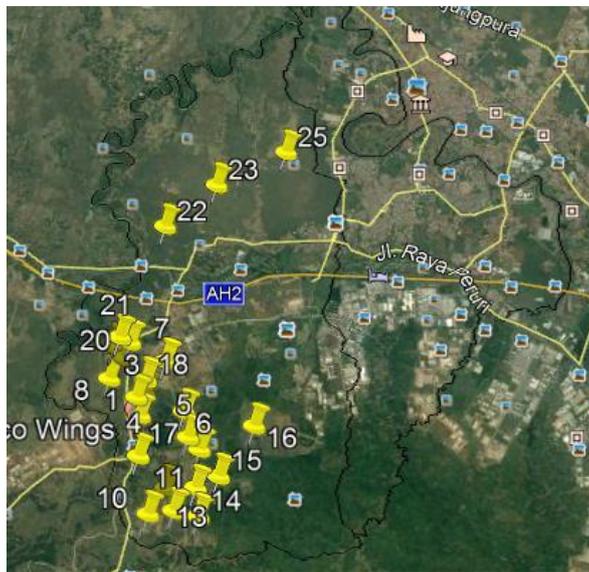
Pengambilan sampel di lapangan digunakan untuk mengambil objek yang akan dilakukan pengamatan lebih lanjut. Dalam penelitian ini perlakuan akan sampel dibagi menjadi 2 yaitu identifikasi kandungan limbah dan pengamatan dengan spektrometer. Identifikasi kandungan limbah pada laboratorium berfungsi untuk mengidentifikasi kandungan limbah pada sampel tanah. Hasil identifikasi tersebut digunakan untuk validasi data pengolahan metode analisis spektral campuran. Pengamatan dengan alat spektrometer bertujuan untuk mendapatkan nilai spektral objek sampel, dimana nilai spektral tersebut akan dilakukan down sampling agar sesuai dengan panjang gelombang pada Landsat.

Fungsi dari nilai spektral adalah dipergunakan untuk spectral library, yang selanjutnya akan digunakan untuk proses ASC pada citra Landsat 8 OLI. Pembuatan *endmember* pada alat spektrometer ditujukan untuk pembuatan *spectral library*. Nilai *endmember* pada spektrometer akan digunakan untuk data pembimbing pada proses ASC. Pada nilai *endmember* di spektrometer perlu dilakukan *spectral down sampling* agar sesuai dengan panjang gelombang pada citra Landsat 8 OLI. *Spectral library* digunakan untuk membimbing citra dalam proses analisis. *Spectral library* dapat di buat dengan citra Landsat 8 maupun dengan alat spektrometer. Pada *spectral library* citra Landsat 8 OLI, nilai *endmember* didapat dari region of interest (roi). Piksel yang telah dipilih dengan metode roi dapat dilihat nilai *endmember* nya dengan metode *pixel purity index*. *Spectral library* dari spektrometer diperoleh dengan melakukan penyesuaian dengan panjang gelombang citra. Kedua data tersebut sama-sama dibuat dengan *spectral library builder*. Sebelum melakukan proses analisis spektral campuran, terlebih dahulu dilakukan perbandingan antara nilai spektral citra dengan spektrometer. Hal tersebut dilakukan untuk mengurangi kesalahan pada proses analisis. Perbandingan nilai spektral kedua data dilihat dari tren pada objek tersebut. Jikalau data memiliki tren yang sama, itu berarti alat spektrometer dan citra melakukan perekaman data dengan objek yang sama. Ketika nilai tren sama, maka data pada spektrometer dapat digunakan untuk melakukan analisis spektral campuran.

Proses Analisis Spektral Campuran digunakan untuk identifikasi lahan tercemar limbah B3. Proses ASC menggunakan *spectral library* sebagai bahan dasar algoritma untuk melakukan training pada keadaan piksel yang ada pada Citra Landsat 8. Oleh karena itu Metode ASC dapat mendeteksi objek hingga subpiksel. Validasi data pengamatan dilakukan dengan membandingkan nilai pengamatan dengan nilai yang didapat dari lapangan. Selain itu validasi data juga menggunakan data laboratorium untuk membuktikan nilai yang telah diidentifikasi mengandung limbah B3.

2.2 Data dan Lokasi Penelitian

Penelitian ini menggunakan data yang sebagian diambil dari data lapangan dan cek laboratorium. Untuk data peta citra didapatkan melalui proses unduh di *earth explore*. Berikut adalah data yang digunakan dalam penelitian: Citra Landsat 8 OLI dengan resolusi 1:50.000 dengan akuisisi data bulan Juni 2017; Data sampel limbah tanggal 15 Juni 2017 berjumlah 25 titik sampel; Data uji laboratorium tanah tanggal 10 September 2017 berjumlah 25 sampel. Lokasi dapat dilihat pada gambar 2.



Gambar 2 Lokasi penelitian.

2.3 Pengolahan Data

Pengolahan data dilakukan dengan menggunakan data lapangan dengan data spektrometer dan data citra satelit. Pada metode ASC data yang dibutuhkan adalah data *spectral library* dari spektrometer dan data citra satelit yang telah dilakukan *preprocessing*. nilai *endmember* dari spektrometer dibandingkan dengan nilai *endmember* dari citra satelit. Hasil dari perbandingan harus menunjukkan tren yang sama sehingga data *endmember* spektrometer dapat digunakan untuk proses ASC.

Proses ASC menggunakan software envi 5.0 sesuai dengan persamaan (1).

$$Rc = \sum_{i=1}^N (F_i \cdot R_i, c) + Ec \tag{1}$$

Dimana:

- Rc : Reflektansi nyata di Landsat 8
- F : Fransi dari *endmember i*
- R_i : Nilai *endmember* dari kanal-i
- N : Jumlah spektral *endmember*
- Ec : Error dari kanal Landsat 8 OLI

Pada proses ASC tidak digunakan pembuatan indeks, sehingga data dari proses ASC dapat langsung dijadikan sebagai hasil akhir penelitian dengan berbagai validasi.

3 Hasil dan Pembahasan

Pada penelitian ini dilakukan uji lapangan dengan menggunakan alat spektrometer, komponen yang diuji mencakup air terkontaminasi limbah dan tanah yang terkontaminasi limbah.

Tabel 1 Tabel Spektrometer.

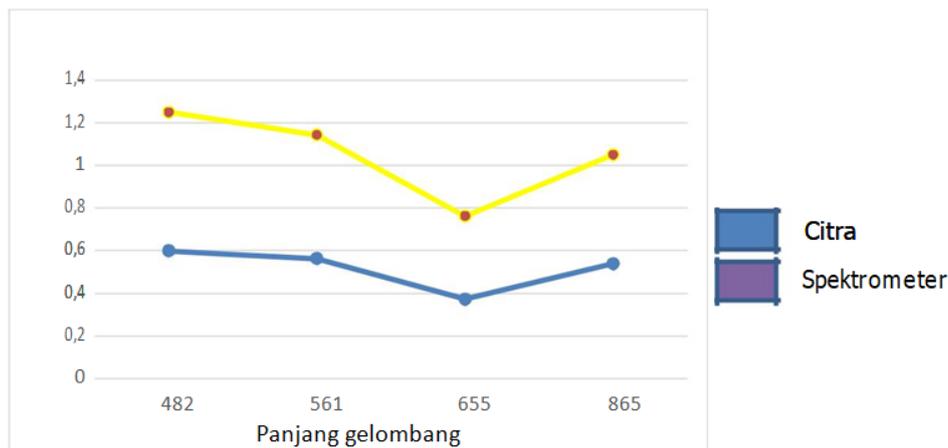
DATE	TIME	ANG	IRR	PLOT	SS	520	560	561	600	601	630	660	661	662	690	760	810	855	1600	1
8/27/2017	11.31.58	17,5	845	17	1	3.86	0.85	0.61	1.41	3.08	MVOR	0.40	0.97	3.60	0.79	0.78	1.36	3.41	1.60	0.56
8/27/2017	11.29.17	17,6	869	2	1	2.65	1.90	1.09	0.92	1.14	MVOR	0.44	0.55	0.92	0.59	0.59	0.64	1.33	1.30	0.44
8/27/2017	11.29.29	17,6	864	3	1	0.72	0.78	0.98	1.58	0.39	MVOR	0.30	1.05	0.32	0.26	0.40	1.59	0.41	1.06	0.42
8/27/2017	11.29.40	17,6	849	4	1	0.92	0.90	1.07	0.99	0.41	MVOR	0.26	0.53	0.29	0.19	0.23	0.34	0.41	0.95	0.06
8/27/2017	11.29.49	17,6	861	5	1	21.26	19.62	20.00	12.19	7.58	MVOR	8.34	9.35	4.31	4.79	5.59	7.52	4.96	1.03	0.13
8/27/2017	11.29.57	17,6	821	6	1	2.25	3.23	4.25	3.49	3.18	MVOR	1.09	1.73	0.61	0.67	0.83	1.03	0.91	1.18	0.26
8/27/2017	11.30.07	17,5	844	7	1	11.27	7.11	15.38	16.39	3.18	MVOR	5.49	8.09	2.56	1.65	1.39	4.28	4.20	2.28	1.77
8/27/2017	11.30.16	17,5	854	8	1	15.84	16.60	17.86	10.89	6.67	MVOR	7.89	8.61	5.01	5.70	6.17	7.83	5.48	1.00	0.07
8/27/2017	11.30.27	17,5	865	9	1	0.60	0.54	0.54	0.61	0.41	MVOR	0.29	0.42	0.41	0.29	0.34	0.43	0.65	1.04	0.23
8/27/2017	11.30.39	17,5	858	10	1	0.42	0.68	1.01	2.21	0.35	MVOR	0.63	17.68	0.42	0.50	0.78	1.27	1.03	1.76	0.91
8/27/2017	11.30.46	17,5	857	11	1	0.43	0.58	0.48	0.90	0.19	MVOR	0.25	0.56	0.22	0.23	0.32	0.44	0.56	1.07	0.24
8/27/2017	11.31.00	17,5	848	12	1	0.74	0.85	1.35	1.90	0.45	MVOR	0.33	0.51	0.50	0.25	0.28	0.37	0.63	1.04	0.16
8/27/2017	11.31.09	17,5	826	13	1	0.33	0.25	0.12	0.03	0.40	MVOR	0.04	0.02	0.70	0.07	0.10	0.19	0.66	1.00	0.13
8/27/2017	11.31.18	17,5	816	14	1	6.01	2.09	5.37	6.02	3.30	MVOR	0.42	1.77	2.06	0.43	0.38	0.93	0.83	1.14	0.17
8/27/2017	11.31.25	17,5	840	15	1	1.00	0.69	0.78	0.57	1.10	MVOR	0.13	0.15	0.52	0.15	0.11	0.16	0.67	0.87	<0
8/27/2017	11.31.35	17,5	846	16	1	7.10	6.42	6.43	8.33	6.66	MVOR	5.18	5.59	7.07	6.13	4.87	4.94	7.07	2.06	0.60
8/27/2017	11.31.43	17,5	844	17	1	17.46	13.48	11.91	8.93	14.05	MVOR	9.20	7.64	16.07	11.72	7.56	6.02	10.75	1.21	0.02

Pada data spektrometer hasil pengamatan tertera beberapa keterangan seperti tanggal dan waktu, sudut pengambilan, IRR, serta nama file pengukuran. Pada

pengamatan spektrometer saluran yang dapat diamati nilai reflektansi nya adalah saluran dari 520 -1700, dimana pada saluran 630 nilai reflektansi tidak terbaca dikarenakan terjadi kesalahan pada alat. Nilai dari reflektansi tersebut mencerminkan dari keadaan objek yang diidentifikasi, setiap objek dengan nilai bentuk dan kondisi geografis yang berbeda memiliki nilai spektral yang berbeda pula.

Secara visual dapat dilihat bahwa tanah yang memiliki kandungan limbah memiliki nilai spektral yang tinggi pada saluran 1700, jika dibandingkan pada tanah sawah yang normal yang memiliki nilai spektral 0.,01 nm pada saluran 1700. Spektral tanah normal memiliki nilai grafik reflektansi yang menurun dari setiap *band* nya.

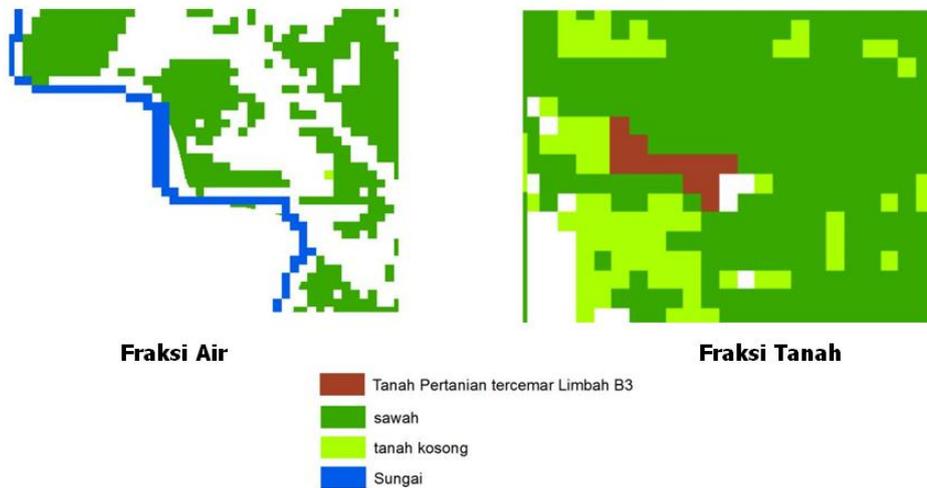
Nilai *spectral library* pada spektrometer harus di bandingkan dengan nilai spectral library pada citra. Nilai *spectral library* pada spektrometer dapat digunakan jika nilainya memiliki tren yang sama dengan nilai spectral library pada citra satelit. Pada gambar 4 terlihat bahwa nilai *spectral library* pada spektrometer memiliki tren yang sama dengan nilai pada citra satelit, sehingga data spektrometer dapat digunakan untuk proses ASC.



Gambar 3 Perbandingan nilai spektral citra dengan spektrometer.

Hasil klasifikasi ASC menggunakan endmember dari spektrometer, diperoleh citra fraksi air, dan fraksi tanah/sawah. Pada gambar 3 secara umum fraksi yang menggunakan proses ASC nilai referensi endmember nya tidak berapa pada kisaran 0 dan 1. Pada penelitian ini nilai fraksi dibawah 0 menunjukkan bahwa terdapat objek yang terklasifikasi, tetapi memiliki nilai kecerahan yang lebih rendah dari nilai piksel murni yang digunakan untuk *endmember* yang bersangkutan, begitu pula sebaliknya untuk nilai fraksi di atas 1 (Wikantika et

al. 2005). Hal tersebut dapat terjadi karena daerah penelitian memiliki tutupan lahan yang beragam, yang kemudian terklasifikasi menjadi lahan terbuka ataupun air.



Gambar 4 Fraksi air dan tanah pada proses ASC.

Secara visual dapat dilihat bahwa piksel yang berwarna hijau tersebut adalah daerah yang tercemar limbah, dalam rentang yang berbeda dengan fraksi yang berbeda menunjukkan bahwa daerah yang tercemar berbeda letak geografisnya. Fraksi tanah dengan rentang 0.3-1.7 tersebut menunjukkan distribusi spasial limbah berada di sekitar daerah pabrik, sedangkan untuk fraksi air daerah tercemar limbah berada pada pusat saluran hilir pembuangan air ke sungai.

Pada penelitian ini dilakukan kajian pembuatan indeks untuk mengklasifikasi daerah tercemar dan tidak tercemar berdasarkan kelas atau fraksi yang diperoleh dari proses ASC. Pada penelitian ini kisaran nilai indeks berkisar pada 0-1, walaupun pada fraksi tanah nilai indeks lebih dari 1.7 akan tetapi setelah mengalami proses penggabungan indeks nilai fraksi berubah menjadi 0-1. Pada gambar 4 areal tercemar limbah terkonsentrasi pada beberapa titik saja, hal tersebut sesuai dengan keadaan dilapangan bahwa titik-titik distribusi limbah hanya terkonsentrasi pada beberapa titik saja. Hal tersebut terjadi karena sampel yang diukur dengan alat spektrometer yang digunakan dapat mendeteksi band NIR sebesar 0.8-0.9 dan band SWIR 1.566-1.651. Pada gambar 4 penyajian secara visual hanya menampilkan areal yang terkontaminasi limbah dan areal yang non limbah, hal tersebut bertujuan untuk memudahkan dalam proses penanganan lebih lanjut.

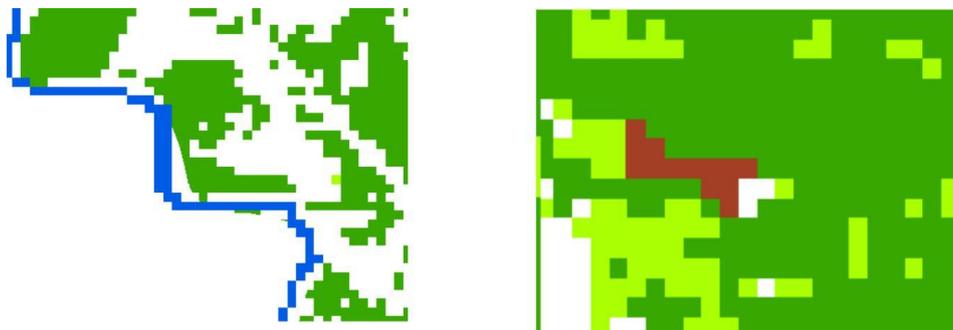
Hasil perhitungan indeks pada gambar 4, menunjukkan bahwa identifikasi ASC dapat mendeteksi adanya limbah B3 dilahan persawahan. Pada hasil identifikasi ASC menunjukkan bahwa terdapat 7.4 ha atau 0.44% lahan pertanian tercemar limbah B3. Pada lahan tercemar limbah B3 terdapat dua titik pusat yaitu pada areal polutan selatan dan utara.

4 Kesimpulan dan Saran

4.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian ini dapat disimpulkan:

1. Metode analisis spektral campuran dapat diaplikasikan dalam identifikasi lahan pertanian tercemar limbah B3 dengan menggunakan Landsat 8 OLI di Kecamatan Telukjambe Kabupaten Karawang.
2. Karakteristik spektral pada areal perawahan tercemar limbah B3 berbeda dengan areal persawahan biasa. Pada fraksi tanah kanal 640 dan 1700 memiliki perbedaan nilai spektral yang signifikan, sedangkan pada fraksi air memiliki perbedaan yang signifikan pada kanal 740 dan 1640.
3. Dengan menggunakan metode ASC diidentifikasi bahwa terdapat dua lokasi yang teridentifikasi tercemar limbah B3, sedangkan total luas tercemar limbah B3 mencapai 7,4 ha atau 0,44% dari luas keseluruhan lahan pertanian.



4.2 Saran

Saran yang dapat diberikan dari penelitian ini adalah:

1. Pada proses penyebaran sampel dengan spektrometer, perlu dilakukan penyebaran sampel yang lebih banyak dan merata sesuai dengan kaidah ilmiah.

2. Penelitian selanjutnya diharapkan dapat menggunakan metode Analisis Spektral Campuran untuk kegiatan yang lebih mendalam dan rinci seperti jenis-jenis limbah yang mencemari lahan pertanian.
3. Penelitian selanjutnya diharapkan memakai citra dengan resolusi yang lebih baik dan kanal yang lebih bervariasi seperti pada citra hyperspectral, sehingga didapatkan hasil yang lebih maksimal dan analisis yang lebih mendalam.
4. Penelitian selanjutnya diharapkan menggunakan alat spektrometer yang lebih baik secara perekaman dan jumlah kanal. Sehingga tidak ada error pada salah satu kanal, dan dapat dipergunakan untuk kualitas citra yang lebih baik.

5 Daftar Pustaka

- Glanville, K., Chang, H. 2015. Mapping illegal domestic waste disposal potential to support waste management efforts in Queensland, Australia. *International Journal of Geographical Information Science*, Vol 29, Pages 1042-1058.
- Haryani, N.S., Sulma, S., Pasaribu, J.M., Fitriana, H.L. (2015): Klasifikasi daerah tercemar limbah acid sludge menggunakan metode spectral mixture analysis berbasis data landsat 8, *Jurnal Pengindraan Jauh dan pengolahan Data Citra Digital LAPAN*, 11, 76-87.
- Haryani, N.S., Sulma, S., Pasaribu, J.M. (2015a): Deteksi limbah acid sludge menggunakan metode red edge berbasis data pengindraan jauh, *Jurnal Pengindraan Jauh dan Pengolahan Data Citra Digital LAPAN*, 11, 102-113.
- Heinz, D.C. dan Chang, C.I. (2001): Fully constrained least squares linear spectral mixture analysis method for material quantification in Hyperspectral Imagery, *Journal of IEEE Transaction on Geoscience and Remote Sensing*, 39, 529-543.
- Sulma, S., Pasaribu, J. M., Haryani, N. S. 2014. Deteksi daerah tercemar lumpur asam menggunakan data Landsat 7 ETM berdasarkan suhu permukaan tanah. *Jurnal Pengindraan Jauh dan Pengolahan Data Citra Digital* 11 (2).
- Kementrian Agraria dan Tata Ruang / Badan Pertanahan Nasional (ATR/BPN). 2015. Renstra 2015-2019.
- Wikantika, K., Utama, Y. P., Riqqi, A. 2005. Deteksi perubahan vegetasi engan metode Spectral Mixture Analysis (SMA) dari citra satelit multitemporal Landsat TM dan ETM. *Jurnal Infrastruktur dan Lingkungan Binaan*.