

TINJAUAN METODE DETEKSI PARAMETER KEKERINGAN BERBASIS DATA PENGINDERAAN JAUH

Erna Sri Adiningsih
 Pusat Teknologi dan Data Penginderaan Jauh,
 Lembaga Penerbangan dan Antariksa Nasional (LAPAN)
 e-mail: ernasri@yahoo.com

Abstract

Drought is a phenomenon which has impacts on several important sectors in Indonesia such as agriculture, forestry, plantation, and water resources management. Drought detection method based on remote sensing data has been developed and widely used. Several methods have been developed including NDVI (Normalized Difference Vegetation Index), EVI (Enhanced Vegetation Index), MSAVI (Modified Soil-Adjusted Vegetation Index), PVI (Perpendicular Vegetation Index), VDI (Vegetation Dryness Index), TVDI (Temperature Vegetation Dryness Index), VHI (Vegetation Health Index) and VegDRI (Vegetation Drought Response Index), SBI (Soil Brightness Index), and SPI (Standardized Precipitation Index). Those indices could be derived from MODIS, NOAA-AVHRR, SPOT, and Landsat data. This paper describes a review on those indices related to several drought definitions. Review was aimed to analyze index calculation methodology, both theoretically and philosophically. Some drought definitions are meteorological drought, hydrological drought, agricultural drought, social economic drought, and anthropogenic drought. The results showed that vegetation indices could be applied effectively on vegetated land. For bare land, the use of soil brightness index could be effective to indicate drought. Meanwhile, precipitation index derived from rainfall data could be used to indicate meteorological drought. The use of indices inappropriately could affect the accuracy and the interpretation could be misleading.

Key Words: *drought, vegetation index, soil brightness index, precipitation index.*

Abstrak

Kekeringan merupakan fenomena yang berdampak terhadap beberapa sektor penting di Indonesia antara lain pertanian, kehutanan, perkebunan, dan sumberdaya air. Deteksi kekeringan berbasis data penginderaan jauh telah dikembangkan dengan berbagai metode. Beberapa metode yang telah diterapkan yaitu indeks vegetasi, indeks kecerahan tanah, indeks lengas tanah. Indeks-indeks yang telah dikembangkan yaitu NVDI (*Normalized Difference Vegetation Index*), EVI (*Enhanced Vegetation Index*), MSAVI (*Modified Soil-Adjusted Vegetation Index*), PVI (*Perpendicular Vegetation Index*), VDI (*Vegetation Dryness Index*), TVDI (*Temperature Vegetation Dryness Index*), VHI (*Vegetation Health Index*), VegDRI (*Vegetation Drought Response Index*), SBI (*Soil Brightness Index*), dan SPI (*Standardized Precipitation Index*). Indeks-indeks tersebut dapat diturunkan antara lain dari data MODIS, NOAA-AVHRR, SPOT dan Landsat. Tulisan menguraikan review terhadap beberapa indeks tersebut dikaitkan dengan beberapa definisi kekeringan. Review bertujuan untuk menganalisis metodologi perhitungan index secara teoritis dan filosofis. Kekeringan yang dikaji adalah kekeringan meteorologis/klimatologis, kekeringan hidrologis, kekeringan pertanian, kekeringan sosial ekonomi, dan kekeringan antropogenik. Hasil kajian menunjukkan penggunaan indeks vegetasi sebagai indikator kekeringan dapat diterapkan dengan ketelitian cukup baik pada keadaan lahan tertutup oleh vegetasi. Pada keadaan tanpa vegetasi, penggunaan indeks kecerahan tanah dapat merepresentasikan kekeringan tanah secara efektif. Sementara itu, indeks presipitasi yang diturunkan dari data curah hujan dapat mengindikasikan kekeringan meteorologis. Penggunaan indeks yang tidak sesuai dengan tujuan dan definisi kekeringan, akan berpengaruh terhadap ketelitian dan menyebabkan interpretasi yang salah arah (*misleading*).

Kata Kunci: *kekeringan, indeks vegetasi, indeks kecerahan tanah, indeks presipitasi.*

1. Pendahuluan

Kekeringan merupakan fenomena yang sering terjadi dan menimbulkan bencana di berbagai daerah di Indonesia. Kekeringan berhubungan dengan keseimbangan antara kebutuhan dan pasokan air untuk berbagai keperluan. Dampak kekeringan terjadi pada berbagai sektor terutama pertanian, perkebunan, kehutanan, sumberdaya air, dan lingkungan. Sejarah beberapa kekeringan yang sangat ekstrim pernah terjadi pada saat bersamaan dengan fenomena anomaly suhu permukaan laut di Pasifik tropis yang dikenal dengan El Nino – Southern Oscillation (ENSO) pada tahun 1982/1983, 1986/1987, 1991/1992, 1997/1998, 2002/2003, dan 2009/2010. Dampak kekeringan, selain berkurangnya ketersediaan dan

pasokan air, juga penurunan produksi pangan, dan kebakaran lahan/hutan. Oleh sebab itu, pemantauan dan prediksi kekeringan menjadi kegiatan yang sangat penting untuk dilakukan, agar dampak kekeringan dapat diantisipasi dan diminimalkan.

Pemantauan dan prediksi kekeringan telah dilakukan dengan berbagai metode. Secara meteorologis, kekeringan dapat diprediksi dan dipantau berdasarkan data cuaca dari stasiun meteorologi. Selain itu, perkembangan teknologi satelit memungkinkan fenomena cuaca dan iklim dapat dipelajari dan dideteksi secara komprehensif untuk wilayah yang luas. Pemanfaatan data penginderaan jauh satelit untuk mendeteksi dan memetakan kekeringan telah dilakukan sejak tahun 1980an. Data satelit lingkungan dan cuaca yang tersedia pada saat itu, memungkinkan untuk mendeteksi gejala-gejala alam yang berkaitan dengan kekeringan. Diawali dengan analisis awan dari citra satelit untuk mempelajari fenomena cuaca, kemudian dikembangkan analisis suhu permukaan laut global untuk mengetahui anomali iklim, hingga deteksi kehijauan lahan melalui parameter indeks vegetasi menjadi makin luas penggunaannya.

Selain parameter-parameter konvensional tersebut, saat ini telah dikembangkan berbagai indeks kekeringan untuk mendeteksi kekeringan yang diturunkan dari data satelit resolusi rendah dan menengah antara lain NOAA-AVHRR, TRMM, MODIS, Landsat, dan SPOT. Indeks-indeks yang telah dikembangkan untuk pemantauan dan deteksi kekeringan antara lain NVDI (*Normalized Difference Vegetation Index*), EVI (*Enhanced Vegetation Index*), MSAVI (*Modified Soil-Adjusted Vegetation Index*), PVI (*Perpendicular Vegetation Index*), *Vegetation Dryness Index* (VDI), *Temperature Vegetation Dryness Index* (TVDI), dan SBI (*Soil Brightness Index*). Untuk deteksi kekeringan dengan berbasis data curah hujan telah dikembangkan SPI (*Standardized Precipitation Index*) dan KBDI (*Keetch-Byram Dryness Index*).

Di Indonesia, penggunaan data indeks vegetasi dan indeks lainnya dari beberapa formula telah meluas. Namun hingga saat ini belum ditetapkan standar metode pengolahan data satelit untuk menurunkan parameter deteksi kekeringan. Sementara itu Undang Undang Nomor 21 Tahun 2013 tentang Keantariksaan Pasal 19 ayat (1) huruf d menyebutkan bahwa pengolahan data penginderaan jauh dapat meliputi deteksi parameter geo-bio-fisik. Lebih lanjut dalam Pasal 20 ayat (2) dikemukakan bahwa Lembaga bertugas melakukan pembinaan dan menetapkan standarisasi data dan produk informasi serta metode pengolahan penginderaan jauh nasional.

Tulisan ini bertujuan untuk mengulas berbagai metode deteksi parameter kekeringan dari data satelit dari perspektif pengguna dan penyedia data/informasi. Tulisan ini diharapkan bermanfaat bagi penyedia data/informasi dalam pemilihan jenis metode pengolahan data yang dapat memberikan informasi yang efektif, mudah dipahami dan tidak menimbulkan bias atau ambiguitas di kalangan pengguna. Untuk itu pada bagian awal tulisan ini diuraikan berbagai definisi kekeringan yang sudah diakui dan umum digunakan di masyarakat pengguna. Pada bagian selanjutnya diuraikan berbagai metode pengolahan data satelit yang digunakan untuk mendeteksi parameter kekeringan. Pada bagian akhir dilakukan analisis terhadap beberapa parameter indeks kekeringan berdasarkan perspektif kekeringan yang dipahami oleh pengguna.

2. Definisi Kekeringan

Menurut Undang Undang Nomor 24 Tahun 2007 tentang Penanggulangan Bencana, kekeringan dikategorikan ke dalam bencana alam. Bencana alam adalah bencana yang diakibatkan oleh peristiwa atau serangkaian peristiwa yang disebabkan oleh alam antara lain berupa gempa bumi, tsunami, gunung meletus, banjir, kekeringan, angin topan, dan tanah longsor. Secara umum kekeringan didefinisikan sebagai keadaan dimana suplai air berada di bawah kebutuhan air bagi makhluk hidup dan lingkungan dalam periode tertentu. Secara spesifik, Undang Undang Nomor 24 Tahun 2007 tentang Penanggulangan Bencana mendefinisikan kekeringan adalah ketersediaan air yang jauh di bawah kebutuhan air untuk kebutuhan hidup, pertanian, kegiatan ekonomi dan lingkungan. Adapun yang dimaksud kekeringan di bidang pertanian adalah kekeringan yang terjadi di lahan pertanian yang ada tanaman (padi, jagung, kedelai dan lain-lain) yang sedang dibudidayakan.

Selain definisi umum tersebut, kekeringan dapat didefinisikan menurut berbagai disiplin ilmu dan kepentingan. Khairullah (2009) mengemukakan lima definisi kekeringan yaitu secara meteorologis, hidrologis, pertanian, sosial ekonomi, dan antropogenik. Adapun definisi kekeringan tersebut adalah sebagai berikut (Khairullah, 2009):

- a. Kekeringan Meteorologis adalah kekeringan yang berhubungan dengan tingkat curah hujan yang terjadi berada di bawah kondisi normal dalam suatu musim. Perhitungan tingkat kekeringan meteorologis merupakan indikasi pertama terjadinya kondisi kekeringan. Intensitas kekeringan meteorologis diklasifikasikan sebagai berikut:
 - kering: apabila curah hujan antara 70%-80%, dari kondisi normal;
 - sangat kering: apabila curah hujan antara 50%-70% dari kondisi normal;
 - amat sangat kering: apabila curah hujan di bawah 50% dari kondisi normal.
- b. Kekeringan Hidrologis adalah kekeringan akibat berkurangnya pasokan air permukaan dan air tanah. Kekeringan hidrologis diukur dari ketinggian muka air waduk, danau dan air tanah. Ada jarak waktu antara berkurangnya curah hujan dengan berkurangnya ketinggian muka air sungai, danau dan air tanah, sehingga kekeringan hidrologis bukan merupakan gejala awal terjadinya kekeringan. Intensitas kekeringan hidrologis dikelompokkan menjadi:
 - kering: apabila debit sungai mencapai periode ulang aliran di bawah periode 5 tahunan;
 - sangat kering : apabila debit air sungai mencapai periode ulang aliran jauh di bawah periode 25 tahunan;
 - amat sangat kering : apabila debit air sungai mencapai periode ulang aliran amat jauh di bawah periode 50 tahunan.
- c. Kekeringan Pertanian berhubungan dengan berkurangnya kandungan air dalam tanah (lengas tanah) sehingga tak mampu lagi memenuhi kebutuhan air bagi tanaman pada suatu periode tertentu. Kekeringan ini terjadi setelah terjadinya gejala kekeringan meteorologis. Intensitas kekeringan pertanian dikelompokkan sebagai berikut:
 - kering : apabila 1/4 daun kering dimulai pada ujung daun (terkena ringan s/d sedang)
 - sangat kering : apabila 1/4-2/3 daun kering dimulai pada bagian ujung daun (terkena berat)
 - amat sangat kering: apabila seluruh daun kering (puso)

- d. Kekeringan Sosial Ekonomi berhubungan dengan berkurangnya pasokan komoditi yang bernilai ekonomi dari kebutuhan normal sebagai akibat dari terjadinya kekeringan meteorologis, pertanian dan hidrologis. Intensitas kekeringan sosial ekonomi diklasifikasikan berdasarkan ketersediaan air minum atau air bersih sebagai berikut:
- Kering langka terbatas: apabila ketersediaan air (dalam liter/orang/hari) > 30 dan < 60 , air mencukupi untuk minum, memasak, mencuci alat masak/makan, tetapi untuk mandi terbatas, sedangkan jarak dari sumber air 0.1 – 0.5 km.
 - Kering langka: apabila ketersediaan air (dalam liter/orang/hari) > 10 dan < 30 , air hanya mencukupi untuk minum, memasak, dan mencuci alat masak/makan, sedangkan jarak dari sumber air 0.5 – 3.0 km.
 - Kering kritis: apabila ketersediaan air (dalam liter/orang/hari) < 10 , air hanya mencukupi untuk minum dan memasak, sedangkan jarak dari sumber air > 3.0 km.
- e. Kekeringan Antropogenik terjadi karena ketidaktaatan pada aturan yang disebabkan oleh kebutuhan air lebih besar dari pasokan yang direncanakan sebagai akibat ketidaktaatan pengguna terhadap pola tanam/pola penggunaan air, dan kerusakan kawasan tangkapan air, sumber air sebagai akibat dari perbuatan manusia. Intensitas kekeringan antropogenik diklasifikasikan menjadi:
- Rawan: apabila penutupan tajuk 40%-50%
 - Sangat rawan: apabila penutupan tajuk 20%-40%
 - Amat sangat rawan: apabila penutupan tajuk di DAS di bawah 20%.

3. Identifikasi Parameter Kekeringan Dari Data Satelit

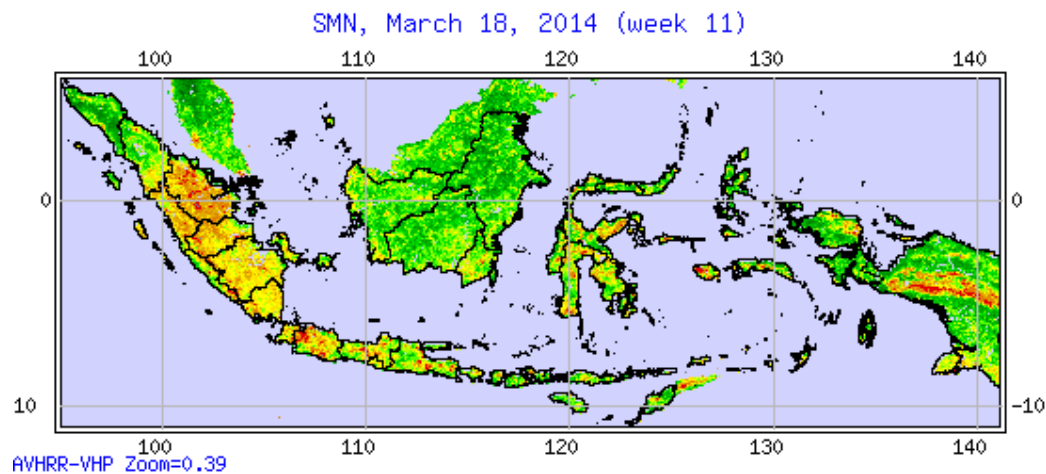
Pada tahun 1980an, dengan beroperasinya satelit TIROS dan dilanjutkan dengan satelit NOAA, sensor AVHRR telah menghasilkan data dari lima kanal (band) yang terdiri dari kanal tampak, kanal infra merah dekat, dan kanal infra merah. Pada awal pengembangan metode pemantauan vegetasi, diperkenalkan indeks vegetasi yang dihitung dari perbedaan nilai reflektansi pada kanal tampak dan infra merah dekat. Dalam perkembangannya, indeks tersebut dimodifikasi menjadi indeks vegetasi yang dinormalkan (*Normalized Difference Vegetation Index* atau NDVI) yang merupakan selisih antara reflektansi kanal infra merah dekat dengan kanal tampak dan dinormalkan dengan penjumlahan kedua nilai reflektansi. Penggunaan NDVI sebagai parameter untuk mendeteksi kehijauan dan kekeringan vegetasi semakin meluas, baik untuk tujuan pemantauan maupun perkiraan terjadinya kekeringan vegetasi. Penggunaan NDVI bahkan meluas untuk sektor pertanian, kehutanan, perkebunan, dan lingkungan. Hingga saat ini, dengan beroperasinya sensor MODIS pada wahana satelit Terra dan Aqua, indeks tersebut masih digunakan dan menjadi salah satu produk data MODIS yang penting. Selain NDVI, dikembangkan pula *Enhanced Vegetation Index* (EVI). EVI dihitung dengan persamaan sebagai berikut (Huete, 2002):

$$EVI = G \times \frac{(NIR - RED)}{(NIR + C1 \times RED - C2 \times Blue + L)} \quad (3-1)$$

dimana NIR/RED/BLUE adalah reflektansi yang sudah dikoreksi sepenuhnya atau sebagian terhadap gangguan atmosfer (hamburan *Raleigh* dan serapan ozon), L adalah penyesuaian latar belakang kanopi/tajuk untuk mengatasi adanya transfer non-linier, diferensial dari kanal NIR dan kanal merah (RED) yang masuk melalui tajuk vegetasi, sedangkan C1 dan C2 adalah koefisien tahanan aerosol, yaitu dengan menggunakan kanal biru (BLUE) untuk mengkoreksi pengaruh aerosol dalam kanal merah (RED). Koefisien-koefisien yang diadopsi dalam algoritma MODIS-EVI adalah $L=1$, $C1 = 6$, $C2 = 7.5$, dan G (*gain factor*) = 2.5.

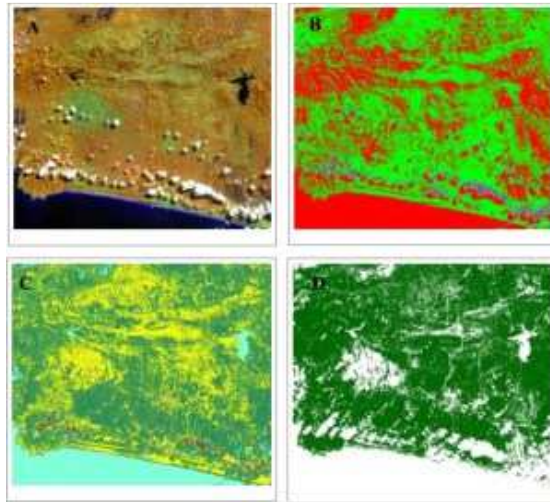
Menurut Huete *et al.* (2002), NDVI sangat peka terhadap kandungan klorofil, sedangkan EVI lebih peka terhadap variasi struktur tajuk, termasuk Leaf Area Index (LAI), jenis tajuk, fisiognomi tanaman, dan arsitektur tajuk. Kedua indeks tersebut saling melengkapi dalam kajian dan pemantauan vegetasi global. Selain itu perbedaan mendasar dari kedua indeks tersebut adalah jika terdapat penutupan salju maka nilai NDVI akan berkurang sedangkan nilai EVI akan meningkat. Sejak tahun 2000, EVI dijadikan salah satu produk standar dari data MODIS yang dipublikasi oleh NASA dan makin banyak digunakan karena adalah masalah ketidakjenuhan (*non saturation*) dari data NDVI.

Selain indeks vegetasi tersebut, ada dua indikator kekeringan berbasis data satelit yang juga telah digunakan, yaitu Indeks Kesehatan Vegetasi atau *Vegetation Health Index* (VHI) dan Indeks Tanggap Kekeringan Vegetasi atau *Vegetation Drought Response Index* (VegDRI). VHI merupakan produk NOAA yang terdiri dari indeks-indeks yang diturunkan dari data satelit NOAA berbasis pengolahan 7 harian. VHI memantau kesehatan vegetasi tanpa melihat penyebabnya. Kesehatan vegetasi yang buruk dapat disebabkan oleh cekaman (*stress*) akibat kekeringan, banjir, atau serangan hama. Produk VegDRI dihasilkan dengan mengintegrasikan pengamatan kondisi vegetasi berbasis satelit dengan data iklim in situ dan informasi lainnya seperti jenis penutup/penggunaan lahan, sifat tanah, dan keadaan ekologis. VegDRI secara khusus dikembangkan untuk memantau kesehatan vegetasi yang dikaitkan dengan kekeringan (NOAA, 2004). Pada Gambar 3-1 disajikan contoh VHI untuk wilayah Indonesia dari Data NOAA-AVHRR minggu ke-11 tahun 2014.



Gambar 3-1. *Vegetation Health Index* (VHI) wilayah Indonesia dari Data NOAA-AVHRR minggu ke-11 tahun 2014 (Sumber: NOAA, 2014).

Raharjo (2009) telah meneliti tentang aplikasi penginderaan jauh dan sistem informasi geografis (SIG) untuk mengidentifikasi potensi kekeringan di Kabupaten Kebumen dengan menggunakan indeks kecerahan, indeks kebasahan serta indeks vegetasi. Menurut Raharjo (2009), ketiga jenis indeks tersebut dapat mengetahui kondisi permukaan dalam hubungannya dengan kekeringan, parameter lain seperti kondisi akuifer, curah hujan serta jenis penggunaan lahan pertanian kering. Metode yang digunakan adalah menumpangsusunkan parameter-parameter yang berpengaruh terhadap kekeringan dengan menggunakan SIG, dan data citra satelit *Landsat TM (Thematic Mapper)* digunakan sebagai bahan data primer. Hasil pengolahan ketiga jenis indeks tersebut dapat dilihat pada Gambar 3-2. Selain itu dalam tulisan tersebut tidak dikemukakan tingkat ketelitian dari parameter kekeringan yang dihasilkan dari data Landsat.



Gambar 3-2. Hasil pengolahan indeks kecerahan, indeks kebasahan serta indeks vegetasi dari data Landsat TM wilayah Kabupaten Kebumen (Sumber: Raharjo, 2009).

Chen *et al.* (2011) juga telah meneliti penggunaan parameter TVDI untuk deteksi kekeringan di China. Parameter yang digunakan adalah *Temperature-Vegetation Dryness Index* (TVDI) yang diturunkan dari data *Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer* (MODIS) untuk mengkaji lengas tanah di daerah pertanian. Dengan teknik komposit produk Indeks Vegetasi 16-harian dan produk temperatur 8-harian dihasilkan TVDI. Hasil perhitungan TVDI dikorelasikan dengan hasil pengukuran di lapangan selama musim tanaman gandum musim dingin / jagung musim panas. Chen *et al.* (2011) memperoleh hubungan negatif antara TVDI dengan pengukuran lapangan pada berbagai kedalaman, namun korelasi yang terdekat adalah pada kedalaman 10-20 cm dengan koefisien determinan (R^2) sebesar 0.43 atau korelasi 0.65.

Sementara itu, Suseno *et al.* (2012) juga menggunakan parameter indeks TVDI dan NDVI untuk menggambarkan kekeringan pertanian di Pulau Jawa menggunakan data NOAA-18 AVHRR dengan metode triangle. Metode ini awalnya dikembangkan oleh Carlson *et al.* (1995) yang menjelaskan hubungan antara suhu permukaan (LST) dengan indeks vegetasi (NDVI) berupa scatterplot. Hasil pengolahan kedua indeks disajikan dalam bentuk peta sebaran kekeringan. Namun Suseno *et al.* (2012)

tidak melakukan validasi di lapangan dan mengemukakan lebih rinci tingkat ketelitian dari kedua indeks tersebut dalam mendeteksi kekeringan.

Liu dan Xiang (2008) mengemukakan tentang indeks kekeringan yang disebut *Remote Sensing Drought Risk Index* (RDRI) yang dihitung dengan rumus sebagai berikut (Tan, 2004; Liu, 2004, dalam Liu dan Xiang, 2008):

$$RDRI = (F_1.W_1 + F_2.W_2 + F_3.W_3) / (F_1 + F_2 + F_3) \quad (3-2)$$

dengan W_1, W_2, W_3 adalah fungsi-fungsi infeksi, dan F_1, F_2, F_3 adalah faktor pembobot.

Rahimzadeh-Bajgiran *et al.* (2012) telah meneliti parameter deteksi kekeringan dengan data Landsat7/ETM dengan menggunakan parameter VDI dan TVDI. Basis perhitungan awal adalah NDVI. Persamaan untuk menghitung TVDI adalah:

$$TVDI = (T_{s_{obs}} - T_{s_{min}}) / (a + bNDVI - T_{s_{min}}) \quad (3-3)$$

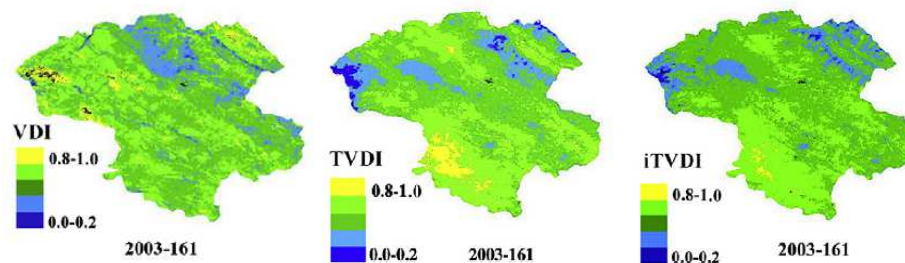
dengan $T_{s_{obs}}$ adalah LST yang diamati pada pixel tertentu, $T_{s_{min}}$ LST minimum dalam ruang antara NDVI dengan LST atau menunjukkan batas tepi basah, NDVI adalah indeks vegetasi yang diamati, sedangkan a dan b adalah parameter yang menunjukkan batas tepi kering.

Karena korelasi antara VDI dan TVDI dengan kandungan lengas tanah pada kedalaman 0-5 cm relatif kecil, yaitu masing-masing 0.27 dan 0.54, kemudian Rahimzadeh-Bajgiran *et al.* (2012) mengembangkan parameter yang dimodifikasi atau diperbaiki yang disebut iTVDI (*improved TVDI*). Adapun persamaan untuk menghitung iTVDI adalah sebagai berikut:

$$iTVDI = (\square T_{obs} - \square T_{min}) / (\square T_{max} - \square T_{min}) \quad (3-4)$$

dengan $\square T_{obs}$ adalah $T_s - T_a$ yang diamati, T_a adalah suhu udara pengamatan yang dikalibrasi dengan DEM, $\square T_{min}$ dan $\square T_{max}$ adalah $\square T$ minimum dan maksimum.

Hasil deteksi dengan parameter iTVDI lebih baik yang ditunjukkan dengan korelasinya dengan kandungan lengas tanah adalah 0.80. Pada Gambar 3-3 disajikan contoh hasil pengolahan VDI, TVDI, dan iTVDI untuk kawasan semi-arid di Iran pada tahun 2003 dari data



Gambar 3-3. Contoh citra VDI, TVDI, dan iTVDI untuk kawasan semi-arid di Iran pada tahun 2003 dari data Landsat7/ETM (Sumber: Rahimzadeh-Bajgiran *et al.*, 2012).

4. Metode Analisis

Dalam kajian ini dilakukan penilaian terhadap beberapa metode deteksi parameter kekeringan meteorologis, hidrologis, pertanian, sosial ekonomi, dan antropogenik dengan menggunakan dua perspektif yang berbeda, yaitu perspektif pengguna dan perspektif penyedia data/informasi.

Indikator dari perspektif pengguna meliputi 5 hal yaitu:

- I. Kemudahan akses data dan informasi
- II. Kemudahan interpretasi hasil pengolahan
- III. Keterandalan parameter
- IV. Kemudahan adopsi untuk praktek di lapangan
- V. Kemudahan adopsi untuk pengambilan keputusan

Indikator dari perspektif penyedia data dan informasi meliputi 5 hal yaitu:

- A. Kemudahan akses data mentah
- B. Resolusi spasial dan temporal
- C. Ketelitian parameter yang dihasilkan
- D. Kemudahan dan kecepatan pengolahan data
- E. Kemudahan penyajian informasi

Setiap indikator diberi penilaian dengan skala 1 – 10 dan kriteria sebagai berikut:

- a. Skala 1 – 2: Sangat rendah
- b. Skala 3 – 4: Rendah
- c. Skala 5 – 6: Sedang
- d. Skala 7 – 8: Tinggi
- e. Skala 9 – 10: Sangat Tinggi

Hasil penilaian dari kedua kelompok perspektif selanjutnya dijumlahkan, sehingga diperoleh nilai minimum 10 dan maksimum 100.

5. Pembahasan

Hasil penilaian terhadap parameter deteksi kekeringan disajikan pada Tabel 5-1. Pada Tabel 5-1 dapat dilihat penilaian parameter-parameter kekeringan yang diturunkan dari data satelit, yaitu NDVI, EVI, SBI, TVDI, iTVDI, RDRI, dan VegDRI.

Kekeringan dari perspektif pengguna akhir (*end user*) pada umumnya menggambarkan kondisi yang mudah diamati dan/atau dirasakan dampaknya di lapangan. Sebagai contoh, kekeringan pertanian dipahami sebagai gejala kekurangan air pada tanaman pertanian yang dapat pulih ataupun tidak dapat pulih. Tanaman padi yang mengalami puso adalah salah satu contoh konkrit dari kekeringan pertanian yang mudah dipahami masyarakat pertanian dan dapat digunakan untuk pengambilan keputusan di sektor pertanian. Di sisi lain parameter NDVI yang peka terhadap kandungan klorofil pada umumnya menghasilkan parameter turunan yang menggambarkan kondisi klorofil. Indeks-indeks lainnya yang dimodifikasi dari NDVI juga masih memiliki kepekaan terhadap kandungan klorofil. Namun modifikasi

dengan data suhu permukaan membuat indeks-indeks seperti TVDI, VHI, dan VegDRI memiliki respon terhadap kondisi lengas tanah.

Tabel 5-1. Penilaian Parameter Deteksi Kekeringan dari Data Satelit

No.	Parameter / Data Asal	Nilai dari Perspektif Pengguna / Penyedia					Total	Ket (*)
		I / A	II / B	III / C	IV / D	V / E		
1.	<i>Normalized Different Vegetation Index</i> (NDVI) / MODIS dan NOAA	7/10	6/4	5/5	5/10	7/7	66	Kekeringan vegetasi umum
2.	<i>Enhanced Vegetation Index</i> (EVI) / MODIS	6/10	6/4	5/6	5/10	7/7	66	Kekeringan vegetasi umum
3.	NDVI / Landsat & SPOT	7/8	6/7	5/6	5/8	7/6	65	Kekeringan vegetasi umum
4.	<i>Soil Brightness Index</i> (SBI) / AVHRR	7/10	6/4	5/5	5/10	7/7	66	Kekeringan tanah
5.	<i>Temperature-Vegetation Dryness Index</i> (TVDI) / MODIS & AVHRR	7/10	6/4	6/5	5/10	7/7	67	Kekeringan Pertanian umum
6.	<i>Temperature-Vegetation Dryness Index</i> (TVDI) / Landsat	7/8	6/7	5/6	5/8	7/6	65	Kekeringan Pertanian
7.	<i>Improved Temperature-Vegetation Dryness Index</i> (iTVDI) / Landsat	6/8	6/7	7/8	5/8	7/6	68	Kekeringan Pertanian
8.	<i>Remote Sensing Drought Risk Index</i> (RDRI) / Feng Yun	6/8	6/7	5/6	5/8	7/6	64	Kekeringan hidro-meteo
9.	<i>Vegetation Health Index</i> (VHI) / MODIS & AVHRR	7/10	6/4	5/5	5/8	7/7	64	Kekeringan vegetasi umum
10.	<i>Vegetation Drought Response Index</i> (VegDRI)	7/10	6/4	5/5	5/6	7/7	62	Kekeringan vegetasi umum

(*) Rekomendasi penggunaan indeks

Meskipun metode yang digunakan oleh Raharjo (2009) dalam memetakan kekeringan di Kebumen dengan menggunakan tiga jenis indeks sebagai parameter, namun tidak menjelaskan ketelitian yang diperoleh jika dibandingkan dengan parameter-parameter kekeringan lainnya seperti curah hujan, peta lahan pertanian kering, dan sebagainya. Salah satu indeks yang telah divalidasi dan memiliki ketelitian cukup memadai adalah iTVDI yaitu korelasi 0.8 dengan lengas tanah, sehingga indeks ini dapat diterapkan dengan baik untuk mendeteksi kekeringan pertanian. Indeks ini juga dinilai paling baik dari perspektif pengguna maupun penyedia data.

Hasil penilaian yang disajikan pada Tabel 5-1 menunjukkan bahwa TVDI dan iTVDI dengan nilai tertinggi direkomendasikan untuk digunakan sebagai parameter deteksi kekeringan, khususnya

kekeringan pertanian secara umum. Sementara itu NDVI dan EVI yang banyak digunakan secara meluas hanya direkomendasikan sebagai parameter deteksi kekeringan umum.

Karakteristik indeks-indeks tersebut pada umumnya dapat menggambarkan kekeringan vegetasi umum dan kekeringan pertanian, tetapi belum diuji untuk dapat digunakan sebagai parameter kekeringan meteorologis-hidrologis, kekeringan sosial ekonomi dan kekeringan antropogenik. Oleh sebab itu, pemanfaatan indeks-indeks yang diturunkan dari data satelit harus dilakukan dengan kehati-hatian agar tidak mengakibatkan kesalahan yang mendasar di kalangan pengguna. Meskipun penilaian di atas bersifat relatif dan masih terbuka untuk dikoreksi, namun setidaknya dapat menjadi gagasan awal untuk menjadi pertimbangan dalam mengkaji lebih lanjut guna menetapkan standarisasi parameter deteksi kekeringan. Hal yang ditekankan adalah pentingnya untuk mempertimbangkan perspektif pengguna akhir (*end user*) dalam menetapkan standarisasi parameter, sehingga produk data bernilai tambah (*added value product*) dapat memenuhi kebutuhan pengguna secara efektif.

5. Kesimpulan

Kekeringan yang dikaji adalah kekeringan meteorologis/klimatologis, kekeringan hidrologis, kekeringan pertanian, kekeringan sosial ekonomi, dan kekeringan antropogenik. Hasil kajian menunjukkan penggunaan indeks vegetasi sebagai indikator kekeringan dapat diterapkan dengan ketelitian cukup baik pada keadaan lahan tertutup oleh vegetasi. Pada keadaan tanpa vegetasi, penggunaan indeks kecerahan tanah dapat merepresentasikan kekeringan tanah secara efektif. Indeks TVDI yang telah dimodifikasi memberikan ketelitian yang lebih tinggi daripada indeks aslinya. Penggunaan indeks yang tidak sesuai dengan tujuan dan definisi kekeringan, akan berpengaruh terhadap ketelitian dan menyebabkan interpretasi yang salah arah (*misleading*). Berdasarkan penilaian awal menunjukkan bahwa parameter TVDI dan iTVDI direkomendasikan sebagai parameter kekeringan pertanian, sedangkan NDVI dan EVI direkomendasikan untuk deteksi kekeringan umum.

6. Saran

Kajian ini masih bersifat konsep awal dan perlu diverifikasi dengan survei atau diskusi dengan pengguna. Selain itu metode penilaian terhadap parameter-parameter deteksi kekeringan perlu dikaji lebih lanjut.

7. Daftar Rujukan

- Chen, J., C. Wang, H. Jiang, L. Mao, and Z. Yu. 2011. *Estimating soil moisture using Temperature-Vegetation Dryness Index (TVDI) in the Huang-huai-hai (HHH) plain*. International Journal of Remote Sensing, Vol 32 (4): 1165 – 1177.
- Huete, A., K.Didan, T.Miura, E.P.Rodriguez, X.Gao, L.G.Ferreira. 2002. *Overview of the radiometric and biophysical performance of the MODIS vegetation indices*. Remote Sensing of Environment 83 (2002): 195-213.

- Jelenak, A. 2004. Experimental Global Vegetation Index Processing System: GVI-x version 0.05. I.M. Systems Group, Inc.
- NOAA. 2014. Satellite-Based Drought Indicators. <http://www.ncdc.noaa.gov/monitoring-references/dyk/satellite-drought> (as of 21 March 2014).
- Raharjo, P. D. 2009. *Aplikasi Teknik Penginderaan Jauh dan Sistem Informasi Geografis untuk Identifikasi Potensi Kekeringan*. (<http://puguhdraharjo.wordpress.com/2009/07/13/aplikasi-teknik-penginderaan-jauh-dan-sistem-informasi-geografis-untuk-identifikasi-potensi-kekeringan/> / diakses 25 Maret 2014).
- Rahimzadeh-Bajgiran, P., K. Omasa, Y. Shimizu. 2012. *Comparative evaluation of the Vegetation Dryness Index (VDI), the Temperature Vegetation Dryness Index (TVDI) and the improved TVDI (iTVDI) for water stress detection in semi-arid regions of Iran*. ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing, Vol 68 (2012): 1 – 12.
- Susanti, S., A. Ihwan, dan M. I. Jumarang. 2013. Analisis Tingkat Kekeringan Menggunakan Parameter Cuaca di Kota Pontianak dan Sekitarnya. Prisma Fisika, Vol.1(2): 75-81.
- Suseno, W., Rokhmatuloh, dan A. Wibowo. 2010. Ekstraksi Pola Kekeringan Pertanian Pulau Jawa Menggunakan Data Satelit NOAA-18 AVHRR. <http://one-geo.blogspot.com/2010/03/ekstraksi-pola-kekeringan-pertanian.html> (dipublikasi Maret 12, 2010, diakses Maret 2014).