



PERUBAHAN FASE PERTUMBUHAN PADI SAWAH TADAH HUJAN SAAT EL NINO DI KABUPATEN GORONTALO

Ghinia Anastasia Muhtar ^{1*)}, Intan Purwandhi²⁾

¹⁾ Universitas Muhammadiyah Gorontalo

²⁾ Badan Pusat Statistik Kabupaten Gorontalo

Email : ^{1*)}ghiniastraw@gmail.com, ²⁾intanstat.hp@gmail.com

ABSTRACT

This paper examines the impact of the El Nino climate on changes in the phase of rainfed lowland rice in Gorontalo Regency. To see the impact of the El Nino climate (in 2015) well, the year for the absence of El Nino (in 2016) is used as a comparison. Landsat 7 and landsat 8 images were used to analyze the growth phase of rainfed lowland rice by combining NDVI and TCT methods. The results of this study indicate that there has been a shift in cropping patterns resulting in a shift in the growth phase of rainfed lowland rice. Seen in September 2015 until October 2015, most of the wetland conditions were in fallow conditions, which then continued until February 2016, but the extent of fallow land conditions has been decreasing since January 2016 to February 2016. Unlike in September 2016 Until October 2016, most of the land was in stagnant conditions which showed farmers were preparing to plant rice. Finally in December 2016 until January 2017, the rice phase has been in the reproductive phase and maturation phase, whereas in El Nino years only in January 2016 to February 2016 are in the reproductive phase and maturation phase.

Keywords: *el nino, landsat, rice phase, rainfed rice field*

ABSTRAK

Makalah ini membahas dampak iklim El Nino pada perubahan fase padi sawah tadah hujan di Kabupaten Gorontalo. Untuk melihat dampak dari iklim El Nino (tahun 2015) dengan baik, tahun absennya El Nino (tahun 2016) digunakan sebagai perbandingan. Gambar Landsat 7 dan landsat 8 digunakan untuk menganalisis fase pertumbuhan padi sawah tadah hujan dengan menggabungkan metode NDVI dan TCT. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa telah terjadi pergeseran pola tanam sehingga terjadi pergeseran fase pertumbuhan padi sawah tadah hujan. Dilihat pada September 2015 hingga Oktober 2015, sebagian besar kondisi lahan basah berada dalam kondisi bera, yang kemudian berlanjut hingga Februari 2016, tetapi tingkat kondisi lahan bera telah menurun sejak Januari 2016 hingga Februari 2016. Tidak seperti pada September 2016 Hingga Oktober 2016, sebagian besar lahan dalam kondisi stagnan yang menunjukkan petani bersiap untuk menanam padi. Akhirnya pada Desember 2016 hingga Januari 2017, fase padi telah berada dalam fase reproduksi dan fase pematangan, sedangkan di El Nino tahun hanya pada Januari 2016 hingga Februari 2016 berada dalam fase reproduksi dan fase pematangan.

Kata Kunci: *el nino, landsat, fase padi, sawah tadah hujan*

1. PENDAHULUAN

Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) melaporkan bahwa rata-rata suhu permukaan bumi meningkat sebanyak 0.76°C selama 150 tahun dan akan terus meningkat hingga mencapai 4°C dalam tahun 2100. Peningkatan suhu diakibatkan akumulasi jangka panjang dari polusi atmosfer akibat aktivitas manusia sehingga menyebabkan lepasnya gas rumah kaca ke atmosfer dengan laju yang sangat tinggi. Dampak dari peningkatan suhu ini mengakibatkan terjadinya perubahan iklim yang akan mempengaruhi pola presipitasi, evaporasi, water run-off, kelembaban tanah dan variasi iklim yang sangat fluktuatif secara keseluruhan mengancam keberhasilan produksi pertanian.

El Nino adalah salah satu dampak dari perubahan iklim yang mengakibatkan terjadinya musim kemarau yang berkepanjangan di Indonesia, dimana 93% terjadi penurunan curah hujan di Indonesia (Yoshino *et al*,2000) sehingga menurunkan produksi tanaman pangan (Yokoma, 2003; Irawan, 2003). Tercatat dari tahun 1968 - 2000 ketika El Nino terjadi terjadi penurunan produksi padi sawah sebesar - 2,43% atau -781,5 ribu ton di Indonesia (Irawan, 2003). Berdasarkan kelas klasifikasi *Standardized Precipitation Index (SPI)* pada tahun 1982 dan tahun 1997, secara keseluruhan wilayah Kecamatan Boliyohuto berada pada kelas klasifikasi iklim ekstrim kering (Syahrizal dan Rusiyah, 2017). Kabupaten Gorontalo sendiri adalah salah satu kabupaten yang menjadi kawasan peruntukan pertanian lahan basah pada rencana tata ruang. Dengan kata lain, Kabupaten Gorontalo perlu mendapatkan perhatian dalam penanggulangan dampak iklim El Nino.

Padi sawah tadah hujan adalah padi yang tumbuh di area sawah dan hanya mengandalkan air hujan (tanpa irigasi) sebagai proses tumbuh kembangnya. Pada dasarnya, padi memiliki 3 fase pertumbuhan, yaitu fase vegetatif (awal pertumbuhan sampai pembentukan malai), fase reproduktif (pembentukan malai sampai pembungaan) dan fase pematangan (pembungaan sampai gabah matang). Dalam masa pertumbuhannya, padi mengalami masa pertumbuhan fase yang berbeda-beda. Hal ini tergantung dari jenis padi, ketersediaan air dan cara pengelolaannya. Kekurangan air pada setiap fasenya mengakibatkan penurunan produksi dari 20%-50% (Hariyono,2014). Oleh karena itu, padi sawah tadah hujan perlu mendapatkan perhatian yang lebih terkait permasalahan kecukupan air baginya.

Pemanfaatan data citra satelit (inderaja) secara *time-series* dapat digunakan sebagai langkah awal untuk mengkaji pola perubahan fase pertumbuhan padi sawah tadah hujan yang diakibatkan iklim El Nino yang kemudian setelahnya itu dapat dibuatkan tahap perencanaan mitigasi dan atau adaptasi terhadap iklim El Nino. Citra satelit menawarkan keunggulan teknologi dengan kemampuan merekam, menghasilkan, mengamati, dan menganalisis data secara spasial, seri waktu, dapat meliputi areal yang luas dan terpencil. Dengan kemampuannya, citra satelit dapat digunakan untuk memonitor kondisi lingkungan yang telah lama terjadi, sekarang, maupun di masa yang akan datang. Lebih lengkapnya, dalam artikel ini dibahas mengenai dampak iklim El Nino yang telah berlalu pada tahun 2015 pada saat masuknya musim penghujan (september - februari) di Indonesia yang kemudian dibandingkan pada tahun 2016 yang tidak mengalami iklim El Nino

(BMKG Index, 2019). Perbandingan kedua tahun ini bertujuan untuk melihat gambaran pola perubahan fase pertumbuhan padi tadah hujan menggunakan citra satelit Landsat 7 ETM+.

2. METODOLOGI

2.1 Lokasi

Kabupaten Gorontalo memiliki luas wilayah terluas kedua di Provinsi Gorontalo yaitu 2.143,48 km². Kabupaten Gorontalo terletak di dataran tinggi dengan ketinggian rata-rata 50 meter di atas permukaan laut. Iklim di Kabupaten Gorontalo dengan indikator suhu udaranya berkisaran 27,3°C, kelembapan udara 79,4% dan durasi penyinaran matahari adalah 65,95%. Secara garis besar lahan sawah yang ditanami padi di Kabupaten Gorontalo adalah tipe jenis sawah irigasi yaitu seluas 11.501 ha pada tahun 2017 sedangkan luas lahan padi sawah tadah hujan yang ditanami padi seluas 2.611 ha tahun 2017. Padi sawah tadah hujan dapat menghasilkan 1 kali, 2 kali dan 3 kali masa panen, dimana yang lebih dominan adalah 2 kali masa panen seluas 2.281ha.

2.2 Data

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah Landsat 7 ETM+ dan Landsat 8 OLI dengan tanggal rekaman diseleksi berdasarkan waktu yang mewakili bulan september sampai dengan februari. Data Landsat 7 ETM+ dan Landsat 8 OLI diperoleh dari <https://earthexplorer.usgs.gov/>. Data persebaran penggunaan lahan sawah tadah hujan diperoleh dari hasil digitasi citra pada google earth tahun 2019 yang sebelumnya wilayah yang memiliki penggunaan lahan sawah tadah hujan tersebut diperoleh dari Dinas Pertanian Kabupaten Gorontalo yang selanjutnya ditinjau kebenaran penggunaan lahan sawah tadah hujannya di lapangan sebanyak 58 puluh titik koordinat. Selanjutnya data koordinat tersebut dikompilasi ke dalam google earth dan kemudian ditumpahatindihkan pada citra Landsat 7ETM+ dan Landsat 8 OLI untuk memperoleh nilai *Normalized Difference Vegetation Index* (NDVI) dan nilai *Transformation Tasseled Cap* (TCT). Berikut persamaan NDVI dan TCT :

$$NDVI = \frac{\text{Reflektansi inframerah dekat} - \text{reflektansi gelombang merah}}{\text{Reflektansi inframerah dekat} + \text{reflektansi gelombang merah}} \quad (1)$$

Rizatus dkk, 2007

$$TCTLandsat 7 = 0,1509Band1 + 0,19731Band2 + 0,3279Band3 + 0,3406Band4 - 0,7112Band5 - 0,4572Band7 \quad (2)$$

$$TCTLandsat 8 = 0,1511Band2 + 0,1973Band3 + 0,3283Band4 + 0,3407Band5 - 0,7117Band6 - 0,4559Band7 \quad (3)$$

Baig dkk, 2014

Hasil perolehan dari persamaan rumus NDVI dan TCT di atas kemudian dibuatkan klasifikasi kelasnya untuk mengetahui

aktivitas sawah, sehingga diketahui awal musim tanam sebagai acuan pola fase pertumbuhan padi.

Tabel 1. Klasifikasi Indeks Kehijauan Pada Tanaman Padi

No	Nilai NDVI	Tingkat Kehijauan/ Kondisi Tutupan Lahan
1	<-0,03	Tidak ada vegetasi
2	0,03 s.d 0,15	Kehijauan sangat rendah
3	0,15 s.d 0,25	Kehijauan rendah
4	0,25 s.d 0,35	Kehijauan sedang
5	0,35 s.d 0,61	Kehijauan tinggi

Sumber: Rizatus dkk, 2007

Tabel 2. Klasifikasi Indeks Kelembaban Permukaan Lahan

	Nilai Kelembapan	Kandungan Air (%)	Tingkat Kelembaban
1	-30 s.d -295	<5	Sangat Kering
2	-30 s.d -13	5 – 20	Kering
3	-13 s.d 10	20 – 70	Lembab
4	10 s.d 35	70 – 100	Sangat Lembab
5	35 s.d 168	>100	Tergenang

Sumber: Rizatus dkk, 2007

Tabel 3. Matrik Penentuan Aktivitas Pada Lahan Sawah

No	Indeks Kehijauan	Indeks Kelembapan				
		1	2	3	4	5
		Sangat Kering	Kering	Lembab	Sangat Lembab	Tergenang
1	Tidak ada vegetasi	Lahan bera			Penggenangan Lahan	
2	Kehijauan sangat rendah				Fase Vegetatif	
3	Kehijauan rendah	Fase Pematangan				
4	Kehijauan sedang					Fase Reproduktif
5	Kehijauan tinggi					

Sumber: Rizatus dkk, 2007

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Penampakan Fase Pertumbuhan Padi Sawah Tadah Hujan Pada Landsat

Fase pertumbuhan padi sawah di Kabupaten Gorontalo didasarkan pada nilai indeks NDVI dan nilai indeks TCT yang diperoleh dari hasil pengolahan data citra Landsat 7 ETM+ dan Landsat 8 OLI wilayah dengan *path*113 dan *row* 60. Pada

penelitian ini fase pertumbuhan padi dibagi menjadi 5 kelas yaitu :

1. Lahan Bera. Lahan bera adalah lahan dengan ciri penampakan di lapangan sebagai lahan yang habis digunakan saat panen dan biarkan oleh masyarakat tanpa menanamnya apapun atau menunggu sampai musim tanam padi selanjutnya (Rachman *et al*, 2018).Lahan bera

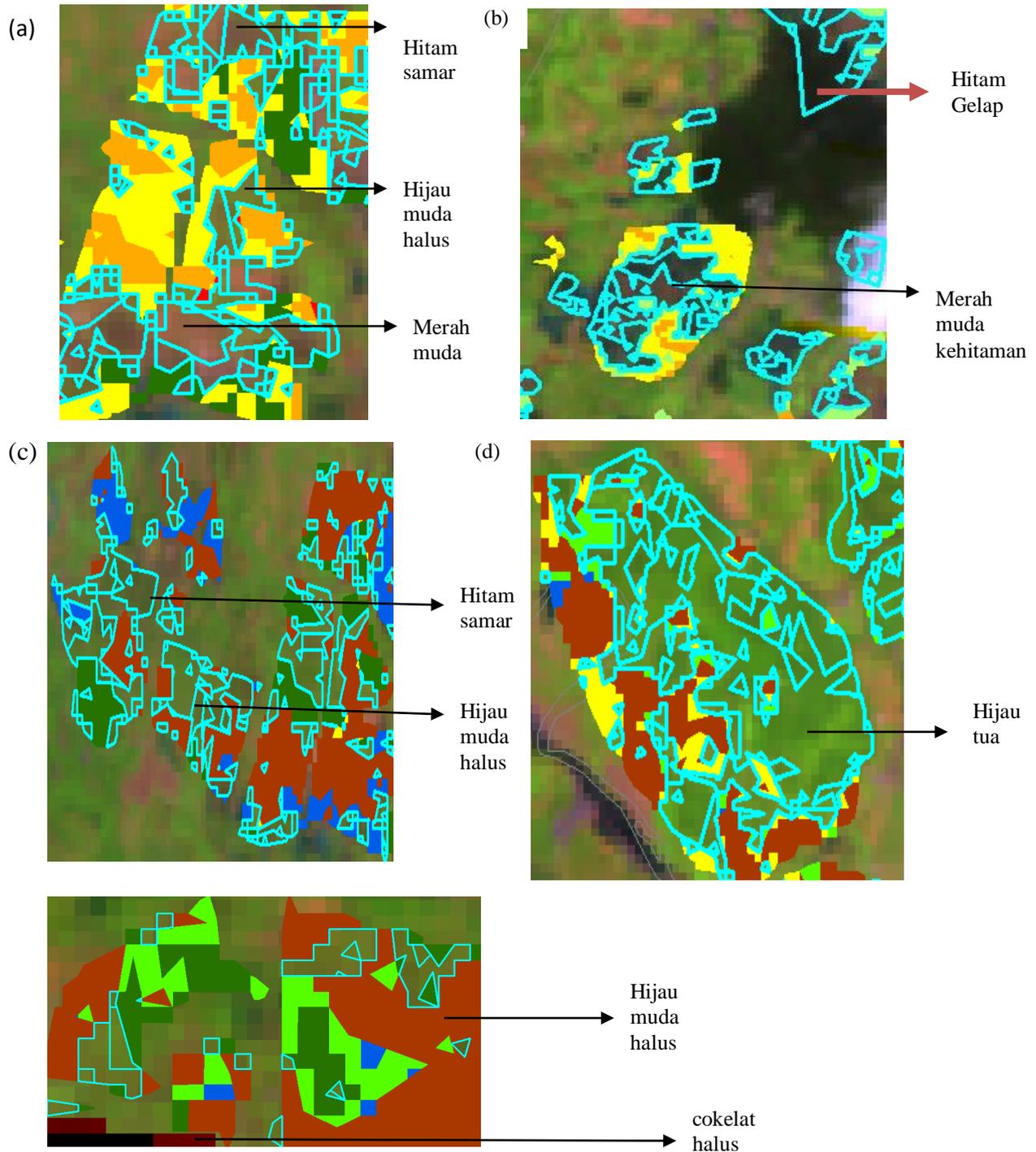
- memiliki nilai NDVI antara -1 hingga 0,25 atau tingkat vegetasi yang sangat rendah (Rizatus *et al*, 2007). Selain itu, lahan bera memiliki nilai TCT antara -30 hingga -13 (Rizatus *et al*, 2007).
2. Lahan tergenang. Lahan ini dicirikan dengan penampakannya di lapangan sebagai lahan yang memiliki kandungan air yang banyak dibandingkan fase reproduktif dan pematangan. Penggenangan ini bertujuan untuk meningkatkan kesuburan tanah yaitu peningkatan mikrobia tanah (Rachmawati *et al*, 2013). Lahan ini memiliki nilai NDVI antara -1 hingga 0,25 atau tingkat vegetasi yang sangat rendah (Rizatus *et al*, 2007). Selain itu, lahan ini memiliki nilai TCT antara -13 hingga 168 (Rizatus *et al*, 2007).
 3. Lahan fase vegetatif. Lahan ini dicirikan dengan benih padi yang mulai berkecambah sampai dengan pembentukan malai. Fase ini memiliki tingkat kelambapan yang tinggi ditandai dengan adanya air (sama seperti lahan tergenang) dengan nilai TCT antara -13 hingga 168 (Rizatus *et al*, 2007). Perbedaan yang membedakan dengan lahan tergenang adalah pada lahan ini indeks kehijauan/NDVI dimulai dari kehijauan sangat rendah sampai dengan kehijauan sedang atau nilai NDVI antara 0,03 hingga 0,35 (Rizatus *et al*, 2007).
 4. Lahan fase reproduktif. Lahan ini dicirikan dengan penampakan di lapangan keluarnya malai sampai dengan tahap pembungaan. Masih sama dengan lahan tergenang dan lahan fase vegetatif yang memiliki nilai TCT antara -13 hingga 168 (Rizatus *et al*, 2007). Perbedaannya adalah terletak pada indeks kehijauannya/NDVI dimana memiliki nilai 0,25 hingga 0,61.
 5. Lahan fase pematangan. Lahan ini dicirikan dengan penampakan di lapangan dengan adanya malai keluar sampai dengan tahap adanya gabah matang penuh. Pada tahap ini, lahan mulai mengering karena padi tidak lagi membutuhkan air yang terlalu banyak seperti pada fase vegetatif hingga fase reproduktif. Nilai TCT pada lahan ini sangat tinggi yaitu -30 hingga -13 (Rizatus *et al*, 2007). Selain nilai TCT yang tinggi, nilai NDVI juga tinggi yaitu 0,25 hingga 0,61.

Pada Gambar 1 menunjukkan bahwa penampakan lahan bera pada citra landsat berwarna merah muda, hijau muda dan sedikit berwarna hitam gelap. Berbeda halnya pada lahan tergenang terlihat berwarna hitam gelap yang menunjukkan bahwa air yang penuh tergenang pada lahan. Hal ini berbanding terbalik pada lahan bera yang kering dengan penampakan warna merah muda. Pada lahan fase vegetatif terlihat pada citra dengan penampakan warna hijau muda sampai dengan warna hitam gelap yang menunjukkan pada fase ini batang padi masih kecil, sehingga terlihat genangan air pada citra dengan warna hitam gelap.

Hal yang berbeda pada fase reproduktif, dimana penampakan pada citra berwarna hijau tua dibandingkan pada fase vegetatif. Pada fase reproduktif ini juga sudah tidak terlihat lagi warna hitam gelap (genangan air) dikarenakan batang padi yang sudah besar menutupi air dan juga penggunaan air berkurang. Penampakan lahan fase pematangan pada citra memiliki kesamaan warna pada fase vegetatif, yaitu hijau muda akan tetapi hijau muda pada fase ini tidak bercampur dengan warna hitam gelap, dimana sudah mulai tampak warna merah muda samar-samar yang seperti pada lahan bera yang menunjukkan lahan telah kering.

Penelitian yang sama telah dilakukan pada Kabupaten Pringsewu yang menunjukkan kenampakan lahan bera berwarna merah muda pada citra landsat, warna hitam gelap pada lahan tergenang, warna hijau muda kehitaman pada fase vegetatif dan hijau tua dan muda pada fase reproduktif (Ratri *et al*, 2016). Selain di Kabupaten Pringsewu, pada

Kabupaten Banyumas juga telah dilakukan pengenalan penampakan warna pada citra satelit terkait padi, dimana lahan bera ditandai dengan warna merah mudah kehijauan, fase vegetatif ditandai dengan kehijauan yang rendah dan fase generatif ditandai dengan kehijauan tinggi sampai kekuningan (Fita, 2019).



Gambar 1. (a) Fase bera, (b) Lahan tergenang, (c) Fase vegetatif, (d) Fase reproduktif dan (e) Fase pematangan

3.2 Fase Pertumbuhan Padi Tadah Hujan Saat Terjadi El Nino

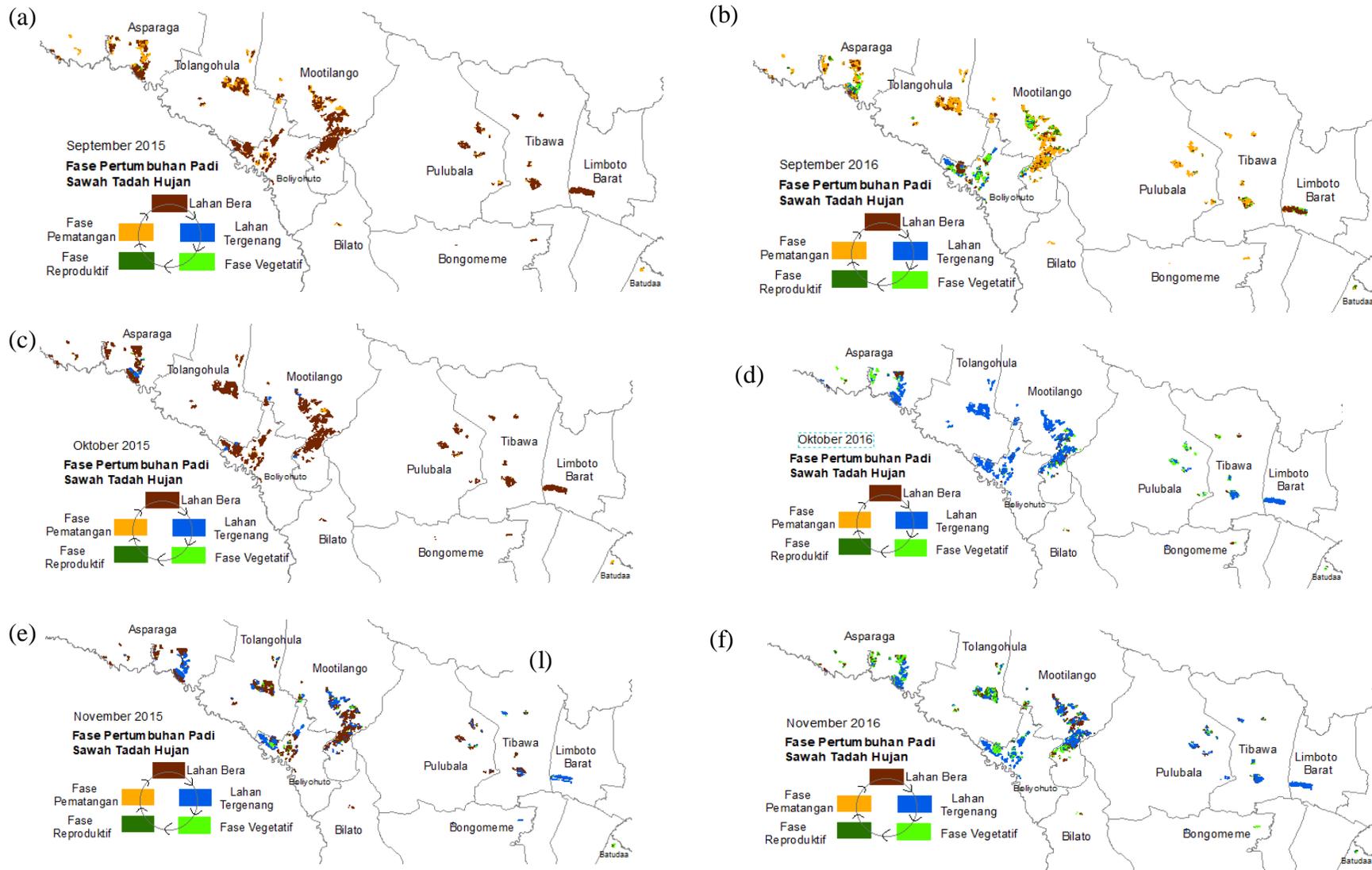
Kondisi suhu permukaan laut (*sea surface temperature*, SST) di Pasifik ekuator sangat berpengaruh terhadap sirkulasi angin zonal yang terjadi di kawasan mulai dari Indonesia hingga Amerika Selatan. Pada suatu ketika, suhu permukaan laut Pasifik ekuator tengah dan timur lebih tinggi dari rata-ratanya. Kondisi inilah yang disebut El-Nino. Pengalaman beberapa dekade terakhir ini menunjukkan bahwa penyimpangan iklim El Nino telah menyebabkan kekeringan berkepanjangan di beberapa wilayah di Indonesia. Fenomena tersebut telah menyebabkan kegagalan panen sehingga terjadi penurunan produksi pertanian.

Provinsi Bengkulu, Sulawesi Tengah dan Papua adalah tiga provinsi yang mengalami produksi padi sawah ketika terjadinya El Nino tahun 2015 kemudian mengalami peningkatan lagi ketika tahun 2016 (Kementerian Pertanian). Penurunan lahan panen di Kabupaten Gorontalo juga ikut menurun seiring terjadinya El Nino, dimana pada tahun 2014 luas panen 27.657 ha, tahun 2015 luas panen menurun menjadi 26.887 ha dan pada tahun 2016 meningkat lagi menjadi 29.817 ha (BPS, 2015; BPS, 2016 dan BPS, 2017).

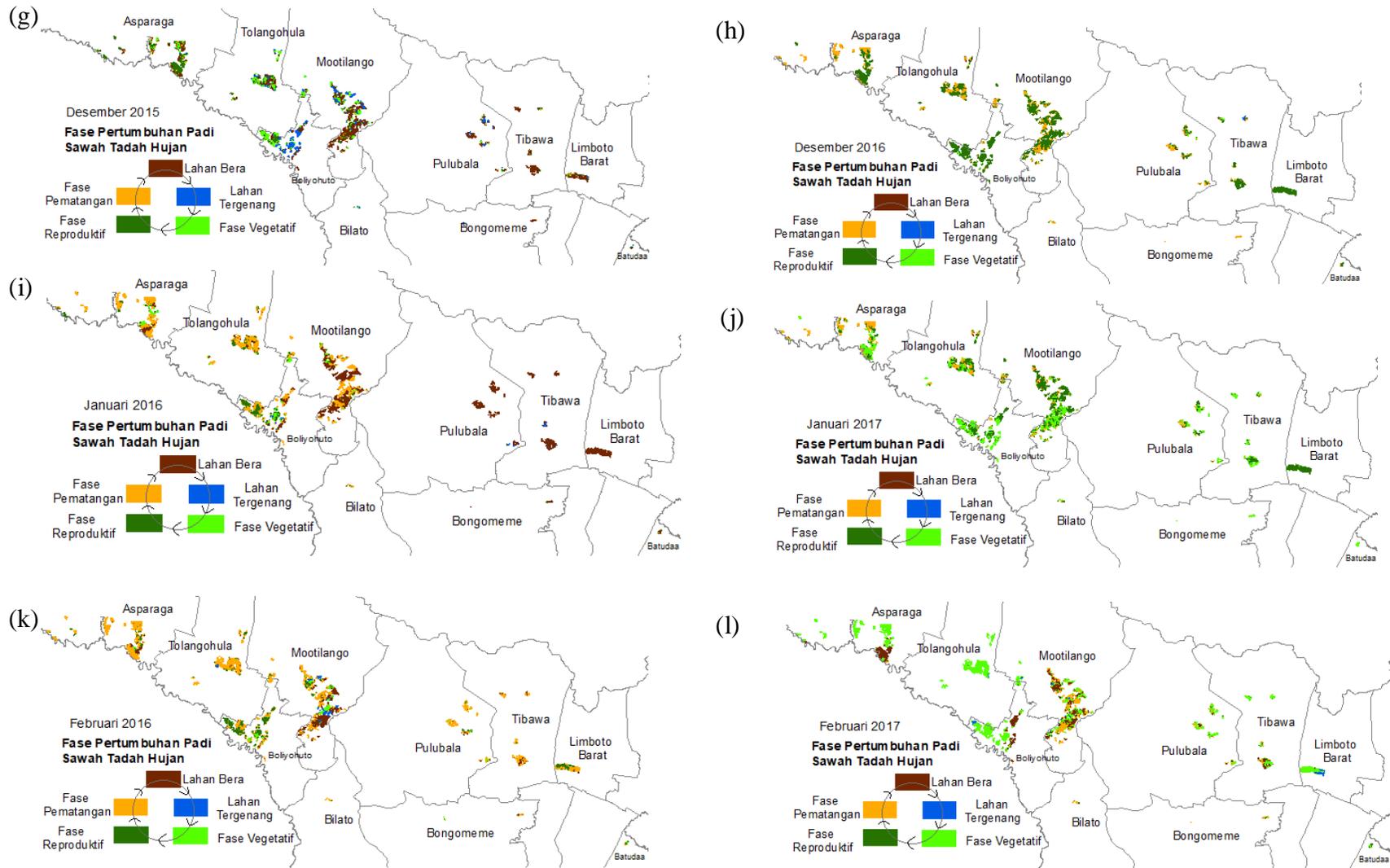
Iklim El Nino telah memberikan dampak yang nyata terhadap pola musim tanam padi sawah tadah hujan di Kabupaten Gorontalo. Hal ini dapat terlihat pada gambar 2, dimana pada bulan september sampai dengan Februari adalah musim penghujan, sehingga seharusnya lahan padi sawah tadah hujan sedang ditanami padi. Pada Gambar 2a pada bulan September

tahun 2015 (tahun El Nino) persebaran fase pertumbuhan padi sawah tadah hujan di Kabupaten Gorontalo kebanyakan berada pada lahan bera dan diikuti beberapa lahan fase pematangan yang terletak di Kecamatan Asparaga.

Lahan bera menunjukkan sebagai lahan habis digunakan menanam padi (lahan tidak digunakan), dimana pada bulan september 2015 (El Nino) para petani tidak ada yang memulai atau sedang menanam sawah mereka. Hal yang sama terjadi pada lahan sawah di Kabupaten Pringsewu, dimana pada tahun 1997 dan tahun 2015 (tahun El Nino) sebahagian besar lahan sawah berada pada kondisi bera (Ratri *et al*, 2016).



Gambar 2. (a)September 2015, (b)September 2016, (c)Oktober 2015, (d) Oktober 2016, (e) November 2015 dan (f)November 2016



Gambar 2. (g)Desember 2015, (h)Desember 2016, (i)Januari 2016, (j) Januari 2017, (k) Februari 2016 dan (l) Februari 2017

Berbeda halnya pada bulan September 2016 (tidak El Nino), Gambar 2b menunjukkan bahwa lahan sawah tadah hujan digunakan sebagian petani memulai menanam padinya, bahkan ada yang telah memasuki fase pematangan, contohnya pada Kecamatan Boliyohuto dan Mootilango. Pada bulan Desember 2015 (Gambar 2g), sebahagian lahan sawah tadah hujan berada pada fase vegetatif dan hanya sedikit pada fase reproduktif, contohnya pada Kecamatan Asparaga, Kecamatan Tolangohula, Kecamatan Mootilango dan Kecamatan Boliyohuto. Walaupun demikian masih tampak lahan bera dan lahan tergenang pada bulan Desember 2015, contohnya di Kecamatan Limboto Barat, Kecamatan Tibawa dan Kecamatan Mootilango. Hal yang berbeda pada tahun 2016 (bukan El Nino), sejak bulan November 2016 sebahagian besar lahan sawah telah berada pada fase vegetatif dan kondisi tergenang dan hanya ada sedikit lahan bera. Kemudian dilanjutkan pada bulan Desember 2016 (Gambar 2h), lahan bera sudah tidak tampak lagi (bulan Desember 2015 masih tampak), dimana secara dominan lahan sawah berada pada fase reproduktif dan fase pematangan. Barulah bulan Januari 2016 dan february 2016 pada Gambar 2i dan 2k (tahun El Nino) lahan sawah tadah hujan berada pada fase reproduksi dan fase pematangan dan tetap saja masih tampak lahan bera, contohnya pada Kecamatan Pulubala, Kecamatan Tibawa dan Kecamatan Limboto Barat.

4. SIMPULAN

Air adalah bagian terpenting bagi padi dalam proses pertumbuhannya. Setiap fase pertumbuhan padi memiliki ukuran airnya. Secara umum, fase pertumbuhan padi sawah

tadah hujan terbagi atas 5 fase yaitu lahan bera, lahan tergenang, fase vegetatif, fase reproduktif dan fase pematangan. Pada tahun 2015, ketika musim penghujan yang seharusnya tiba yaitu sekitar bulan september sampai dengan Februari, Indonesia mengalami iklim El Nino, sehingga mempengaruhi perubahan pola fase pertumbuhan padi sawah tadah hujan. Kabupaten Gorontalo adalah salah satu kabupaten di Indonesia yang terkena dampak dari iklim El Nino yang mengakibatkan musim penghujan bergeser menjadi musim kemarau. Pergeseran musim ini akhirnya mengakibatkan pergeseran pola fase pertumbuhan padi sawah tadah hujan, yang mana bulan September hingga oktober tahun 2015 secara dominan lahan sawah berada pada kondisi bera sedangkan pada tahun tidak terjadinya El Nino (tahun 2016) yaitu bulan September hingga Oktober tahun 2016, secara dominan lahan sawah berada pada kondisi lahan tergenang. Barulah pada bulan November 2015, para petani mulai mempersiapkan lahannya untuk ditanami padi dan memanen padinya pada bulan Januari 2016 hingga Februari 2016 (fase reproduksi dan fase pematangan). Walaupun demikian, lahan bera masih tampak di beberapa wilayah. Berbeda halnya pada tahun 2016, dimana para petani memanen padi mereka ketika bulan Desember 2016 hingga Januari 2017.

Citra landsat adalah salah satu citra yang dapat diakses dengan mudah oleh berbagai kalangan. Walaupun demikian, landsat masih memiliki beberapa kekurangan banyaknya awan yang hadir ketika pengambilan citra dilakukan. Akibat awan ini, hasil klasifikasi citra satelit dalam hal ini fase pertumbuhan padi sawah tadah hujan dapat membaca nilai-nilai piksel awal

menjadi nilai lahan tergenang yang mungkin seharusnya merupakan nilai fase vegetatif. Oleh karena itu, citra landsat dapat dijadikan sebagai survei awal dalam menentukan kondisi di lapangan secara umum yang cakupan luas lapangannya sangat luas yang kemudian dikombinasikan dengan data kondisi di lapangan sebenarnya, sehingga menghasilkan data atau interpretasi kesalahan yang kecil.

DAFTAR PUSTAKA

- Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika.(2019). *Informasi Index El Nino*. [Internet]. [diakses 20 Juni 2019]. <https://www.bmkg.go.id/iklim/informasi-index-elnino.bmkg>
- Badan Pusat Statistik. (2015). *Kabupaten Gorontalo Dalam Angka Tahun 2014*. Badan Pusat Statistik Kabupaten Gorontalo
- Badan Pusat Statistik. (2016). *Kabupaten Gorontalo Dalam Angka Tahun 2015*. Badan Pusat Statistik Kabupaten Gorontalo
- Badan Pusat Statistik. (2017). *Kabupaten Gorontalo Dalam Angka Tahun 2016*. Badan Pusat Statistik Kabupaten Gorontalo
- Baig, M. H. A., Zhang, L., Shuai, T., & Tong, Q. (2014). Derivation of a tasselled cap transformation based on Landsat 8 at-satellite reflectance. *Remote Sensing Letters*, 5(5), 423–431. <https://doi.org/10.1080/2150704X.2014.915434>
- Fita Anggraini Yuliana. (2019). Estimasi produksi padi sawah berdasarkan metode EVI maksimum pada citra landsat 8 di Kabupaten Banyumas. *Skripsi*.2019 Surakarta: Universitas Muhammadiyah Surakarta
- Hariyono, (2014) . Keragaan Vegetatif dan Generatif Beberapa Varietas Tanaman Padi Terhadap Cekaman Kekeringan Pada Fase Pertumbuhan Yang Berbeda *Jurnal Planta Tropika* Vol.2 No.1. DOI 10.18196/pt.2014.019.20-27
- Irawan. B. (2003). *Multilevel Impact Assesment and Coping Strategies Against El Nino:Case of Food Crops In Indonesia*. CGPRT Centre Working Paper No.75. United States
- Kementerian Pertanian Republik Indonesia. (2018). *Data Lima Tahun Terakhir*. [Internet]. [diakses 20 Oktober 2018] <http://www.pertanian.go.id/home/?show=page&act=view&id=61>
- Rachman, Achmad; Dariah, Ai; Sutono, S. (2018). *Pengelolaan Sawah Salin Berkadar Garam Tinggi*. IAARD Press:Jakarta
- Rachmawati, D., & Retnaningrum, E. (2013). Pengaruh tinggi dan lama penggenangan terhadap pertumbuhan padi kultivar Sintanur dan dinamika populasi Rhizobakteri pemfiksasi Nitrogen non simbiosis. *Bionatura-Jurnal Ilmu-Ilmu Hayati Dan Fisik*, 15(2), 117–125.
- Ratri, S. D., Kusratmoko, E., & Hardiyanti, F. S. (2016). Applications of Remote Sensing and Geographic Information System to Identify Rice Planting Season during El Nino Years: Case Study in the Pringsewu District, Province of Lampung. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 47(1). <https://doi.org/10.1088/1755-1315/47/1/012035>
- Rizatus Shofiyati dan Dwi Kuncoro. (2007) Inderaja untuk mengkaji kekeringan di lahan pertanian. *Informatika Pertanian*, 16(1).
- Syahrizal dan Rusiyah.(2017). *Monitoring Kejadian dan Penilaian Bahaya Kekeringan di Kabupaten Gorontalo. Laporan Penelitian*. Universitas Negeri Gorontalo
- Yokoyama, S. (2002). ENSO Impact on Food Crop Production and the Role of CGPRT Crops in Asia and the Pasific. *Makalah Seminar El Nino dan Implikasinya Terhadap Pembangunan Pertanian*. Bogor.

Yoshino M, Urushibara dan Suratman
(2000). Agriculture production and
climate change in Indonesia. *Global
Environmental Research* 3:187-197.