

Pemutakhiran Peta Sumberdaya Agroklimat Indonesia untuk Mendukung Perencanaan Pertanian

Updating of The Agro-climate Resources Map of Indonesia to Support Agricultural Planning

Erni Susanti*, Elza Surmaini, Aris Pramudia, Nani Heryani, Woro Estiningtyas, Suciantini, Yayan Apriyana
Balai Penelitian Agroklimat dan Hidrologi, Jalan Tentara Pelajar No. 1A, Cimanggu, Bogor 16124, Jawa Barat, Indonesia

INFORMASI ARTIKEL

Riwayat artikel:

Diterima: 1 Desember 2020
Disetujui: 9 Maret 2021
Dipublikasi online: 17 Maret 2021

Kata Kunci:

Klasifikasi iklim
Tipe iklim
Indek pertanian
Pola tanam

Keywords:

Climate classification
Climate types
Cropping index
Cropping pattern

Direview oleh:

Rizatus Shofiyati,
Popi Rejekiningrum

Abstrak. Peta Sumberdaya Agroklimat yang dihasilkan dari analisis ini menyajikan klasifikasi iklim Indonesia yang merupakan pemutakhiran dari Atlas Sumber Daya Iklim Pertanian Indonesia tahun 2003. Kebaruan klasifikasi ini adalah periode data 1981-2010 (mengikuti periode normal Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika, disusun dari 4.032 stasiun hujan yang lolos kualiti kontrol data dan pendapat pakar, dianalisis dengan metode geostatistik terpilih, yaitu teknik interpolasi co-kriging dengan parameter pendukung ketinggian tempat. Klasifikasi Peta Sumberdaya Agroklimat didasarkan pada klasifikasi curah hujan tahunan, jumlah bulan basah dan bulan kering berturut-turut sesuai kriteria Oldeman, serta ketinggian tempat untuk pilihan komoditas. Peta Sumberdaya Agroklimat Indonesia memberikan 18 Tipe Agroklimat dengan 3 tipe iklim (basah, sedang, kering), 3 kelas curah hujan, 3 kelas bulan basah berturut-turut dan 3 bulan kering berturut-turut, dengan informasi potensi tanam dan alternatif pola tanam. Informasi potensi Indeks Pertanaman (IP) dan alternatif pola tanam dapat digunakan sebagai pedoman perencanaan tanam sehingga dapat memaksimalkan IP di suatu wilayah dan pemilihan komoditas yang sesuai. Wilayah yang IP-nya dibawah potensi IP, dapat ditingkatkan IP-nya dengan memanfaatkan potensi air yang ada, sedangkan untuk wilayah yang IP nya ingin ditingkatkan tetapi potensi IP nya tidak mendukung disarankan dapat menggunakan teknologi penyediaan air.

Abstract. The Agro-climate Resource Map, resulted from this analysis, is a classification of Indonesia's climate which is a revised version of the Atlas of Indonesian Agricultural Climate Resources (2003). The novelty of this classification is the inclusion of 1981-2010 data period (following the normal MCGA period), compiled from 4.032 rainfall stations that passed the quality control data and expert judgement, analyzed by geostatistical method through co-kriging interpolation technique with the altitude used as a supporting parameter. The classification of the Agro-climate Resource Map is based on the classification of annual rainfall, the number of consecutive wet and dry months according to Oldeman's criteria, and altitude for the choice of commodities. The Agro-climate Resource Map provides 18 classifications of Agro-climate Types with 3 types of climates (wet, moderate, dry), 3 rainfall classes, 3 consecutive wet month classes and 3 consecutive dry months, with information on planting potential and alternative cropping patterns. Information on the potential for cropping index (IP) can be used as a guideline for planting planning so as to maximize the IP in an area. Areas whose IP is below the potential IP, their IP can be increased by utilizing the existing water potential, while for areas whose IP needs to be increased but is not supported by the IP potential, IP increase can be achieved by improving water availability through implementation of water engineering technology.

Pendahuluan

Posisi Indonesia yang terletak di antara benua Asia dan Australia serta Samudra Indonesia dan Pasifik menjadikan karakteristik wilayahnya terdiri dari komponen darat dan laut yang dikenal sebagai Benua Maritim Indonesia (BMI). Interaksi laut atmosfer di sekitar BMI menghasilkan variasi iklim global antar tahun seperti *El Niño–Southern Oscillation* (ENSO) dan *Indian Ocean Dipole* (IOD) serta variasi antar musim seperti *Madden–Julian Oscillation* (MJO) yang bergerak kearah timur dari Samudra Hindia

ke Samudra Pasifik. Selain itu juga mempengaruhi keragaman iklim di wilayah BMI (Bjerknes 1969; Saji *et al.* 1999; Madden and Julian 1971; Yamanaka 2016). Iklim lokal juga bervariasi karena bentuk topografi wilayah yang beragam. Berbagai faktor tersebut menyebabkan curah hujan merupakan unsur iklim dengan keragaman yang tinggi antar wilayah.

Luasnya wilayah dan keragaman iklim yang tinggi antar waktu dan wilayah menuntut perlunya penyederhanaan dan pengelompokan wilayah berdasarkan kemiripan karakter iklim. Klasifikasi iklim

* Corresponding author: susanti_erni@yahoo.com

Indonesia pertama kali disusun oleh Boerema (1926) berupa Peta Wilayah Hujan untuk keperluan perhubungan dan pertanian. Di dalam peta tersebut Indonesia dibagi menjadi 153 wilayah hujan berdasarkan rata-rata curah hujan bulanan. Selanjutnya Mohr (1933) membuat klasifikasi iklim dengan dasar penggolongan bulan basah dan bulan kering. Schmidt-Ferguson (1951) mengklasifikasikan iklim sama dengan Mohr, dengan batasan bulan basah adalah curah hujan bulanan lebih dari 100 mm/bulan dan bulan kering adalah curah hujan kurang dari 60 mm/bulan. Trojer (1976) menyusun klasifikasi iklim berdasarkan persentasi curah hujan bulanan terhadap curah hujan tahunan menghasilkan 10 pola curah hujan. Pola curah hujan tersebut disederhanakan menjadi 3 pola curah hujan, yaitu pola *Singlewave* (monsunal dan lokal), pola *Doublewave* (ekuatorial), dan pola *Multiwave* (multipattern). Oldeman (1975) menyusun Peta Zonasi Agroklimat berdasarkan jumlah curah hujan bulan kering <100 mm, 100-200 mm, dan >200 mm berturut-turut untuk bulan kering, bulan lembab, dan bulan basah. Las *et al.* (1992) mengembangkan Peta Zonasi Agroklimat menjadi Peta Agroekologi Utama Tanaman Pangan di Indonesia dengan melakukan tumpang tepat (*overlay*) Peta Zone Agroklimat Oldeman dengan peta tanah. Dalam perkembangan selanjutnya, Balitklimat (2003) menyusun Atlas Sumber daya Iklim Pertanian Indonesia skala 1:1.000.000 dengan pengelompokan sejumlah stasiun curah hujan pada suatu wilayah berdasarkan jumlah curah hujan tahunan, pola hujan dan jumlah curah hujan bulanan. Atlas Sumber Daya Iklim Pertanian Indonesia membagi Indonesia menjadi 21 wilayah/pola. Data iklim dan curah hujan yang digunakan dalam penyusunan peta-peta tersebut adalah data sebelum tahun 2000 dengan keterbatasan jumlah dan mutu data yang masih terbatas baik secara skala ruang dan waktu.

Perubahan iklim juga mempengaruhi karakteristik hujan di BMI antara lain berkurangnya jumlah hari hujan periode 1961-1998 (Manton *et al.* 2001; Endo *et al.* 2009), perubahan awal musim hujan, berkurangnya jumlah curah hujan dan semakin pendeknya periode musim hujan di Jawa dan Bali (Hamada *et al.* 2002; 2012; BMKG 2017). Perubahan iklim menyebabkan melemahnya monsun dan semakin panjangnya musim kemarau, dan berkurangnya curah hujan (Aldrian and Djamil 2008; Faqih 2013). Kenaikan suhu global dan ENSO peningkatan jumlah curah hujan tahunan di sentra produksi pertanian (Faqih 2013). Perubahan sirkulasi Hadley and Walker menyebabkan perubahan curah hujan dan kejadian hujan ekstrim di BMI (Okamoto *et al.* 2003; Hashiguchi *et al.* 2006; Nguyen *et al.* 2013).

Teknik geostatistik merupakan salah satu pilihan dalam

delineasi klasifikasi, dalam Goovaerts (1999), beberapa penulis (Tabios dan Salas 1985; Phillips *et al.* 1992) telah menunjukkan bahwa teknik prediksi geostatistik (kriging) memberikan perkiraan curah hujan yang lebih baik daripada metode konvensional/deterministik. Goovaerts (2000) dan Chahoukia *et al.* (2014) mengembangkan metode kriging multivariat co-kriging dengan menambahkan ketinggian untuk menginterpolasi curah hujan spasial, dengan hasil yang lebih akurat dibandingkan dengan metode kriging univariat.

Untuk itu perlu dilakukan pemutakhiran Peta Sumberdaya Agroklimat Indonesia menggunakan data yang lebih lengkap dan terbaru untuk menggambarkan kondisi iklim terkini, dan dengan metode delineasi geostatistik. Peta Sumberdaya Agroklimat ini dapat digunakan sebagai sumber informasi untuk mendukung pengembangan kawasan pertanian dan perencanaan budidaya pertanian yang lebih baik.

Bahan dan Metode

Analisis dilakukan pada tahun 2019 untuk 34 provinsi di Indonesia. Data yang digunakan terdiri dari atas:

1. Data curah hujan bulanan periode 1981-2010 dari 4.603 stasiun yang berasal dari database iklim Balitklimat, BMKG, dan PU Pengairan, dengan sebaran lokasi stasiun hujan seperti pada Gambar 1.



Gambar 1. Distribusi stasiun curah hujan di Indonesia

Figure 1. Distribution of rainfall stations in Indonesia

2. Data curah hujan *Global Precipitation Climatology Center* (GPCC) yang diunduh dari https://opendata.dwd.de/climate_environment/GPCC/html/download_gate.html. Data curah hujan bulanan periode 1981-2010 dengan resolusi spasial 0,5 x 0,5. Kisaran data GPCC yang diunduh pada: 93,75-144,75

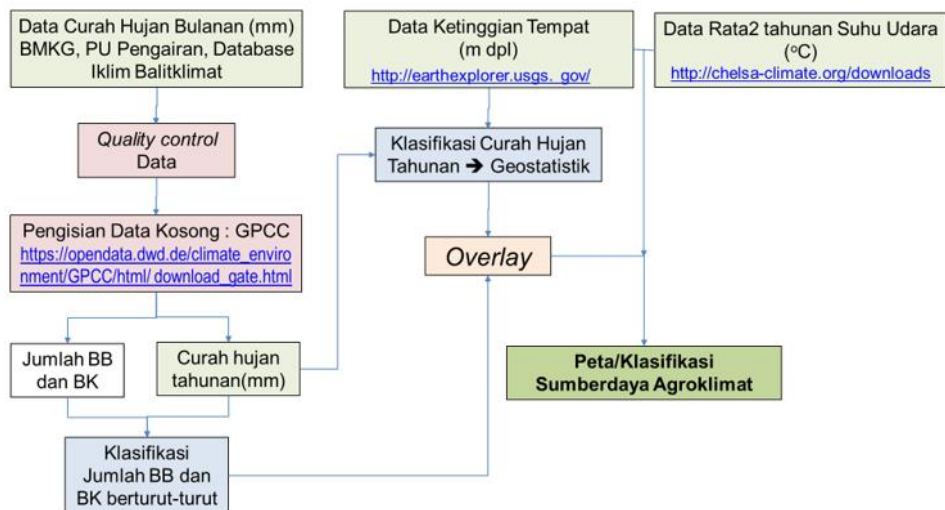
BT dan -12,25 LS – 8,75 LU. Data GPCC berasal lebih dari 97.000 stasiun hujan dari berbagai negara dan telah dilakukan kendali mutu. Hasil dari penelitian Akrom *et al.* (2017) menunjukkan secara keseluruhan korelasi data GPCC terhadap stasiun hujan cukup baik ($R > 0,7$) di DAS Citarum Hulu, sehingga GPCC memiliki potensi sebagai data pengganti data kosong hujan bulanan.

3. Data koordinat geografis stasiun hujan
4. Data ketinggian tempat (meter diatas permukaan laut, m dpl), data ketinggian tempat yang digunakan adalah data *Digital Elevation - Shuttle Radar Topography Mission* (DEM SRTM) yang diunduh dari United State Geological Survey's/USGS (<https://earthexplorer.usgs.gov/>). Data ketinggian tempat digunakan untuk memperoleh ketinggian di setiap stasiun hujan.
5. Data suhu udara dikumpulkan dari data rata-rata tahunan global suhu udara periode 1979-2013 yang merupakan data raster yang memiliki resolusi 1 Km x 1 Km diunduh dari <http://chelsea-climate.org/downloads>.

Diagram alir penyusunan Peta Sumberdaya Agroklimat Indonesia diuraikan pada Gambar 2. Pada tahap awal dilakukan kompilasi data curah hujan bulanan, verifikasi dan pengendalian mutu (*quality control/QC*) data, pengisian data kosong. Tahapan analisis meliputi: klasifikasi bulan basah dan bulan kering berturut-turut, klasifikasi curah hujan tahunan, dan tumpang tepat kelas bulan basah, bulan kering berturut-turut dengan kelas curah hujan tahunan. Kemudian dilanjutkan dengan penyusunan peta Sumberdaya Agroklimat.

Kualiti kontrol, pengisian data kosong, metode klasifikasi curah hujan tahunan, dan klasifikasi tipe agroklimat, secara rinci disampaikan sebagai berikut:

1. Kualiti kontrol data curah hujan
 Hasil kompilasi data terkumpul 4.603 stasiun hujan seluruh Indonesia dengan kualitas data yang beragam. Semua data diseleksi melalui kualiti kontrol (KK) dan pengisian data kosong (Surmaini *et al.* 2017) dengan tahapan yang meliputi: (1) memilih data observasi dengan panjang data minimal 2 tahun, (2) melakukan *gap check* untuk mengeluarkan data *outlier* yaitu membuang nilai curah hujan bulanan yang mempunyai selisih >300 mm dengan curah hujan bulanan sebelumnya, (3) membuang curah hujan bulanan yang nilainya 0 lima bulan berturut-turut atau lebih, (4) membuang curah hujan bulanan yang nilainya dua kali nilai 95% persentile didalam bulan yang sama (Durre *et al.* 2010), dan (5) pengecekan KK data menggunakan metode kurva massa ganda. Data tidak digunakan jika nilai *Root Mean Square Error* (RMSE) lebih dari 10.
2. Pengisian data kosong
 Analisis penyusunan peta sumberdaya agroklimat memerlukan data series lengkap 30 tahun. Mengingat banyak stasiun yang datanya kosong, perlu dilakukan pengisian data dengan menggunakan sumber data lain yang kualitas datanya lebih baik dan datanya tersedia dalam periode panjang. Dalam penelitian ini untuk pengisian data digunakan data GPCC. Data curah hujan GPCC dibangun dari data observasi dan telah dikoreksi dengan data lainnya termasuk yang berbasis grid dan telah diproses melalui sistem kualiti kontrol



Gambar 2. Diagram alir penyusunan Peta Sumberdaya Agroklimat

Figure 2. The Flowchart of the Agro-climate Resource Map development

oleh GPCC (Becker *et al.* 2013; Schneider *et al.* 2014). Data GPCC yang digunakan adalah resolusi 0,5 x 0,5 yang telah banyak digunakan untuk monitoring banjir, kekeringan dan analisis data historis (Schneider *et al.* 2017). Penggabungan data GPCC dengan data stasiun menggunakan metode koreksi rasio data bulanan. Rasio bulanan dihitung dari rata-rata curah hujan bulanan antara curah hujan stasiun dengan GPCC. Diperoleh dua belas nilai rasio yang diaplikasikan untuk koreksi masing-masing bulan dari data GPCC. Koreksi curah hujan bulanan GPCC dihitung dengan persamaan sebagai berikut :

$$P_{gpccUB} = \frac{M_{sta}}{M_{gpcc}} P_{gpcc}$$

- P_{gpccUB} : Hasil koreksi data curah hujan GPCC
- M_{sta} : Rata-rata akumulasi per bulan curah hujan stasiun observasi
- M_{gpcc} : Rata-rata akumulasi per bulan curah hujan GPCC
- P_{gpcc} : Curah hujan bulanan GPCC

Jika hasil pengisian data kosong ternyata masih terdapat data kosong, maka dilakukan pengecekan hubungan antara data observasi dan data GPCC, jika tidak ada hubungan yang erat akan digunakan seluruhnya data GPCC tanpa koreksi, tetapi jika ada hubungan yang erat, maka hanya data kosong saja yang diisi dengan data GPCC tanpa koreksi.

3. Klasifikasi Tipe Agroklimat

Klasifikasi Tipe Agroklimat berdasarkan: (a) curah hujan rata-rata tahunan, (b) jumlah bulan basah berturut-turut dalam setahun, (c) jumlah bulan kering berturut-turut dalam setahun, dan (d) ketinggian tempat di atas permukaan laut (m dpl) seperti diuraikan pada Tabel 1.

Klasifikasi curah hujan tahunan didasarkan klasifikasi Koppen yang dimodifikasi. Pada Peta Sumberdaya Agroklimat kriteria curah hujan tahunan dibedakan dalam 3 tipe iklim, yaitu (1) ‘Kering’ dengan curah hujan tahunan <1.500 mm/tahun, (2) ‘Sedang’ dengan curah hujan tahunan 1.500-2.500 mm/tahun, dan (3) ‘Basah’ dengan curah hujan tahunan >2.500 mm/tahun.

Klasifikasi bulan basah dan bulan kering berturut-turut dalam setahun sebagai faktor penting dalam perencanaan pertanian (kriteria tanaman pangan dan tanaman semusim lainnya), karena akan menggambarkan potensi dan dinamika ketersediaan air secara alami untuk tanaman. Kriteria bulan basah dan

bulan kering merujuk pada Oldeman (1975, 1979, 1981), yaitu bulan basah bila curah hujan >200 mm dan bulan kering bila curah hujan <100 mm. Dasar penetapan kriteria tersebut terkait dengan evapotranspirasi tanaman semusim, laju perkolasi dan peluang harapan kejadian hujan (*rainfall expected probalilty*, 75%).

Tabel 1. Kriteria Peta Sumberdaya Agroklimat

Table 1. Criteria of The Agro-climate Resources Map

Parameter	Kriteria
Jumlah bulan basah (BB) berturut-turut	1. BB : > 9 2. BB : 5-9 3. BB : 3-4 4. BB : < 3
Jumlah bulan kering (BK) berturut-turut	1. BK : < 3 2. BK : 3 – 7 3. BK : > 7
Curah hujan tahunan (mm)	1. CH : <1.500 2. CH : 1.500-2.500 3. CH : > 2.500
Penetapan iklim kering (CH mm/tahun)	< 1.500 mm/tahun
Ketinggian/H (m.dpl)	1. H : <700 2. H : 700 -1.500 3. H : 1.501-2.500 4. H : >2.500

Klasifikasi ketinggian tempat sebagai faktor iklim yang merefleksikan suhu udara. Menurut teori “*lapse rate*”, bahwa makin tinggi suatu tempat dari permukaan laut maka makin rendah suhu udaranya, dengan laju penurunan sekitar 5,5-6,5 °C/1.000 m dpl. Klasifikasi ketinggian tempat merujuk dari klasifikasi Junghuhn dalam Kompas, 2020 yang membagi ketinggian menjadi 4 kelas, yaitu: (1) 0-700, (2) 700-1500, (3) 1.500-2.500, dan (4) > 2.500 m dpl.

Data suhu udara diperoleh dari data rata-rata tahunan global suhu udara periode 1979-2013. Data rata-rata suhu tahunan di *overlay* dengan data ketinggian untuk selanjutnya diklasifikasikan berdasarkan ketinggian. Kelas ketinggian dan suhu terbagi menjadi 4 kelas, yaitu ketinggian 0-700 m dpl memiliki suhu 22,4-26,0 °C; 700-1.500 m dpl memiliki suhu 18,2-22,4 °C; 1.501-2.500 m dpl memiliki suhu 13,0-18,2 °C; dan >2.500 m dpl memiliki suhu <13,0 °C. Pengkelasan ketinggian ini sesuai dengan pengkelasan suhu berdasarkan pengelompokan tanaman oleh FAO (1978) kesesuaian kebutuhan tanaman (*crop requirment*).

Keseluruhan kriteria penyusunan Peta Sumberdaya Agroklimat disampaikan dalam Tabel 1.

4. Interpolasi spasial dan deliniasi parameter agroklimat
Parameter agroklimat yang didelineasi dengan teknik interpolasi spasial menggunakan prinsip geostatistik. Interpolasi spasial adalah suatu metode atau fungsi matematis untuk menduga nilai pada lokasi-lokasi yang datanya tidak tersedia. Interpolasi spasial menggunakan asumsi bahwa atribut data bersifat kontinu di dalam ruang jarak (*space*) dan saling berhubungan secara spasial (Anderson 2001). Kedua asumsi tersebut mengindikasikan bahwa pendugaan atribut data dilakukan berdasarkan lokasi yang berdekatan dengan lokasi pengamatan. Alternatif metode interpolasi yang digunakan ada 4 yaitu: (1) spline, (2) kriging, (3) co-kriging dengan ketinggian, dan (4) co-kriging dengan data hujan GPCC. Tahapan deliniasi sebagai berikut:
 - a. Menentukan nilai dan kategori parameter agroklimat pada 4.087 stasiun curah hujan.
 - b. Menggunakan 75% data untuk penentuan dan kalibrasi model interpolasi spasial pada masing-masing parameter agroklimat.
 - c. Menggunakan 25% data sisanya untuk validasi model interpolasi spasial pada masing-masing parameter agroklimat.
 - d. Memilih metode interpolasi spasial yang paling baik, yaitu yang memiliki nilai R² tertinggi pada saat kalibrasi dan validasi. Metode interpolasi terbaik kemudian digunakan untuk mendelineasi

peta parameter agroklimat.

5. Penyusunan Peta Sumberdaya Agroklimat

Peta Sumberdaya Agroklimat disusun melalui proses tumpang tepat (*overlay*) ketiga peta parameter agroklimat. Proses tumpang tepat menghasilkan poligon-poligon yang merupakan kombinasi dari ketiga parameter agroklimat. Namun demikian, ada diantara poligon-poligon yang dihasilkan terlihat sebagai pencilan sehingga perlu pertimbangan kepakaran (*expert judgement*) dalam menarik garis poligon.

Hasil dan Pembahasan

Kualiti Kontrol Data Curah Hujan dan Pengisian Data Kosong

Hasil analisis kualiti kontrol data curah hujan dari 4.603 stasiun terdapat 4.087 stasiun (89%) yang lolos kualiti kontrol data (Tabel 2). Sebaran stasiun hujan terbanyak per provinsi adalah: Jawa Timur, Jawa Tengah, Jawa Barat, dan Sulawesi Selatan. Sebaran stasiun kurang terutama di wilayah Timur Indonesia terutama di Maluku, Papua, Sulawesi, dan Kalimantan kecuali di Sulawesi Selatan dan Kalimantan Selatan.

Stasiun yang datanya lolos KK mempunyai periode data yang beragam berdasarkan ketersediaan data periode 1981-2010, untuk analisis lebih lanjut diperlukan data yang lengkap. Sebagai ilustrasi, pada Tabel 3 disampaikan contoh hasil pengisian data kosong agar diperoleh data

Tabel 2. Jumlah stasiun curah hujan yang lolos dan tidak lolos kualiti kontrol di setiap provinsi

Table 2. Number of rainfall stations that were passing and not passing the quality control in each province

No	Provinsi	∑ Stasiun Hujan	∑ Stasiun Hujan Lolos QC	∑ Stasiun Hujan Tidak Lolos QC	No	Provinsi	∑ Stasiun Hujan	∑ Stasiun Hujan Lolos QC	∑ Stasiun Hujan Tidak Lolos QC
1	Aceh	104	56	48	19	NTT	123	107	16
2	Sumatera Utara	195	142	53	20	Kalimantan Barat	90	84	6
3	Sumatera Barat	114	103	11	21	Kalimantan Tengah	44	25	19
4	Riau	71	70	1	22	Kalimantan Selatan	120	107	13
5	Jambi	81	72	9	23	Kalimantan Timur	71	60	11
6	Sumatera Selatan	146	115	31	24	Kalimantan Utara	5	5	0
7	Bengkulu	82	71	11	25	Sulawesi Utara	38	37	1
8	Lampung	134	126	8	26	Sulawesi Tengah	42	42	0
9	Kep.Bangka Belitung	8	8	0	27	Sulawesi Selatan	304	286	18
10	Kep. Riau	12	12	0	28	Sulawesi Tenggara	60	59	1
11	DKI Jakarta	34	28	6	29	Gorontalo	14	10	4
12	Jawa Barat	511	471	40	30	Sulawesi Barat	30	25	5
13	Jawa Tengah	765	649	116	31	Maluku	25	19	6
14	Yogyakarta	72	70	2	32	Maluku Utara	7	6	1
15	Jawa Timur	990	924	66	33	Papua Barat	7	6	1
16	Banten	116	111	5	34	Papua	21	20	1
17	Bali	85	81	4					
18	Nusa Tenggara Barat	82	80	2	Total		4603	4087	516

yang lengkap selama 30 tahun (1981-2010) pada stasiun hujan Pedes di Kabupaten Karawang Jawa Barat yang telah lolos kualiti kontrol.

Pemilihan Metode Interpolasi Spasial

Tabel 4 menyajikan nilai determinasi (R^2) hasil simulasi intrapolasi spasial terhadap parameter curah hujan tahunan menggunakan empat metoda geostatistik. Nilai tertinggi R^2 terdapat pada metode *co-kriging* dengan ketinggian, dengan demikian metode *co-kriging* dengan ketinggian dipilih untuk analisis interpolasi spasial dan deliniasi peta curah hujan tahunan seluruh Indonesia. Proses yang serupa dilakukan juga untuk parameter jumlah

bulan basah berturut-turut dan jumlah bulan kering berturut-turut.

Potensi Sumberdaya Agroklimat Indonesia

Informasi iklim sangat diperlukan bagi perencanaan pertanian, namun informasi iklim di suatu wilayah terbatas bahkan sering tidak tersedia. Untuk itu peta sumberdaya agroklimat memberikan informasi curah hujan tahunan, bulan basah dan bulan kering berturut-turut yang ada di setiap lokasi dengan pendekatan interpolasi spasial.

Distribusi curah hujan tahunan Indonesia rentangnya sangat beragam (Gambar 3), hasil klasifikasi menunjukkan bahwa 56% wilayah Indonesia memiliki curah hujan

Tabel 3. Data observasi, *Global Precipitation Climatology Centre (GPCC)* data, faktor koreksi, dan pengisian data kosong
 Table 3. *Observation data, Global Precipitation Climatological Center data, data correction, and empty data filling*

Bulan	Data observasi asli	Data GPCC	Faktor Koreksi	Pengisian data kosong
Okt-07	*	79,51	0,45	35,3
Nov-07	*	188,77	0,45	84,6
Des-07	*	508,42	0,69	353,2
Jan-08	280,0	240,65	-	280,0
Feb-08	745,0	559,61	-	745,0
Mar-08	8,0	257,35	-	8,0
Apr-08	166,0	271,96	-	166,0
Mei-08	13,0	83,35	-	13,0
Jun-08	0,0	60,15	-	0,0
Jul-08	0,0	8,84	-	0,0
Agu-08	34,0	38,93	-	34,0
Sep-08	0,0	49,47	-	0,0
Okt-08	*	72,36	0,45	32,3
Nov-08	*	242,75	0,45	108,8
Des-08	*	185,10	0,69	128,6

Tabel 4. Nilai R^2 metode klasifikasi curah hujan tahunan

Table 4. *The R^2 value of the method of annual rainfall classification*

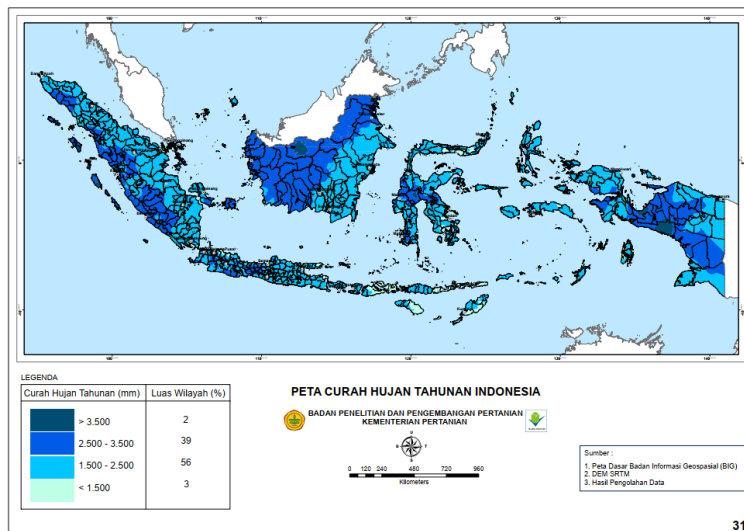
Pulau (Jumlah data)	Tipe	R^2 Metode Klasifikasi Curah Hujan Tahunan					
		Spline	Kriging	Co- Kriging (Ketinggian dan CH GPCC)	Co-Kriging (Ketinggian) R^2 R (korelasi)		
Sumatera (568)	Kalibrasi Model		0,623	0,627	0,74	0,86	
Jawa (1678)			0,541	0,506	0,65	0,81	
Kalimantan (210)			0,646	0,540	0,46	0,68	
Sulawesi (329)			0,483	0,662	0,83	0,91	
Balinustra (198)			0,417	0,773	0,54	0,73	
Maluku Papua (40)			0,525	1,000	1,00	1,00	
Sumatera (189)	Validasi Model	0,040	0,294	0,297	0,34	0,58	
Jawa (561)			0,314	0,450	0,440	0,49	0,70
Kalimantan (70)			0,087	0,162	0,141	0,14	0,38
Sulawesi (115)			0,284	0,288	0,316	0,34	0,58
Balinustra (64)			0,061	0,328	0,392	0,37	0,61
Maluku Papua (10)			0,110	0,052	1,000	0,30	0,55

tahunan antara 1.500-2.500 mm (sedang) dan 39% merupakan wilayah dengan curah hujan tahunan antara 2.500-3.500 mm (basah). Kedua wilayah ini terdapat di semua Provinsi. Wilayah hujan tahunan lebih dari 3.500 mm (sangat basah) terdapat di 2% di wilayah Indonesia, dengan 1,3% wilayah terdapat di Provinsi Papua dan Kalimantan Barat. Wilayah kering dengan curah hujan tahunan kurang dari 1.500 mm terdapat di 3% wilayah Indonesia, dan terluas ada di Nusa Tenggara Timur diikuti oleh Nusa Tenggara Barat.

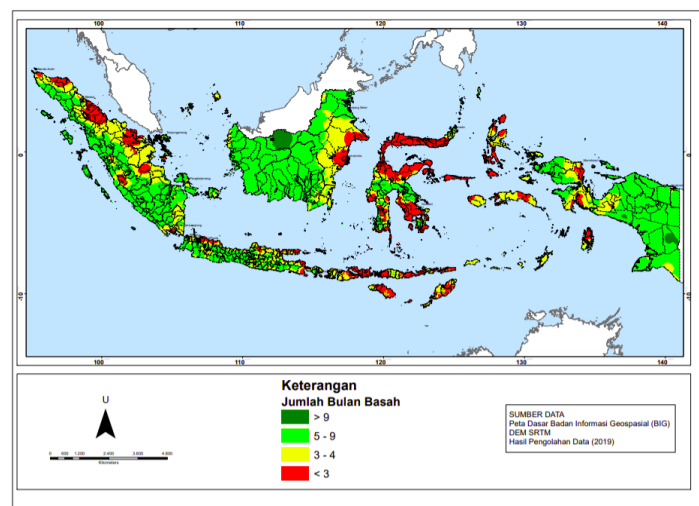
Klasifikasi berikutnya adalah jumlah bulan basah berturut-turut, hasil klasifikasi menunjukkan bahwa sebagian besar wilayah Indonesia (57,0%) mempunyai BB berturut-turut 5-9 bulan dan 25,8% wilayah Indonesia mempunyai BB berturut-turut 3-4 bulan. Sebaran BB

berturut-turut lebih dari 9 bulan terdapat di 2,1 % wilayah Indonesia yang terluas di Provinsi Kalimantan Barat diikuti oleh Provinsi Papua. Wilayah yang mempunyai BB berturut-turut kurang dari 3 bulan ada 15,1% dari wilayah Indonesia, dengan terluas di Provinsi NTT diikuti Kalimantan Timur (Gambar 4).

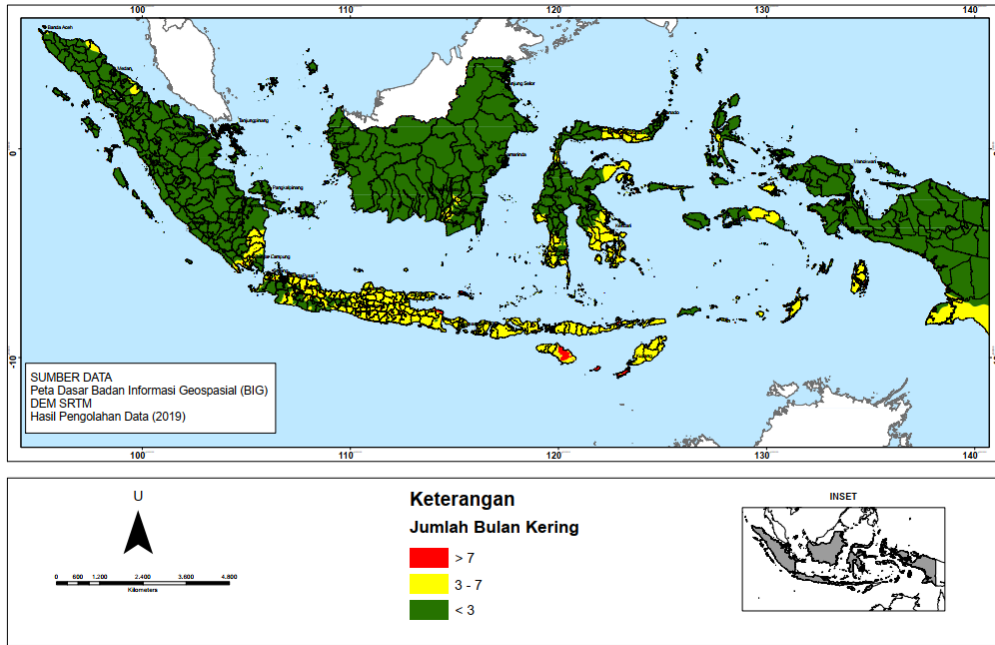
Klasifikasi jumlah bulan kering berturut-turut, hasil klasifikasi (Gambar 5) menunjukkan sebaran BK berturut-turut lebih dari 7 bulan terdapat di 0,4% wilayah Indonesia yaitu terdapat sedikit di pantai utara Jawa Barat dan Jawa Tengah serta di Nusa Tenggara Timur. Indonesia 81,8% wilayahnya mempunyai sebaran BK berturut-turut kurang dari 3 bulan dengan terluas di Papua dan Kalimantan Tengah, sedangkan 17,8% wilayahnya mempunyai BK berturut-turut 3-7 bulan dengan terluas di Provinsi Jawa Timur dan Nusa Tenggara Timur.



Gambar 3. Peta klasifikasi curah hujan tahunan Indonesia
 Figure 3. Annual rainfall classification map of Indonesia



Gambar 4. Sebaran jumlah bulan basah berturut-turut di Indonesia
 Figure 4. The distribution of number of consecutive wet months in Indonesia



Gambar 5. Sebaran jumlah bulan kering berturut-turut di Indonesia

Figure 5. The distribution of number of consecutive dry months in Indonesia

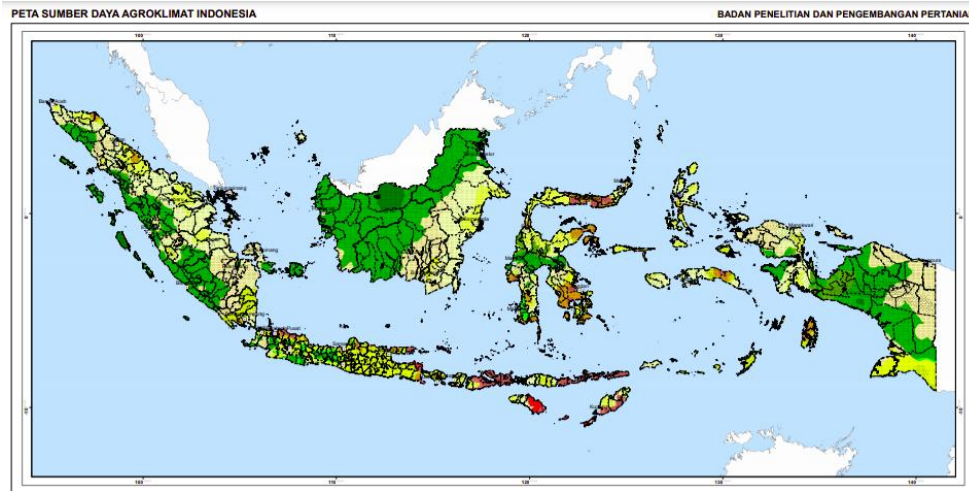
Peta Sumberdaya Agroklimat

Peta Sumberdaya Agroklimat merupakan hasil tumpang tepat dari tiga peta parameter Agroklimat, yaitu peta curah hujan tahunan, peta jumlah bulan basah berturut-turut dan peta jumlah bulan kering berturut-turut. Dalam pemberian notasinya, dilakukan kaidah sebagai berikut:

1. Notasi pertama menggunakan huruf kapital, huruf A menggambarkan tipe iklim “basah” (>2.500 mm/tahun), B untuk tipe iklim “sedang” (1.500-2.500 mm/tahun), dan C untuk tipe iklim “kering” (<1.500 mm/tahun).
2. Notasi kedua menggunakan angka Romawi, menggambarkan kondisi jumlah bulan kering berturut-turut, dimana I untuk jumlah bulan kering >7, II untuk bulan kering 3-7, dan III untuk bulan kering <3.
3. Notasi ketiga menggunakan angka Arab, menggambarkan kondisi jumlah bulan basah berturut-turut, dimana 1 untuk jumlah bulan basah >9, 2 untuk jumlah bulan basah 5-9, 3 untuk jumlah bulan basah 3-4, dan 1 untuk jumlah bulan basah <3
4. Sebagai contoh, jika suatu poligon memiliki notasi A.III.2, berarti memiliki curah hujan >2.500 mm/tahun dengan tipe iklim basah, dengan jumlah bulan kering berturut-turut <3 bulan, dan jumlah bulan basah berturut-turut antara 5-9 bulan.

Peta Sumberdaya Agroklimat Indonesia (Gambar 6) menghasilkan 18 Tipe Agroklimat. Tipe Agroklimat yang paling banyak menyebar di Indonesia adalah A.III.2 (35,5% wilayah Indonesia). Tipe Agroklimat ini terutama menyebar di Pulau Sumatera, Kalimantan, dan Papua, serta hanya sebagian kecil terdapat di Pulau Jawa atau Sulawesi, dan tidak terdapat di Bali-Nusa Tenggara. Tipe Agroklimat yang juga banyak menyebar lainnya adalah B.III.2 (17,1%) dan B.III.3 (16,6%). Kedua tipe Agroklimat ini juga banyak menyebar di Pulau Sumatera, Kalimantan, dan Papua, serta hanya sebagian kecil terdapat di Pulau Jawa, Bali-Nusa Tenggara, atau Sulawesi. Tipe Agroklimat yang paling kering, yaitu C.I.3 dan C.I.4, masing-masing mencakup 0,01% dan 0,35% wilayah Indonesia, Tipe Agroklimat ini terdapat hanya di ujung Timur Pulau Jawa, dan sebagian Nusa Tenggara Timur. Membandingkan antar pulau, terlihat bahwa Pulau Sumatera, dan Kalimantan umumnya memiliki Tipe Agroklimat dengan tipe iklim “sedang” hingga “Basah”, sedangkan pulau-pulau lainnya memiliki tipe iklim yang lebih beragam, mulai dari “kering” hingga “basah”.

Karakteristik Tipe Agroklimat dilengkapi dengan informasi indek pertanian (IP) dan pola tanam. Indeks pertanian adalah suatu indeks untuk mengukur jumlah tanam dalam satu tahun atau perbandingan luas areal tanam terhadap luas areal lahan alam setahun. Pola tanam menggambarkan kemampuan lahan untuk dapat diatur



No.	Tipe Agroklimat	Tipe Iklim	Curah Hujan Tahunan (mm)	Jumlah BK berturut-turut	Jumlah BB berturut-turut (mm)	Potensi Indeks Pertanaman (IP)	Alternatif Pola Tanam
	A. III. 1	Basah	A : >2.500	III : <3	1 : >9	3	padi-padi-padi
	A. III. 2				2 : 5-9		padi-padi-palawija
	A. III. 3				3 : 3-4		padi-palawija-palawija
	A. II. 2				2 : 5-9		padi-padi
	A. II. 3	Sedang	B : 1.500-2500	II : 3-7	3 : 3-4	2	padi-palawija
	B. III. 2				2 : 5-9		padi-padi-palawija
	B. III. 3				3 : 3-4		padi-palawija-palawija
	B. III. 4				4 : <3		padi-palawija-palawija
	B. II. 2				2 : 5-9		padi-padi
	B. II. 3				3 : 3-4		padi-palawija
	B. II. 4				4 : <3		palawija-palawija
	B. I. 3	Kering	C : <1.500	I : >7	3 : 3-4	1	padi
	C. III. 3				3 : 3-4		padi-palawija-palawija
	C. III. 4				4 : <3		palawija-palawija-palawija
	C. II. 3				3 : 3-4		padi-palawija
	C. II. 4				4 : <3		palawija-palawija
	C. I. 3	I : >7	3 : 3-4	3 : 3-4	3	1	padi
	C. I. 4						4 : <3

Ketinggian (mdpl)	Suhu Udara (°C)	Pilihan Kelompok Komoditas
0 - 700	22,4 - 26,0	- Serealia (padi, gandum, sagu, sorgum, jagung, dll) - Kacang-kacangan (kedelai, kacang hijau, kacang merah, kacang tanah, dll) - Ubi-ubian (singkong, ubi jalar, gadung, jahe, lengkuas, dll) - Sayuran dataran rendah (kangkung, bayam, sawi, mentimun, cabai, kecipir, bawang merah, bawang putih, dll) - Perkebunan dataran rendah (kopi robusta, kelapa, kelapa sawit, cengkeh, pala, karet, tebu, dll)
700 - 1.500	18,1 - 22,4	- Serealia (padi, jagung, dll) - Kacang-kacangan (kedelai, kacang merah, kacang hijau, kacang tanah, dll) - Ubi-ubian (singkong, ubi jalar, jahe, dll) - Sayuran dataran tinggi (kentang, kol, kubis, wortel, tomat, jagung manis, buncis, bawang merah, bawang putih, terong, dll) - Perkebunan dataran tinggi (teh, kina, kopi arabika, kakao, dll)
1.500 - 2.500	13,0 - 18,1	- Sayuran dataran tinggi (kentang, kol, kubis, wortel, paprika, dll) - Perkebunan dataran tinggi (teh, kina, kopi arabika, dll) - Tanaman in-situ
> 2.500	<13,0	- Tanaman in-situ

Gambar 6. Peta sumberdaya agroklimat Indonesia

Figure 6. Agro-climate resources map of Indonesia

urutan tanaman alam setahun berdasarkan ketersediaan airnya. Tanaman yang ditanam dapat berupa satu jenis atau beberapa jenis tanaman pangan dan palawija. Potensi Indeks Pertanaman dan pola tanam didasarkan pada potensi curah hujan tahunan, bulan basah dan bulan kering berturut-turut. Ditetapkan bahwa jika bulan kering

berturut-turut <3 bulan menghasilkan indeks pertanaman 3, bulan kering berturut-turut antara 3-7 bulan menghasilkan indeks pertanaman 2, dan bulan kering berturut-turut >7 bulan menghasilkan indeks pertanaman 1. Jumlah bulan basah berturut-turut >9 bulan memberikan peluang menanam padi 3X, jumlah bulan basah berturut-

turut antara 5-9 bulan memberikan peluang menanam padi 2X, jumlah bulan basah berturut-turut antara 3-4 bulan memberikan peluang menanam padi 1X, sedangkan jumlah bulan basah berturut-turut antara <3 bulan tidak memberikan peluang menanam padi sekalipun atau disarankan memilih tanaman semusim non-padi, dalam hal ini palawija.

Peta Sumberdaya Agroklimat dapat membantu memberikan informasi karakteristik hujan di suatu wilayah dengan mudah dan cepat, hal ini dapat mengatasi kesulitan mencari informasi karakteristik curah hujan di suatu wilayah karena keterbatasan sebaran stasiun hujan/iklim yang kita miliki. Dalam sektor pertanian informasi Peta Sumberdaya Agroklimat dapat membantu dalam perencanaan pertanian seperti untuk penyusunan pola tanam dan pemilihan komoditas/tanaman yang sesuai di suatu wilayah. Harapannya jika dalam perencanaan mengikuti potensi wilayahnya pertumbuhan dan produktivitas tanaman menjadi lebih optimal. Informasi potensi IP dapat dimanfaatkan juga untuk perencanaan pertanian, wilayah dengan IP tinggi dapat memaksimalkan tanam sesuai dengan kemampuan lahannya, sedangkan wilayah dengan potensi IP rendah dapat berupaya meningkatkan IP dengan teknologi penyediaan air diantaranya melalui melalui pemanfaatan pompa air tanah; irigasi dari dam parit, embung, dan *long storage*.

Kebaruan Peta Sumberdaya Agroklimat

Kebaruan Klasifikasi Peta/Atlas Sumberdaya Agroklimat dibandingkan dengan Atlas Sumberdaya Iklim disampaikan pada Tabel 5. Periode data curah hujan pada peta Sumberdaya Agroklimat untuk Pertanian yaitu periode 1981-2010, kerapatan stasiun yang digunakan dalam analisis lebih tinggi, serta dilakukan kualiti kontrol data dan pengisian data kosong. Selain itu pada Peta Sumberdaya Agroklimat untuk Pertanian terdapat beberapa hal baru yaitu: penggunaan metode geostatistik dengan *co-kriging*, curah hujan tahunan diklasifikasikan menjadi 3 kelas, terdapat informasi ketinggian selain pola curah hujan, serta rekomendasi alternatif komoditas selain pangan yaitu perkebunan, hortikultura, dan hutan.

Kesimpulan

Peta Sumberdaya Agroklimat merupakan tumpang tepat antara klasifikasi curah hujan tahunan, jumlah bulan kering dan bulan basah berturut-turut menggunakan metode klasifikasi geostatistik terpilih yaitu: *co-kriging* dengan parameter pendukung ketinggian tempat. Hasil tumpang tepat ketiga parameter curah hujan diatas menghasilkan 18 Tipe Agroklimat mulai dari A.III.1 sampai C.1.4. Tipe Agroklimat A.III.1 adalah terbasah,

Tabel 5. Kebaruan Peta Sumberdaya Agroklimat dibandingkan dengan Atlas Sumberdaya Iklim Pertanian

Table 5. The novelty of the Agro-climate Resource Map compared to the Atlas of Indonesian Agricultural Climate Resources

Uraian	Atlas Sumberdaya Iklim Pertanian (Balitklimat, 2003)	Peta Sumberdaya Agroklimat untuk Pertanian (hasil kegiatan ini)
Data Curah Hujan		
a. Periode data (tahun)	< tahun 2000	1981-2010 (periode normal BMKG, BMKG 2020)
b. Jumlah data	2.008 stasiun hujan	4.603 stasiun hujan
c. Lolos kualiti kontrol	-	4.087
d. Lolos pendapat pakar	-	4.032
e. Kualitas data	-	Melalui KK dan pengisian data kosong
Metode		
	Cluster analisis	Geostatistik : <i>co-kriging</i>
a. Klasifikasi curah hujan tahunan	2 kelas (kering <2000 mm, basah >2000 mm)	3 kelas (kering, sedang, basah) : CH : < 1.500; CH : 1.500-3.500, CH : > 3.500
b. Tambahan informasi	Pola curah hujan	Pola curah hujan dan ketinggian
Aplikasi/Rekomendasi penggunaan		
a. Alternatif pola tanam	Ada	Ada
b. Indeks pertanaman	-	Ada
c. Alternatif komoditas	-	Ada (pangan, perkebunan, hortikultura, hutan)

memiliki tipe iklim “basah”, potensi indeks pertanaman 3, dengan alternatif pola tanam padi-padi-padi. Tipe Agroklimat terkering adalah C.1.3 dan C.1.4, memiliki tipe iklim “kering”, memiliki potensi indeks pertanaman 1, dengan alternatif pola tanam padi atau palawija. Tipe Agroklimat yang banyak menyebar di Indonesia adalah Tipe A.III.2, B.III.2, dan B.III.3; berupa areal dengan tipe iklim “basah atau sedang” dan memiliki potensi indeks pertanaman 3, dengan alternatif pola tanam padi-padi-palawija atau padi-palawija-palawija. Informasi pada peta ini dapat dimanfaatkan untuk perencanaan pertanian terutama terkait potensi IP, pola tanam dan pemilihan jenis komoditas tanaman.

Ucapan Terima Kasih

Penyusunan Peta Sumberdaya Agroklimat didanai oleh APBN Balai Penelitian Agroklimat dan Hidrologi (Balitklimat) Tahun 2019. Penulis mengucapkan terima kasih kepada Kepala Balitklimat yang telah memberikan kesempatan untuk penyusunan peta ini. Semua penulis adalah kontributor utama pada tulisan ini

Daftar Pustaka

- Akrom IF, Hadihardaja IK, Adidharma WK. 2017. Kajian data TRMM dan GPCC sebagai pengisi data kosong hujan bulanan dan tengah bulanan studi kasus DAS Citarum Hulu. *Jurnal Teknik Sumber Daya Air*. 3(2):101-114.
- Aldrian E, Djamil YS. 2008. Spatio-temporal climatic change of rainfall in East Java Indonesia. *Int. J. Climatol*. 28:435-448.
- Anderson S. 2001. An evaluation of Spatial interpolation methods on air temperature in Phoenix. Department of Geography, Arizona State University Tempe. AZ 85287-0104.
- Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika. 2020. Prakiraan Musim Hujan 2020/2021 di Indonesia. BMKG, Jakarta.
- Balitklimat. 2003. Atlas Sumberdaya Iklim Pertanian Indonesia, Skala 1:1000.000. Balai Penelitian Agroklimat dan Hidrologi, Bogor.
- Becker A, Finger P, Meyer-Christoffer A, Rudolf B, Schamm K, Schneider U, Ziese M. 2013. A description of the global landsurface precipitation data products of the Global Precipitation Climatology Centre with sample applications including centennial (trend) analysis from 1901–present. *Earth Syst Sci Data*. 5:71–99. <https://doi.org/10.5194/essd-5-71-2013>.
- Bjerknes J. 1969. Atmospheric teleconnections from the equatorial Pacific. *Mon. Weather Rev.* 97:163-172.
- BMKG. 2017. Perubahan Iklim: Informasi perubahan normal curah hujan. <http://www.bmkg.go.id/iklim/perubahan-normal-curah-hujan.bmkg>.
- Boerema, 1926. Maps of the mean annual and monthly rainfall in Sumatra, *Verhandelingen, Koninklijk Magnetisch en Meteorologisch Observatorium, Batavia*. No. 24, III. 13 maps.
- Chahoukia MAZ, Chahouki AZ, Malekian A, Bagheric R, Vesalic SA. 2014. Evaluation of different cokriging methods for rainfall estimation in arid regions (Central Kavir Basin in Iran). *DESERT*. 19-1:1-9.
- Durre I, Menne MJ, Gleason BE, Houston TG, dan Vose RS. 2010. Comprehensive automated quality assurance of daily surface observations. *Journal of applied Meteorology and Climatology*. 49:1615-1633.
- Endo N, Matsumoto J, Lwin T. 2009. Trends in precipitation extremes over Southeast Asia. *SOLA*. 5:168-171.
- FAO. 1978. Methodology and Results for Africa Vol.1. Report on the Agro -Ecological Zones Project. World Soil Resources report 48.
- Faqih A, Boer R. 2013. Fenomena perubahan iklim Indonesia. hlm 11-28. Dalam Soeparno *et al.* (Eds). Politik Pembangunan Pertanian Menghadapi Perubahan Iklim. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian, Kementerian Pertanian.
- Goovaerts P. 2000. Geostatistical Approach for incorporating elevation into the spatial Interpolatin of rainfall. *Journal of Hydrology*. 228(2000):113-129.
- Goovaerts P. 1999. Geostatistics in soil science: state-of-the-art and perspectives. *Geoderma*. 89:1–45.
- Hamada JI, Yamanaka MD, Matsumoto J, Fukao S, Winarso PA, Sribimawati T. 2002. Spatial and temporal variations of the rainy season over Indonesia and their link to ENSO. *J. Meteorol. Soc. Jpn.* 80:285-310.
- Hamada JI, Mori S, Yamanaka MD, Haryoko U, Lestari S, Sulistyowati R, Syamsudin F. 2012. Interannual rainfall variability over northwestern Jawa and its relation to the Indian Ocean dipole and El Niño-southern oscillation events. *SOLA*. 8: 69-72.
- Hashiguchi NO, Yamanaka MD, Ogino SY, Shiotani M, Sribimawati T. 2006. Seasonal and interannual variations of temperature in tropical tropopause layer (TTL) over Indonesia based on operational rawinsonde data during 1992-1999. *J. Geophys. Res.* 111, D15110. <http://dx.doi.org/10.1029/2005JD006501>.
- Las I. 1992. Pewilayahan Komoditi Pertanian Berdasarkan Model Iklim Kabupaten Sikka dan Ende, Nusa Tenggara Timur. Disertasi Doktor. Program Pasca Sarjana. IPB, Bogor.

- Manton MJ, Della-Marta PM, Haylock MR, Hennessy KJ, Nicholls N, Chambers LE, Collins DA, Daw G, Finet A, Gunawan D, Inape K, Isobe H, Kestin TS, Lefale P, Leyu CH, Lwin T, Maitrepierre L, Ouprasitwong N, Page CM, Pahalad J, Plummer N, Salinger MJ, Suppiah R, Tran VL, Trewin B, Tibig I, Yee D. 2001. Trends in extreme daily rainfall and temperature in Southeast Asia and the South Pacific: 1961-1998. *Int. J. Climatol.* 21:269-284.
- Madden RA, Julian PR. 1971. Detection of a 40–50 days oscillation in the zonal wind in the tropical Pacific. *J. Atmos. Sci.* 28:702-708.
- Mohr ECJ. 1933. De bodem der tropen in het algemeen en die van Nederlandsch Indie in het bijzonder. Kon. Ver. Kolon Instit., Amsterdam Handelsmuseum, Meded. 21:91-110.
- Nguyen H, Evans A, Lucas C, Smith I, Timbal B. 2013. The Hadley circulation in reanalyses: climatology, variability, and change. *J. Clim.* 26:3357-3376.
- Okamoto N, Yamanaka MD, Ogino SY, Hashiguchi H, Nishi N, Sribimawati T, Numaguti A. 2003. Seasonal variation of tropospheric wind over Indonesia: comparison between collected operational rawinsonde data and NCEP reanalysis for 1992-99. *J. Meteorol. Soc. Jpn.* 81:829–850.
- Oldeman RL, Las I, and Muladi. 1981. The agro-climatic maps of Kalimantan, Maluku, Irian Jaya, and Bali, West and East Nusa Tenggara. *Contrib. No.60. Centr. Res. Inst.Agrc. Bogor.*
- Oldeman, Las I, Darwis SN. 1979. An Agroclimatic Map of Sumatra. *Centr. Res. Inst.Agrc. Bogor. No 52, 35p.*
- Oldeman LR. 1975. An Agroclimatic map of Java and Madura. *Contr. Centr. Res. Ins. Agric. No. 17. Bogor.*
- Saji NH, Goswami BN, Vinayachandran PN, Yamagata T. 1999. A dipole mode in the tropical Indian Ocean. *Nature.* 401:360-363.
- Schneider U, Finger P, Meyer-Christoffer A, Rustemeier E, Ziese M, Becker A. 2017. Evaluating the hydrological cycle over land using the newly-corrected precipitation climatology from the Global Precipitation Climatology Centre (GPCC). *Atmosphere.* 8(3):52. <https://doi.org/10.3390/atmos8030052>
- Schneider U, Becker A, Finger P, Meyer-Christoffer A, Ziese M, Rudolf B. 2014. GPCC's new land surface precipitation climatology based on quality-controlled in situ data and its role in quantifying the global water cycle. *Theor Appl Climatol.* 115:15-40. <https://doi.org/10.1007/s00704-013-0860-x>.
- Schmidt FH, dan Ferguson JHA. 1951. *Rainfall Types Based on Wet and Dry Period Ratios for Indonesia with Western New Guinea.* Kementerian Perhubungan Djawatan Meteorologi dan Geofisika Jakarta. 77p.
- Surmaini E. 2017. Pengembangan Sistem Informasi Iklim dan Prediksi Dampak Kekeringan dan Banjir pada tanaman padi. Laporan Kerjasama Penelitian, Pengkajian dan Pengembangan Pertanian Strategis.
- Trojer H. 1976. Weather classification and plant-weather relationship. Food and Agriculture Organization. Working paper No 11. 85p.
- Yamanaka MD. 2016. Physical climatology of Indonesian maritime continent: An outline to comprehend observational studies. *Atmospheric Research.* 178-179: 231-259.