

PERGESERAN KLASIFIKASI IKLIM OLDEMAN DAN SCHMIDTH-FERGUSSON SEBAGAI DASAR PENGELOLAAN SUMBERDAYA ALAM DI BENGKULU

Anang Anwar¹, Sigit Sudjatmiko², Muhammad Faiz Barchia³

¹Stasiun Klimatologi Bengkulu, Jl. Ir. Rustandi Sugianto Pulau Baai Bengkulu.
^{2,3}Agroekotek, Jl. WR. Supratman Kandang Limun, Bengkulu 38371 A, Indonesia.
Telp/Fax +62-736-21170/+62-736-22105
¹ananganwar77@gmail.com

Abstrak

Perubahan pola hujan, pergeseran musim, kenaikan suhu merupakan dampak dari perubahan iklim. Perubahan pola hujan ini akan mempengaruhi system klasifikasi Schmidth-Ferguson dan Oldeman. Jumlah Bulan basah, bulan lembab dan bulan kering menjadi penentu dalam penentuan system klasifikasi Schmidth-Ferguson dan Oldeman. Provinsi Bengkulu mempunyai pola hujan equatorial dengan dua puncak hujan di bulan November dan Januari dan hujan paling sedikit pada bulan Juni. Tipe iklim oldeman yang di miliki adalah tipe iklim A1, B1, C1 dan Tipe iklim Schmidth Ferguson A, B, C dan D (Sangat Basah, Basah, Agak Basah dan Sedang). Pergeseran tipe iklim Oldeman yang terjadi adalah pergeseran luasan, Tipe iklim A1 yang dominan bergeser luasan nya terdistribusi ke tipe iklim B1 dan C1 untuk daerah yang bergeser adalah hampir semua wilayah Bengkulu kecuali kab. Seluma. Tipe iklim Schmidth Ferguson bergeser dari A yang dominan bergeser ke tipe iklim A, B, C dan D, daerah yang mengalami pergeseran adalah wilayah Bengkulu bagian selatan. Proyeksi untuk tipe iklim Schmidth-Ferguson dan Oldeman tipe iklim yang mengalami perubahan adalah tipe iklim oldeman

Kata kunci: iklim oldeman, iklim Schmidth-Ferguson, Curah Hujan, Proyeksi

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Perubahan iklim menyebabkan terjadinya perubahan pola hujan, pergeseran musim, kenaikan suhu, dan kenaikan muka air laut. Salah satu dampak perubahan iklim di sektor pertanian yaitu kegagalan panen akibat kejadian iklim ekstrim semakin sering terjadi dan semakin meluas (Boer, et al. 2015). Informasi cuaca yang selalu yang terkini (up to date), bimbingan teknis kepada petani agar lebih baik lagi mengelola resiko iklim dan mengurangi dampak ekonomi dari perubahan iklim seperti banjir atau kekeringan, peningkatan dan pengembangan

pemodelan iklim untuk membuat gambaran iklim pada masa yang akan datang.

Peta klasifikasi iklim Oldeman dan Schmidth-Ferguson Bengkulu yang telah dibuat oleh Stasiun Klimatologi Bengkulu perlu di perbaharui dengan pertimbangan kejadian hujan yang terjadi selama ini. Peta klasifikasi iklim selama ini belum ada yang di publikasikan, padahal di Bengkulu mempunyai potensi sumberdaya alam yang sangat besar. Berdasarkan hal tersebut perlu dilakukan penelitian dan pemetaan pergeseran klasifikasi iklim Oldeman dan Schmidth-Ferguson sebagai upaya pemanfaatan sumberdaya bidang klimatologi dalam pengelolaan

sumberdaya alam di Bengkulu. Tujuan dalam penelitian ini adalah membuat peta up-dating dan pergeseran klasifikasi iklim Oldeman periode 20 dan 30 tahun Propinsi Bengkulu serta pergeseran sampai dengan tahun 2040. Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat akan tersedianya peta terupdate klasifikasi iklim Oldeman dan peta klasifikasi iklim Schmidth-Fergusson, Pengambil kebijakan dapat menjadikannya sebagai bahan pertimbangan dalam menyusun rencana pembangunan di Bengkulu.

BAHAN DAN METODE

Lokasi, Pengumpulan dan Analisis Data

Penelitian ini dilakukan di wilayah provinsi Bengkulu. Metode pengumpulan data pada penelitian ini dengan cara menginventarisir data curah hujan periode 20 tahun dan 30 tahun selama tahun 1971 sampai dengan 2010. Metode analisis yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode *mean* (rata-rata hitung) yaitu jumlah semua nilai data dibagi banyaknya data, rata-rata hitung disimbolkan sebagai \bar{x} (dibaca \bar{x} bar). Rumus mean (rata-rata hitung) dari data tunggal sebagai :

$$\bar{x} = \frac{1}{n}(x_1 + x_2 + x_3 + \dots + x_n)$$

$$\text{atau } \bar{x} = \frac{\sum x_i}{n}$$

Data yang dihitung rata-ratanya adalah data curah hujan setiap pos yang Tabel 1. Interpretasi agroklimat oldeman

mempunyai series data lebih dari 10 tahun.

Sistem Klasifikasi Oldeman

Oldeman dalam Bayong (1999) menyatakan Jumlah curah hujan sebesar 200 mm tiap bulan dipandang cukup untuk membudidayakan padi sawah, sedangkan untuk tanaman palawija maka jumlah curah hujan minimal yang di perlukan 100 mm tiap bulan. Oldeman et al, (1980) membagi lima zona iklim dan lima sub zona iklim. Zona iklim merupakan pembagian dari banyaknya jumlah bulan basah berturut-turut yang terjadi dalam setahun, sedangkan sub zona iklim merupakan banyaknya jumlah bulan kering berturut-turut dalam setahun. Pemberian nama Zone iklim berdasarkan huruf yaitu zone A, zone B, zone C, zone D dan zone E, sedangkan pemberian nama sub zone berdasarkan angka yaitu sub 1, sub 2, sub 3 sub 4 dan sub 5. Berdasarkan penelitian Oldeman maka di buat tabel interpretasi klasifikasi Oldeman dengan tujuan untuk memudahkan dalam penerapan di lapangan.

Sistem Klasifikasi Schmidth-Fergusson

Sistem iklim Schmidth-Fergusson merupakan penyempurnaan dari metode Mohr. Schmidth-Fergusson (1951) dalam Bayong (1999) menghitung jumlah bulan kering dan

Tipe Iklim	Penjabaran
A1, A2	Sesuai untuk padi terus menerus tetapi produksi kurang karena pada umumnya kerapatan fluks radiasi surya rendah sepanjang tahun
B1	Musim tanam yang baik produksi tinggi bila panen musim kemarau
B2	Dapat tanam yang dua kali setahun dengan varietas umur pendek dan musim kering yang pendek untuk tanam palawija
C1	Tanam padi dapat sekali dan palawija dua setahun
C2, C3	Tanam padi dapat sekali dan palawija dua kali setahun, tetapi penanaman palawija yang kedua harus hati-hati jangan jatuh pada bulan kering
D1	Tanam padu umur pendek satu kali dan biasanya produksi tinggi karena kerapatan fluks radiasi tinggi waktu tanam palawija
D2, D3, D4	Hanya mungkin satu kali padi dan satu kali palawija setahun tergantung pada adanya persediaan air irigasi
E	Daerah ini umumnya terlalu kering, mungkin hanya dapat satu kali palawija, itupun tergantung hujan

bulan basah dari tiap-tiap tahun kemudian baru diambil rata-ratanya. Data yang di gunakan lebih dari 10 tahun dari dari stasiun pos pengamatan curah hujan. Untuk menentukan jenis iklim Schmidh-Fergusson menggunakan harga perbandingan Q yang di definisikan sebagai :

$$Q = \frac{\text{Jumlah rata - rata bulan kering}}{\text{Jumlah rata - rata bulan basah}}$$

Bulan kering merupakan jumlah curah hujan yang turun dan sampai kepermukaan bumi mempunyai jumlah curah hujan < 60 mm. Bulan lembab adalah jumlah curah hujan yang sampai ke permukaan antara 60 sampai dengan 100 mm, dan bulan basah adalah jumlah hujan yang turun dan sampai kepermukaan bumi lebih dari 100 (Lakitan 2002). Berdasarkan Penelitiannya, Schmidh-Fergusson membagi penggolong iklim di Indonesia menjadi 8 (delapan) golongan (tabel 2).

Suhu rata-rata menurut teori

Lapsrate

Suhu udara merupakan derajat panas dan dingin suatu keadaan yang dipengaruhi oleh sinar matahari. Suhu udara akan menurun dengan bertambahnya ketinggian tempat. Setiap ketinggian bertambah 100 meter, suhu udara berkurang (turun) rata-rata 0,6°C. Penurunan ini disebut gradient temperatur vertikal atau lapse rate. Pada udara kering, besar lapse rate adalah 1°C (Lakitan , 2002).

WRF (*Weather Research and Forecasting*)

Weather Research and Forecasting (WRF) adalah generasi masa depan dari model cuaca yang dapat digunakan untuk melakukan prediksi atmosfer skala menengah dan mengasimilasikan hasil prediksi tersebut dengan data observasi local. WRF dikembangkan oleh *The Mesoscale and Microscale Meteorology Division of NCAR*, di Boulder, Colorado. Model cuaca WRF ini sangat cocok untuk dikembangkan sebagai pemodelan cuaca mendasar di Indonesia karena telah digunakan sebagai dasar prediksi oleh seluruh konstituen yang terkait dengan prediksi cuaca

Diagram Alir Pengolahan Data

Untuk penentuan tipe iklim oldeman maupun Schmidt-Ferguson maka harus menentukan titik koordinat pos curah hujan, kumpulkan data pos hujan dengan series data lebih dari 10 tahun. Tentukan klasifikasi Oldeman dengan membandingkan bulan basah dan bulan kering berdasarkan segitiga Oldeman, dan klasifikasi Schmidh-Fergusson dengan mencari nilai Q. Buat daftar pos hujan berdasarkan titik koordinat lintang dan bujur serta klasifikasi Oldeman dan Schmidh-Fergusson dalam sebuah tabel untuk keperluan pemetaan, lakukan pembuatan peta (analisa spasial) dengan menggunakan aplikasi Arc GIS dengan metode Interpolasi IDW (*Inverse Distance*

Tabel 2. Klasifikasi Schmidh Ferguson

Tipe Iklim	Kriteria	Kriteria
A. (Sangat Basah)	Hutan hujan tropika	$0 < Q < 0.143$
B. (Basah)	Hutan hujan tropika	$0.143 < Q < 0.333$
C. (Agak Basah)	Hutan rimba	$0.333 < Q < 0.600$
D. (Sedang)	Hutan musim	$0.600 < Q < 1.000$
E. (Agak Kering)	Hutan sabana	$1.000 < Q < 1.670$
F. (Kering)	Hutan sabana	$1.670 < Q < 3.000$
G. (Sangat Kering)	Padang ilalang	$3.000 < Q < 7.000$
H. (Luar Biasa Kering)	Padang ilalang	$7.000 < Q$

Sumber : Lakitan (2002)

Weighted), untuk menentukan pergeseran klasifikasi Oldeman dan Schmidth-Fergusson dengan membandingkan luasan tipe iklim yang telah di interpolasi dengan tools yang ada yaitu *calculate geometri*. Lakukan interpretasi terhadap klasifikasi Oldeman dan Schmidth-Fergusson untuk memudahkan dalam mengaplikasikan di lapangan.

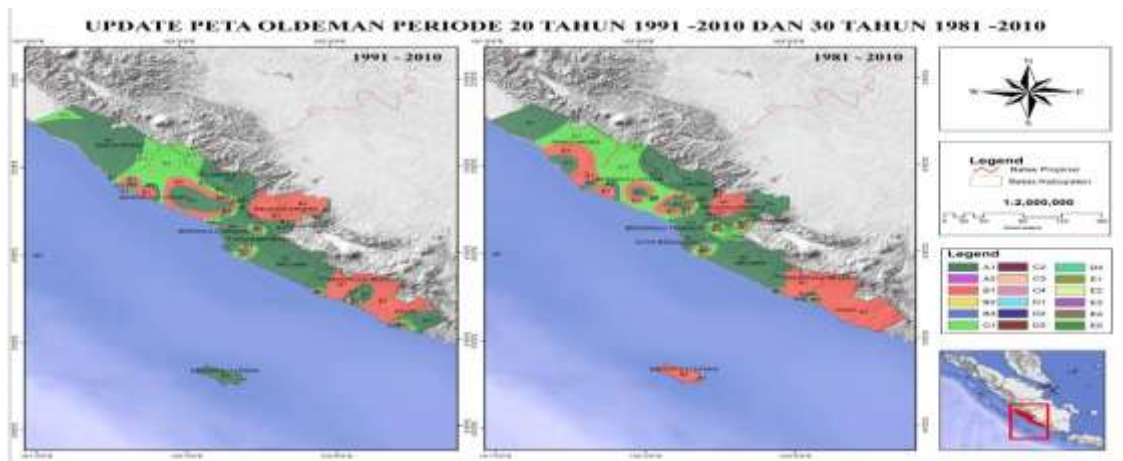
HASIL DAN PEMBAHASAN

Updating klasifikasi iklim oldeman periode 20 tahun (periode 1991-2010) dan periode 30 tahun (periode 1981-2010)

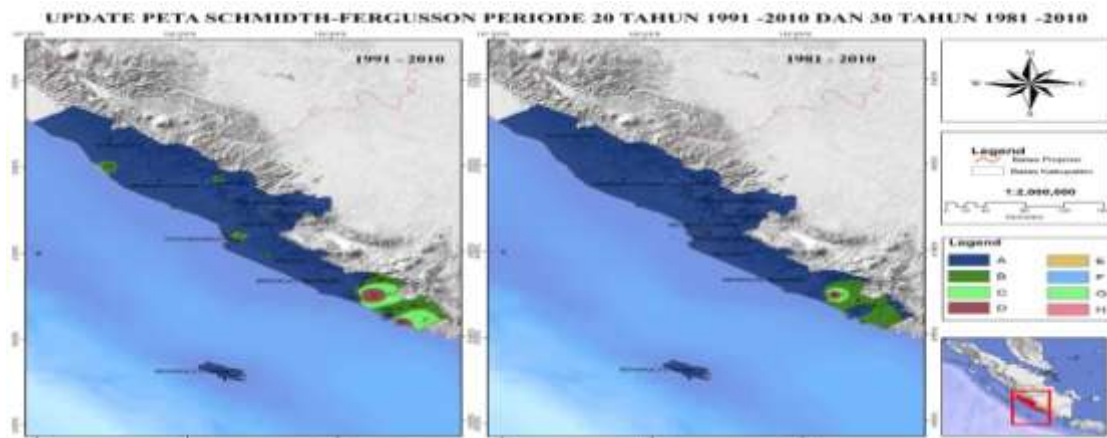
Berdasarkan hasil perhitungan updating klasifikasi iklim oldeman untuk periode 20 tahunan (1991-2010) dan periode 30 tahun (1981 – 2010), di ketahui bahwa di propinsi Bengkulu memiliki 3 kelas iklim oldeman antara lain: A1, B1 dan C1, terlihat gambar1.

Pergeseran tipe iklim Oldeman periode 20 tahun dan 30 tahun

Tipe iklim Oldeman di Bengkulu periode 20 tahunan, terlihat perbedaan yang cukup signifikan periode tahun 1971-1990 dan periode 1991-2010 untuk wilayah Bengkulu Utara, Mukomuko dan Lebong hal ini terjadi karena distribusi pos hujan di wilayah tersebut sangat sedikit.



Gambar 1. Update Peta Oldeman Periode 20 tahun dan 30 tahun

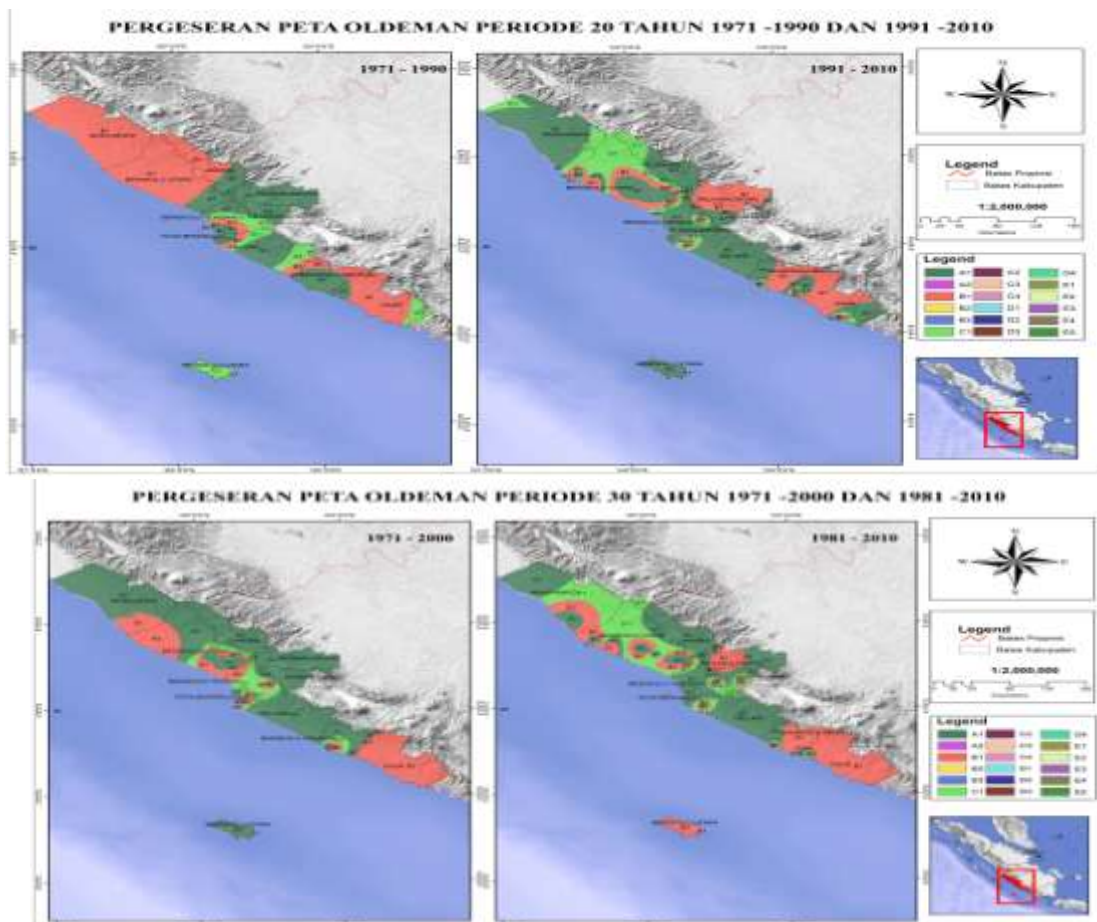


Gambar 2. Update Peta Schmidth-Fergusson periode 20 tahun dan 30 tahun

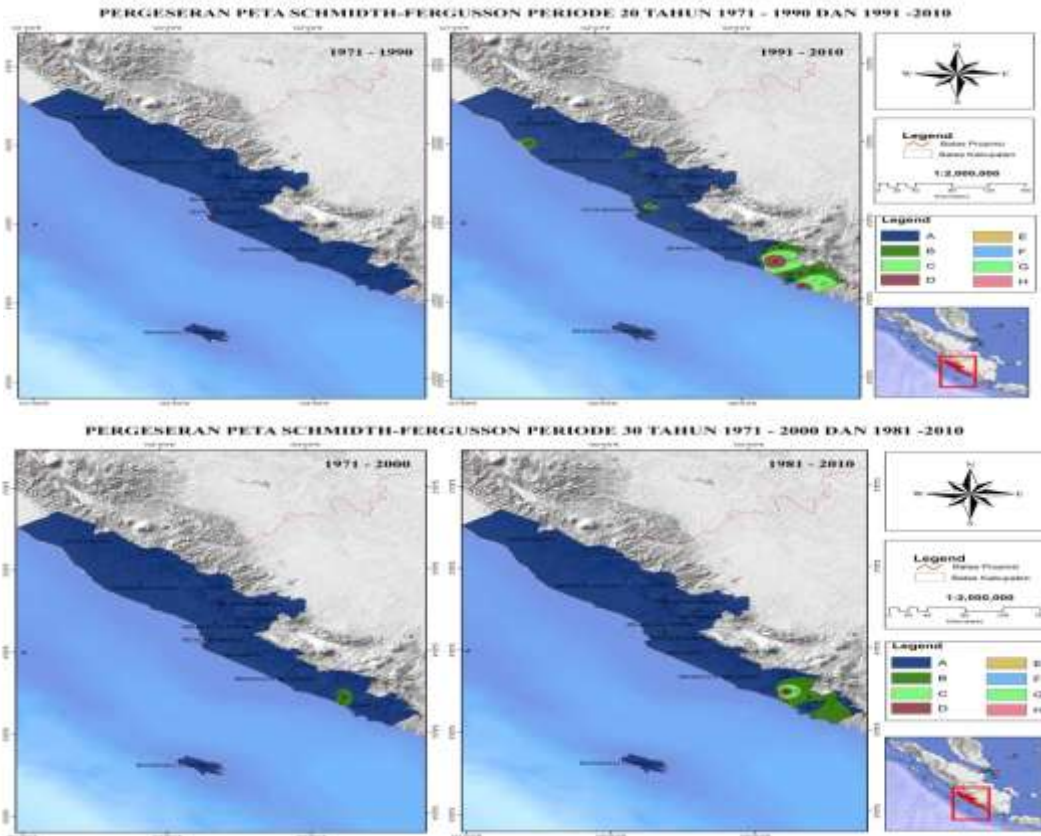
Periode 30 tahun klasifikasi Oldeman mengalami pergeseran, wilayah tipe iklim A1 mengalami pergeseran yang cukup signifikan. Luasan wilayah A1 yang dominan pada periode tahun 1971-2000 terdistribusi ke tipe iklim B1 dan C1, pada periode 1981-2010 provinsi Bengkulu mengalami peningkatan luas wilayah pada tipe iklim B1.

Pergeseran tipe iklim Schmith-Ferguson Periode 20 tahunan dan 30 tahunan

Pergeseran klasifikasi Schmith Ferguson di Bengkulu periode 20 tahun dan 30 tahun mengalami pergeseran, tipe iklim A mengalami pergeseran yang cukup signifikan terutama untuk wilayah Bengkulu Selatan dan Kaur. Kondisi serupa dengan periode 30 tahun.



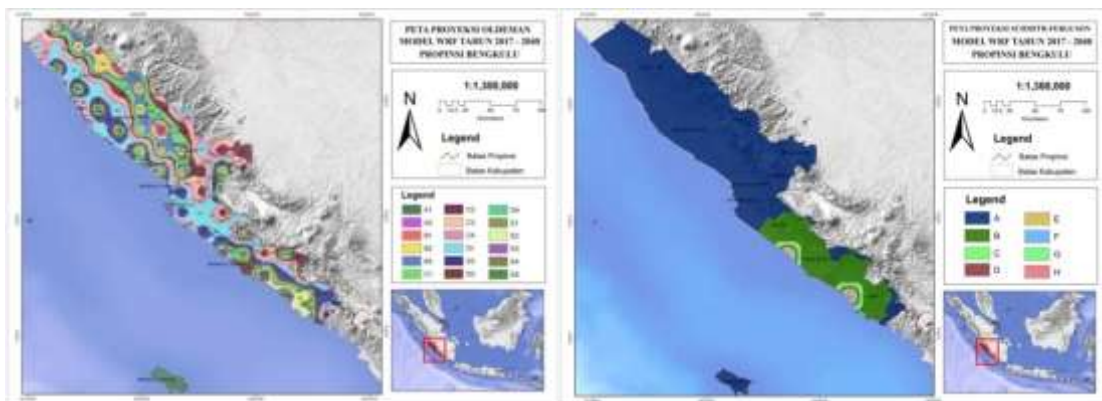
Gambar 3. Peta Pergeseran tipe oldeman tahunan periode 20 tahun dan 30 tahun



Gambar 4. Peta Pergeseran Schmith-Ferguson tahunan periode 20 tahun dan 30 tahun

Proyeksi klasifikasi Oldeman dan Schmith-Ferguson (2017-2040)

Analisa spasial proyeksi klasifikasi Oldeman sampai dengan tahun 2040 dengan menggunakan metode IDW di propinsi Bengkulu. Tipe iklim C3 lebih dominan dengan luas wilayah 2.414,19 Km², berarti di wilayah Bengkulu akan mengalami pengurangan curah hujan. Analisa spasial proyeksi tipe iklim Schmith-Ferguson sampai dengan tahun 2040 dengan menggunakan metode IDW di propinsi Bengkulu Tipe iklim A mendominasi untuk wilayah kabupaten Mukomuko, Bengkulu Utara, Lebong, Rejang Lebong, Kepahiang, Bengkulu Tengah, dan Kota Bengkulu, seperti terlihat gambar 5



Gambar 5. Peta Proyeksi Oldeman dan Schmith-Ferguson WRF tahun 2017 – 2040

Interpretasi Keterkaitan Oldeman dan Schmidh-Ferguson

Updating Keterkaitan oldeman dan schmidh ferguson menurut peta ferguson dan Oldeman periode 30 tahun (1981-2010), informasi ini dapat memberikan penjelasan tentang hubungan vegetasi yang paling dominan serta aktivitas tanam padi oleh masyarakat petani wilayah kabupaten/kota Bengkulu umumnya memiliki vegetasi Hutan Hujan Tropika, dengan interpretasi agroklimat oldeman yang beragam. Kabupaten Bengkulu Selatan, Kaur dan sebagian Bengkulu Utara dan Kepahiang memiliki karakteristik agroklimat dapat ditanam padi secara terus menerus dengan

perencanaan awal musim tanam yang baik dan produksi tinggi pada musim kemarau. Wilayah kabupaten Bengkulu Tengah dan sebagian Mukomuko, Bengkulu Utara memiliki karakteristik sesuai untuk tanam padi sekali dan palawija dua kali setahun. Kota Bengkulu, kabupaten Lebong, Rejang Lebong, Seluma dan sebagian wilayah Mukomuko dan Kepahiang memiliki karakteristik agroklimat tanam padi secara terus menerus tetapi produksinya kurang karena kerapatan fluks radiasi surya yang rendah sepanjang tahun. Proyeksi Keterkaitan Oldeman dan Schmid Ferguson periode 30 tahun 2018-2040 umumnya di wilayah propinsi

Tabel 3. Interpretasi Keterkaitan Oldeman dan Schmidh-Ferguson periode 30 tahun (1981-2010)

No.	Wilayah Kabupaten	Suhu (°C)	Vegetasi	Intrepretasi agroklimat Oldeman
1	Bengkulu Selatan	25 - 26	Hutan Hujan Tropika	Sesuai untuk padi terus menerus dengan perencanaan awal musim tanam yang baik produksi tinggi bila panen musim kemarau
2	Bengkulu Tengah	20 - 26	Hutan Hujan Tropika	Tanam padi dapat sekali dan palawija dua kali setahun
3	Bengkulu Utara	21 - 26	Hutan Hujan Tropika	Tanam padi dapat sekali dan palawija dua kali setahun, dan sebagian wilayah Sesuai untuk padi terus menerus dengan perencanaan awal musim tanam yang baik produksi tinggi bila panen musim kemarau
4	Kaur	24 - 26	Hutan Hujan Tropika	Sesuai untuk padi terus menerus dengan perencanaan awal musim tanam yang baik produksi tinggi bila panen musim kemarau
5	Kepahiang	19 - 24	Hutan Hujan Tropika	Sesuai untuk padi terus menerus tetapi produksi kurang karena pada umumnya kerapatan fluks radiasi surya rendah sepanjang tahun dan sebagian wilayah Sesuai untuk padi terus menerus dengan perencanaan awal musim tanam yang baik produksi tinggi bila panen musim kemarau
6	Bengkulu	26	Hutan Hujan Tropika	Sesuai untuk padi terus menerus tetapi produksi kurang karena pada umumnya kerapatan fluks radiasi surya rendah sepanjang tahun
7	Lebong	19 - 24	Hutan Hujan Tropika	Sesuai untuk padi terus menerus tetapi produksi kurang karena pada umumnya kerapatan fluks radiasi surya rendah sepanjang tahun
8	Mukomuko	24 - 26	Hutan Hujan Tropika	Sesuai untuk padi terus menerus tetapi produksi kurang karena pada umumnya kerapatan fluks radiasi surya rendah sepanjang tahun dan sebagian wilayah sesuai untuk Tanam padi dapat sekali dan palawija dua kali setahun
9	Rejang Lebong	19 - 24	Hutan Hujan Tropika	Sesuai untuk padi terus menerus tetapi produksi kurang karena pada umumnya kerapatan fluks radiasi surya rendah sepanjang tahun
10	Seluma	23 - 26	Hutan Hujan Tropika	Sesuai untuk padi terus menerus tetapi produksi kurang karena pada umumnya kerapatan fluks radiasi surya rendah sepanjang tahun

Bengkulu memiliki vegetasi hutan hujan tropika tetapi untuk luasan daerah yang memiliki hutan hujan tropika berkurang terjadi padakabupaten Bengkulu Selatan, Kaur, dan Seluma .

Intepretasi agroklimat di wilayah Propinsi Bengkulu di ambil dari persentasi terbesar yang ada di wilayah tersebut, kabupaten Bengkulu Selatan 20,6 % dan 16.8% wilayah kabupaten Kaur hanya mungkin satu kali padi atau satu kali palawija setahun tergantung fluks radiasi tinggi waktu tanam palawija. Bengkulu Tengah 22.1%, Kepahiang 16,1% dan Rejang Lebong 30,7% dapat di tanam tanaman padi sekali dan palawija dua kali setahun, tetapi penanaman palawija yang kedua harus hati-hati jatuh pada bulan kering. Wilayah Bengkulu Utara 17,9% dan Lebong 24,7% dapat di tanam padi dapat sekali dan palawija dua kali setahun. Wilayah Kabupaten Mukomuko 21,6% dan Seluma 46,3% cocok untuk tanaman padi umur pendek satu kali dan biasanya produksi bisa tinggi karena kerapatan fluks radiasi tinggi waktu tanam palawija. Kota Bengkulu 44,2 % wilayah nya hanya mungkin satu kali padi atau satu kali palawija setahun tergantung pada adanya persediaan air irigasi.

KESIMPULAN

1. Up date tipe iklim oldeman periode 20 tahun umumnya bergeser dari tipe iklim B1 menjadi A1 dan C1, luasan tipe iklim B1 berkurang yang semula 12.000 Km² menjadi 5.000 Km² dan selisih nya terdistribusi ke tipe iklim A1 dan C1, untuk tipe iklim Schmidth-Fergusson wilayah Bengkulu umumnya memiliki tipe iklim A dengan luasan sekitar 17.500 km² dari seluruh luas wilayah propinsi Bengkulu 24.500 km², selanjut tipe iklim B, C dan D
2. Pergeseran tipe iklim Oldeman periode 30 tahun berbeda dari periode 20

tahun, Pergeseran yang terjadi tipe iklim A1 yang semula 13.500 Km² bergeser menjadi 9.000 Km² dan terdistribuis ke tipe iklim B1 dan C1, sedangkan pola pergeseran tipe iklim Schmidth-Ferguson periode 20 tahun dan 30 tahun mempunyai pola yang sama, tipe iklim A bergeser luasannya bergeser ke tipe iklim B, C dan D, daerah kabupaten yang banyak terjadi pergeseran terjadi di kabupaten Kaur.

3. Proyeksi menggunakan model WRF sampai dengan tahun 2040, tipe iklim oldeman di propinsi Bengkulu bervariasi dengan dominasi pola tipe iklim D, untuk tipe iklim Schmidth-Fergusson umumnya mempunyai tipe iklim A, daerah yang mengalami perubahan yaitu kabupaten Kaur, Bengkulu Selatan dan Seluma menjadi tipe iklim B hingga H
4. Keterkaitan Oldeman dan Schmidth-Ferguson periode 30 tahun 1981- 2010, umumnya di Bengkulu mempunyai hujan tropis dengan menanam padi secara terus menerus dengan menggunakan perencanaan awal musim tanam yang baik, kecuali untuk daerah sebagian Bengkulu Tengah dan Bengkulu Utara menanam padi dapat di lakukan sekali dengan palawija dua kali dengan suhu antara 19 – 26 °C.
5. Proyeksi keterkaitan Oldeman dan Schmidth-Ferguson dengan menggunakan WRF bahwa hutan hujan tropis makin berkurang dan wilayah untuk menanam padi semakin berkurang dengan penanam padi dapat di lakukan sekali

REFERENSI

- Aldrian, E.,2001. Pembagian iklim Indonesia berdasarkan pola curah hujan dengan metode double correlation. *Jurnal Sains dan Teknologi Modifikasi Cuaca*1(2): 113-123

- As-syakur, A. R., I. W. Nuarsa, I. W., and Sunarta, I. N., 2010. Pemutakhiran peta agroklimat klasifikasi Oldeman di pulau Lombok dengan aplikasi sistem informasi geografis updating agroklimat map base in Oldeman classification at Lombok island using. Penelitian Masalah Lingkungan di Indonesia
- As-syakur, Abd Rahman, et al. 2011. Pemetaan kesesuaian iklim tanaman pakan serta kerentanannya terhadap perubahan iklim dengan sistem informasi geografi (SIG) di Provinsi Bali. *Pastura: Jurnal Ilmu Tumbuhan Pakan Ternak* 1.(1); 9-15.
- Badan Pusat Statistik Propinsi Bengkulu, 2015. Bengkulu Dalam Angka 2015. BPS Propinsi Bengkulu. Bengkulu
- Bayong, 1999, *Klimatologi Umum*, Bandung, ITB.
- Boer, R., Perdinan, F. A., Amanah, S., A., 2015. Kerentanan Dan Pengelolaan Risiko Iklim Pada Sektor Pertanian, Sumberdaya Air & Sumber Kehidupan Masyarakat Nusa Tenggara Timur, UNDP-SPARC Project. Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan. Jakarta
- ESRI, and C. A. Redlands. 2004. *ArcGIS*. New York
- Gatot, H.P., 2008. Akurasi metode IDW dan Kriging untuk interpolasi sebaran sedimen tersuspensi di Maros, Sulawesi Selatan.
- Irwansyah, E., 2013. *Sistem informasi geografis: prinsip dasar dan pengembangan aplikasi*. DigiBook Yogyakarta, Yogyakarta
- Lakitan, B., 2002. *Dasar-dasar Klimatologi*. RajaGrafindo Persada. Jakarta
- Oldeman, L. R., and Frere, M., 1982. Technical Report on a Study of the Agroclimatology of the Humid Tropics of Southeast Asia. Food & Agriculture Org
- Pasaribu, J. M., and Haryani, N. S., 2012. Perbandingan Teknik Interpolasi DEM SRTM dengan Metode Inverse Distance Weighted (IDW), Natural Neighbor, dan Spline." *J Pengindraan Jauh* 9.(2): 126-139.
- Puntodewo, A., Dewi, S., and Tarigan, J., 2003 "SIG Untuk Pengelolaan Sumberdaya Alam.". Center for International Forestry Research. Jakarta
- Sasminto, A. R., and Sutanahaji, A.T., 2014 Analisis Spasial Penentuan Iklim Menurut Klasifikasi Schmidt-Ferguson dan Oldeman di Kabupaten Ponorogo." *Jurnal Sumber Daya Alam dan Lingkungan* 1.(1): 51-56.
- Sipayung, S. B., Lely Q. A., and Bambang D. D., 2010. Analisis pola curah hujan Indonesia berbasis luaran model sirkulasi global (GCM). *Jurnal Sains Dirgantara* 4(2)
- Tjasyono, B. 1999. *Klimatologi Umum*. ITB Press. Bandung