

# PEMANFAATAN SOFTWARE OPEN SOURCE “R” UNTUK PENELITIAN AGROKLIMAT

## “R” OPEN SOURCE SOFTWARE FOR AGROCLIMATE RESEARCH

Yeli Sarvina

Balai Penelitian Agroklimat dan Hidrologi, Jl. Tentara Pelajar No. 1A Cimanggu Bogor 1611, Indonesia

Telp. (0251) 8312760, Fax. (0251) 8323909

E-mail : yelisarvina@pertanian.go.id /ysvina@yahoo.com

(Makalah diterima, 10 April 2017 – Disetujui, 30 Mei 2017)

### ABSTRAK

Analisis dalam penelitian agroklimat seringkali menggunakan data time series panjang dan beragam serta melibatkan model-model simulasi yang kompleks. Untuk dapat menghasilkan informasi dengan cepat, tepat, dan akurat dibutuhkan perangkat lunak (*software*) komputer. Penggunaan *software* berlisensi membutuhkan biaya yang relatif mahal. Salah satu solusi untuk mengatasi keterbatasan biaya pembelian *software* ini adalah penggunaan *open source software* (OSS). Tulisan ini membahas pemanfaatan OSS pengolah data dan statistik yaitu perangkat “R” dalam penelitian agroklimat, mulai dari paket analisis yang tersedia, contoh penelitian yang menggunakan OSS “R” hingga keunggulannya dibandingkan dengan *software* pengolah data lainnya. Saat ini penggunaan OSS untuk penelitian agroklimat terus meningkat, baik untuk analisis data spasial maupun tabular. Perangkat “R” dapat digunakan untuk pengolahan statistik, mulai dari analisis sederhana seperti analisis ragam dalam penelitian lapangan sampai analisis pemodelan iklim yang kompleks. Berbagai paket “R” untuk penelitian agroklimat telah banyak dikembangkan. Kemampuan perangkat “R” dalam manajemen data, simulasi, modeling, dan *machine learning* adalah keunggulan dari *software* ini yang diperlukan dalam penelitian agroklimat. OSS “R” memberikan peluang yang lebih besar kepada para peneliti dan pihak lainnya untuk menggali informasi historis agroklimat. Perangkat “R” perlu dikembangkan dalam penelitian agroklimat dengan paket yang sudah ada. Para peneliti dapat mengembangkan paket baru dari paket yang sudah ada untuk memecahkan berbagai masalah agroklimat dan pertanian umumnya.

**Kata kunci:** agroklimat, statistik, open source software

### ABSTRACT

*Analysis in agro-climate research often uses long and varied time series data and even involves complex simulation models. Software is required to produce information quickly, precisely, and accurately. Agro-climate research is sometime constrained by the availability proprietary software since cost of proprietary/ licensed software is relatively high. Open source software (OSS) is one solution to overcome this constrain whereas OSS can be used freely. This paper discusses the utilization of "R" for agro-climatic research that comprise of available "R" packages for agro-climate research, several studies have applied "R" and advantage of "R" over other statistics software. Nowadays, there are many agro-climate researches and studies have utilized R both for spatial and tabular analysis. R can be used for simple statistical analysis such as variance analysis for experimental research and even for complex climate model. Many "R" packages for agro-climate research have been developed. The "R" capabilities on data management, model simulation, modelling and machine learning are "R" advantages that very useful for current agro-climate research. By using "R" researchers have greater opportunity to explore the historical agro-climate data. "R" should be developed in agro-climate research with existing packages. Researchers can develop new packages from existing packages to solve agro-climate problems and agricultural issues in general.*

**Key words:** agro-climate, statistic, open source software

## PENDAHULUAN

Penelitian dan analisis agroklimat seringkali melibatkan data time series dengan skala waktu yang beragam, mulai dari jam-jaman, harian, mingguan, dasarian, bulanan hingga tahunan. Analisis tidak hanya berbasis waktu (temporal) namun juga ruang (spasial). Penelitian iklim juga melibatkan model simulasi yang adakalanya sangat kompleks. Untuk dapat melakukan analisis dan pengolahan data dengan baik, cepat, dan akurat dibutuhkan perangkat lunak (*software*) sebagai alat bantu. Perangkat lunak merupakan prasyarat penting dalam pengolahan data. Diseminasi dan penyebaran informasi hasil analisis memerlukan sistem informasi yang juga tidak terlepas dari penggunaan perangkat lunak.

Penggunaan perangkat lunak berlisensi membutuhkan biaya yang relatif mahal, mencapai puluhan bahkan ratusan juta rupiah. Hal ini seringkali menjadi kendala dalam pelaksanaan penelitian. Penggunaan *open source software* (OSS) menjadi salah satu solusi dalam mengatasi masalah penyediaan perangkat lunak tersebut. Penggunaan OSS di lingkungan perkantoran dapat menghemat pengeluaran dana (Gartina, 2009). Selain itu, aplikasi OSS juga dapat mengurangi pembajakan *software*, terutama di negara berkembang.

Belakang ini OSS telah berkembang cepat dan ruang lingkungannya semakin besar (Kemp, 2009; Steiniger dan Bocher, 2008). Namun penggunaan OSS di Indonesia masih terbatas, hanya di lingkungan mahasiswa dan perguruan tinggi (Suryadhi, 2008). Pemerintah Indonesia melalui Kementerian Riset dan Teknologi terus berupaya mendorong penggunaan OSS, terutama di kalangan akademisi dan pemerintah. Ke depan, pemanfaatan OSS perlu lebih dikembangkan untuk berbagai keperluan, termasuk penelitian pertanian.

Berbagai penelitian agroklimat telah banyak menggunakan OSS, baik untuk analisis spasial (Delipetrev *et al.*, 2014; Balachanthur *et al.*, 2014; Sreekanth *et al.*, 2013; Steiniger dan Hay, 2009) maupun tabular (Assaad *et al.*, 2014; Jeelani *et al.*, 2012; Jeelani *et al.*, 2014; Mendiburu dan Simon, 2015). Beberapa pengelola publikasi ilmiah juga sudah memasukkan kata kunci menggunakan OSS sebagai alat bantu maupun pengembangan OSS itu sendiri dalam bentuk coding dan algoritma.

Tulisan ini berisi informasi yang diperlukan peneliti dalam upaya pemanfaatan OSS untuk penelitian agroklimat dan pertanian secara umum. Secara lebih spesifik, tulisan ini membahas pemanfaatan OSS "R" untuk penelitian agroklimat, paket pengolahan data, dan beberapa contoh penelitian agroklimat yang menggunakan OSS "R", termasuk kelebihan dan kekurangannya dibanding *software* pengolahan data lainnya.

## DEFINISI DAN PERKEMBANGAN OSS

Kemp (2009) mendefinisikan OSS dalam beberapa kriteria yaitu:

- a) *Free distribution, software* dapat digunakan secara bebas tanpa biaya.
- b) *Source code, software* didistribusikan dengan sumber *coding* atau publik dapat mengakses kodenya.
- c) *Derived works*, memberikan kesempatan kepada pengguna untuk memodifikasi *coding* dan mendistribusikan hasil modifikasinya
- d) *Integrity of author's source code*, pengguna dapat mendistribusikan bagian dari kode yang digunakan untuk menghasilkan kode baru.
- e) *No discrimination against persons or group*, tidak ada diskriminasi atau pembedaan antar-kelompok pengguna.
- f) *No discrimination against fields and endeavor*, tidak ada diskriminasi atau pembedaan antarbidang ilmu
- g) *Distribution license*, tidak diperlukan lisensi dalam mendistribusikan *software*
- h) *License must not be product specific*, hak lisensi tidak bergantung pada *software* yang didistribusikan bersama *software* lain.
- i) *License must not restrict other software*, lisensi harusnya tidak membatasi penyebaran *software* lain, atau lisensi tidak menuntut program lain yang hampir sama harus menjadi OSS.
- j) *License must be technology neutral*, tidak ada ketentuan lisensi harus diberikan kepada teknologi per orang atau dalam bentuk apa pun

Konsep dan pengertian OSS adalah prinsip kebebasan penggunaan, penggandaan, distribusi, pengubahan, dan peningkatan kualitasnya (Durkovic *et al.*, 2008). Beberapa hal yang membedakan OSS dengan *software* berkepemilikan (*Proprietary software*) menurut Raymond (2000) disajikan dalam Tabel 1.

Pada saat ini OSS telah berkembang hampir di semua bidang, mulai dari *word processor* (contoh openOffice.org), *web browser* (contoh Mozilla Firework), untuk menggambar (contoh *inkscape*) dan aplikasi untuk keilmuan/penelitian (contoh R) (Steiniger dan Bocher, 2008). Sementara itu *World agrometeorological information servise* (WAMIS) membagi beberapa katagori OSS yang dapat dimanfaatkan untuk penelitian agroklimat ke dalam beberapa kelompok, yaitu manajemen *database* (contoh MySQL, phyton, UDUNITS), *software* untuk analisis tanah (contoh SOTER, WOCAT, DAN USDA SSURGO), *software* untuk pemodelan tanaman yang terintegrasi (contoh CROPSYST, ORYZA2000, CROPWAT, CLIMWAT), dan *software* untuk analisis spasial dan GIS (contoh ArcExplorer from ESRI, GrADS – Grid, QGIS, Analysis and Display System, metaLite).

Tabel 1. Perbedaan OSS dan *Proprietary Software*

Indikator	OSS	<i>Proprietary software</i>
Sumber	Tidak diketahui	Diketahui
Masa Perencanaan	<i>Step by step</i>	Secara menyeluruh
Pengguna ( <i>user</i> )	Anggota dalam pengembangan <i>software</i> atau <i>public</i>	Pengguna yang telah membayar atau membeli lisensi
Target ( <i>output</i> )	Untuk menyelesaikan persoalan	Untuk menyelesaikan kontrak
Kedisiplinan	Lemah	Kuat
Pengembangan	Publik	Rahasia dan tertutup
Kerja sama	Melalui internet	Bertemu langsung
Jaminan kualitas	Persaingan	Management

### MENGAPA SOFTWARE “R” PENTING UNTUK PENELITIAN AGROKLIMAT?

*Software* “R” adalah OSS untuk pengolahan data dan analisis statistik berbasis bahasa program dan merupakan perangkat lunak yang menggunakan GUI (*grafik user interface*). “R” muncul setelah “S” dan “S plus” *software* berkembang. *Software* “R” dikembangkan sejak tahun 1995 oleh Robert Gentleman dan Ross Ihaka dari Departemen Statistik Universitas Auckland, New Zealand. Sekarang, *software* ini sudah digunakan dan dikembangkan oleh banyak volunteer di berbagai penjuru dunia. *Comprehensive R Archive Network* (CRAN) adalah sumber informasi internet utama, mulai dari file untuk instalasi, sumber *code*, dokumentasi, *Newsletter*, *mailing list*, hingga paket “R”. Situs resmi CRAN adalah <http://www.r-project.org/>.

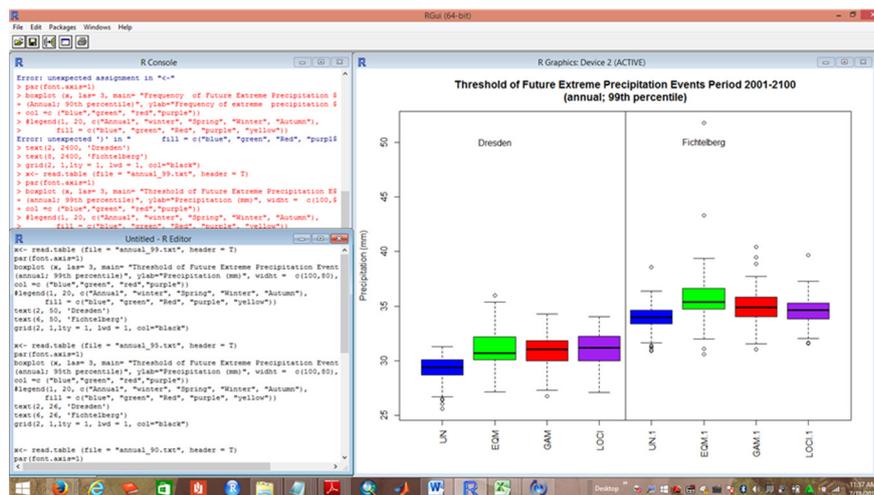
*Software* “R” mempunyai banyak fungsi, biasanya divisualisasikan dalam jendela window atau disimpan dalam berbagai format seperti jpg, png, bmp, ps, emf, pictex dan xfig. Analisis statistik dapat ditampilkan atau disimpan secara langsung dalam folder yang diinginkan, bahkan dapat digunakan secara langsung untuk analisis lainnya. *Software* “R” juga bisa digunakan untuk ekstrak atau pengambilan data, manajemen data (*organizing*), penampilan data (*visualizing*), pemodelan data (*modeling*), dan aplikasi data untuk berbagai analisis (*performing*) (Chamber, 2008).

Beberapa alasan pemanfaatan OSS “R” untuk penelitian agroklimat di Indonesia adalah *free*, *open source*, dapat di-*running* di Unix, Linux dan Macs. Perangkat lunak “R” adalah bahasa program yang memiliki kapasitas pengolahan gambar sangat bagus, *powerfull*, dan sintaknya mudah dipelajari, memiliki paket beragam yang disertai dengan publikasi ilmiah, baik dalam bentuk buku maupun jurnal sehingga mudah digunakan. *Software* “R” didukung oleh komunitas ilmiah dan telah digunakan secara luas untuk berbagai bidang ilmu. Petunjuk dan informasi *software* “R” telah tersedia, baik dalam bentuk buku, konferensi maupun komunitas ilmiah (McCreight, 2012).

*Software* “R” dapat digunakan untuk pengolahan data penelitian agroklimat, mulai dari analisis sederhana seperti analisis varians (ANNOVA) data penelitian lapangan (eksperimental) (Assaad *et al.*, 2014) sampai analisis yang lebih rumit seperti analisis nilai ekstrim, *downscaling* model iklim global atau GCM, analisis prakiraan dan peluang. Untuk analisis yang lebih kompleks, *software* “R” dapat digunakan untuk interpolasi spasial dan temporal suhu, curah hujan, dan parameter iklim lainnya, analisis data iklim global, penggabungan data geostatistik dan remote sensing, analisis runtut waktu (*time series*) data iklim/cuaca, deteksi perubahan iklim secara otomatis dan berbagai analisis lainnya.

Secara umum tahapan analisis penggunaan *software* “R” untuk pengolahan data penelitian agroklimat adalah:

1. Manajemen dan pembacaan data  
Manajemen data adalah hal terpenting dalam analisis data pada R. Jenis dan tipe data harus dapat diidentifikasi dengan jelas. Penamaan file dan data juga sangat penting. Data yang sudah disimpan dalam berbagai format (contoh excell, txt, csv) dapat dipanggil dan ditampilkan dalam program “R”. *software* “R” mampu mengolah data dalam kapasitas besar dan dapat menerima semua jenis file data, sehingga tidak perlu mengubah dan menyimpan data ke dalam bentuk tertentu.
2. Analisis statistik  
Analisis statistik dasar dalam *software* “R” bisa dilakukan menggunakan paket yang sudah tersedia atau menggabungkan paket yang sudah ada dengan sintax perintah yang dibangun sendiri. Paket tersebut harus diunduh dan diinstal terlebih dahulu. Analisis statistik menggunakan *software* “R” dapat dilakukan dengan berbagai cara.
3. Programing dengan *software* “R”  
Analisis data dapat dilakukan dengan kode dan sintax yang dibangun sendiri. Metode ini digunakan karena belum tersedia paket pengolahan data dengan *software* “R” atau bertujuan untuk mengembangkan paket yang sudah ada. Dalam analisis yang rumit,



Gambar 1. Tampilan Desktop Window “R”

paket pengolahan data yang digunakan bisa lebih dari satu. Dengan kata lain, analisis dapat dilakukan dengan menggabungkan paket pengolahan data yang sudah ada.

4. Visualisasi dan penyimpanan hasil analisis  
 Hasil analisis “R” dapat divisualisasikan dalam berbagai bentuk, baik dalam bentuk grafik maupun tabel. Jenis grafik apa pun bisa digambarkan pada program “R” menggunakan *coding*. Analisis data agroklimat banyak berhubungan dengan grafik. Salah satu kelebihan program “R” adalah bisa membuat bentuk grafik apa pun. Data hasil analisis dalam program “R” dapat disimpan langsung dalam direktori yang diinginkan.

Tampilan *desktop window* “R” dapat dilihat pada Gambar 1. Ketika menjalankan program “R” akan tampil halaman RGui. Ada tiga tampilan *desktop* “R” yaitu “R editor”, “R console”, dan “R grafik”. “R console” adalah halaman untuk menjalankan paket dan program, sedangkan “R editor” adalah halaman untuk membuat *script* dan kode. Hal ini membuktikan program “R” bukan hanya bahasa pemrograman, tetapi juga merupakan lingkungan yang dapat digunakan sebagai alat menulis perintah atau mengeksekusi program yang ditulis dengan bahasa “R”. Sebagai lingkungan yang terintegrasi, program “R” juga memiliki fitur-fitur lain yang sangat membantu.

### PAKET “R” YANG DAPAT DIGUNAKAN UNTUK PENELITIAN AGROKLIMAT

Beberapa paket “R” yang sering digunakan dalam penelitian agroklimat disajikan pada Tabel 2. Paket “R” selalu disertai dengan informasi jenis paket, waktu dikeluarkan, dan nama yang mengembangkan, deskripsi singkat paket, fungsi dan kegunaan, serta sumber kode dan syntax paket. Contoh halaman depan paket disajikan pada Gambar 2.

Untuk analisis sederhana data iklim seperti uji homogenitas data, identifikasi *outlier*, rata-rata dan informasi statistik data lainnya, paket *climatol* pada program “R” dapat digunakan. Data iklim adalah data runtut panjang (*time series*). McLeod *et al.* (2015) memaparkan penggunaan program “R” untuk analisis *time series*. Hal lain yang penting dalam analisis agroklimat adalah analisis nilai ekstrim yang erat kaitannya dengan kejadian bencana. Sebagai contoh, curah hujan ekstrim dapat menyebabkan kegagalan panen akibat banjir atau kekeringan.

Analisis kejadian iklim ekstrim sangat penting untuk kajian dampak dan antisipasi bencana. Extremes adalah salah satu paket “R” yang dapat digunakan untuk analisis nilai ekstrim (Gilleland *et al.*, 2013; Gilleland dan Katz, 2011).

Perubahan iklim global telah mengancam keberlanjutan pertanian di berbagai belahan dunia, termasuk di Indonesia. Pemodelan iklim adalah *tool* yang dapat digunakan untuk mengetahui proyeksi iklim ke depan. Berbagai model iklim global telah banyak dikembangkan, namun memiliki skala yang terlalu kasar sehingga perlu di *downscale* pada skala yang lebih detail. Berbagai metode pun telah banyak dikembangkan untuk *downscale*, baik secara statistik maupun dinamis. Salah satu paket “R” yang dapat digunakan untuk *downscaling* adalah ESD (Benestad *et al.*, 2015).

Analisis penting lain dalam penelitian agroklimat adalah analisis spasial. Metode analisis ini banyak digunakan untuk pemetaan dan survei lapangan.

Program “R SAGA” adalah paket yang fungsinya sama dengan SAGA (*The System for Automated Geoscientific Analyses*) pada GIS (Conrad *et al.*, 2015). Aplikasi “R SAGA” telah digunakan untuk analisis tanah longsor (*land slide*) dan pemodelan dinamis unsur tanah (Brenning, 2008; Brenning dan Bang, 2015).

*Crop modeling* atau model pertanaman adalah salah satu aplikasi pemodelan iklim pada bidang pertanian.

Tabel 2. Beberapa paket “R” untuk penelitian agroklimat

Analisis	Nama paket	Kegunaan
Analisis nilai ekstrim	Evd	Analisis distribusi nilai ekstrim
	Evir	Analisis nilai ekstrim
	Evdbayer	Analisis Bayesian untuk nilai ekstrim
	extRemes	Analisis nilai ekstrim baik dengan metode blox maxima maupun over threshold value
	Ismev	Statistical downscaling untuk analisis nilai ekstrim
<i>Downscaling</i>	Clim.Pact	Membangkitka data, analisis iklim dan downscaling
	Verification	Verifikasi forecasting
	Ensemble BMA	Analisis untuk prakiraan menggunakan Model Bayesian dan ensembles
	ProbForecastGOP	Analisis forecast probabilitas
	ESD R	Emperical statistical downscaling
Pemetaan (analisis spasial)	maps	Paket untuk menampilkan peta
	mapdata	Paket untuk menampilkan data untuk data dengan resolusi yang besar
	Mapproj	Paket untuk konversi lintang dan bujur koordinat
	spgrass6	Grass GIS dalam R
	RPyGeo	ArcGIS dalam R
	plotKML	pengekelasan spatio temporal data
Analisis tanah dan geostatistik	Rsga	Analisis Landslide
	GSIF	
	plotKML	pengekelasan spatio temporal data
	geostat	Interpolasi spasial dan temporal
	GeoR	Analisis geostatistik
	Aqp	Kumpulan algoritma untuk pemodelan tanah, klasifikasi tanah dan profil tanah
	soilteksture	Analisis tektur dan jenis tanah
Analisis variance dan analisis regresi	ggplot	Berbagai macam analisis iklim dan analisis statistic
Pemodelan Tanaman	BioCro	Pemodelan tanaman sebagai respons terhadap kondisi iklim dan cuaca
	mgcv	Pengenalan General Additive model dalam pemodelan tanaman
Analisis data iklim	climatol	Analisis iklim, homogeneity data, pengecekan outlier, dll
	HyetosR	Temporal stochastic simulation of rainfall at fine time scales
Analisis Untuk penelitian experimental (Rancangan percobaa)	Agricolae	Analisis statistic deskriptif, Rancangan percobaan. Berbagai uji perbandingan parametric seperti Duncan test, least significant different (LSD), dan uji perbandingan non parametric

Package ‘extRemes’	Package ‘ProbForecastGOP’
<p style="text-align: center;">December 18, 2015</p> <p>Version 2.0.7 Date 2015-11-30 Title Extreme Value Analysis Author Eric Gilleland Maintainer Eric Gilleland &lt;ericg@ucar.edu&gt; Depends R (&gt;= 2.10.0), lmoments, distillery, car Imports graphics, stats Suggests fields Description Functions for performing extreme value analysis. License GPL (&gt;= 2) URL <a href="http://www.assessment.ucar.edu/toolkit/">http://www.assessment.ucar.edu/toolkit/</a> NeedsCompilation yes Repository CRAN Date/Publication 2015-12-18 06:43:07</p> <p>R topics documented:</p> <pre> extRemes-package ..... 3 abba ..... 5 auid ..... 8 BayesFactor ..... 10 ..... </pre>	<p style="text-align: center;">February 19, 2015</p> <p>Type Package Title Probabilistic weather forecast using the GOP method Version 1.3.2 Date 2010-05-31 Author Veronica J. Berrocal &lt;verberrocal@gmail.com&gt;, Yulia Gel, Adrian E. Raftery, Tilmann Gneiting Maintainer Veronica J. Berrocal &lt;verberrocal@gmail.com&gt; Depends R (&gt;= 1.8.0), RandomFields, fields Description The ProbForecastGOP package contains a main function, called ProbForecastGOP and other functions, to produce probabilistic weather forecasts of weather fields using the Geostatistical Output Perturbation (GOP) method of Gel, Raftery, and Gneiting (JASA, 2004). License GPL (&gt;= 2) LazyLoad yes Repository CRAN Date/Publication 2012-10-29 08:57:28 NeedsCompilation no</p> <p>R topics documented:</p>

Gambar 2. Contoh informasi paket “R”

Crop modeling digunakan untuk melihat pengaruh unsur iklim dan cuaca terhadap pertumbuhan tanaman. Pemodelan tanaman menggabungkan semua unsur iklim yang mempengaruhi pertumbuhan tanaman, praktek budi daya pertanian, dan kondisi pertanaman. Salah satu paket "R" yang telah dikembangkan untuk pemodelan tanaman adalah BioCro (Miguez, 2010).

Paket "R" yang sering digunakan dalam penelitian agroklimat adalah untuk analisis rancangan percobaan, yaitu analisis varian atau sidik ragam dan uji statistik deskriptif lainnya. Salah satu paket yang dapat digunakan untuk analisis tersebut adalah *Agricole*. Paket ini banyak digunakan dalam bidang biologi dan pemuliaan tanaman (*plant breeding*). (Mendiburu dan Simon, 2015; Peternelli, 2011).

Girvetz *et al.* (2009) mengembangkan tool untuk analisis perubahan iklim yang dibangun dari beberapa OSS, baik untuk analisis tabular maupun spasial. Studi ini menunjukkan perkembangan teknologi komputer dapat digunakan dalam pengembangan perangkat analisis perubahan iklim yang disebut *climate wizard tools* (Gambar 3). Perangkat ini lebih mudah diakses, praktis, lebih efisien, dan lebih berdaya guna.

*Climate wizard* dikembangkan melalui analisis spasial menggunakan *geographic information systems* (GIS), analisis statistik program "R" dan pemetaan berbasis WEB yaitu ArcGIS Online, KML/GML, dan SOAP. Perangkat analisis iklim ini berbasis *internet* dan dapat diakses melalui <http://www.climatewizard.org/>.

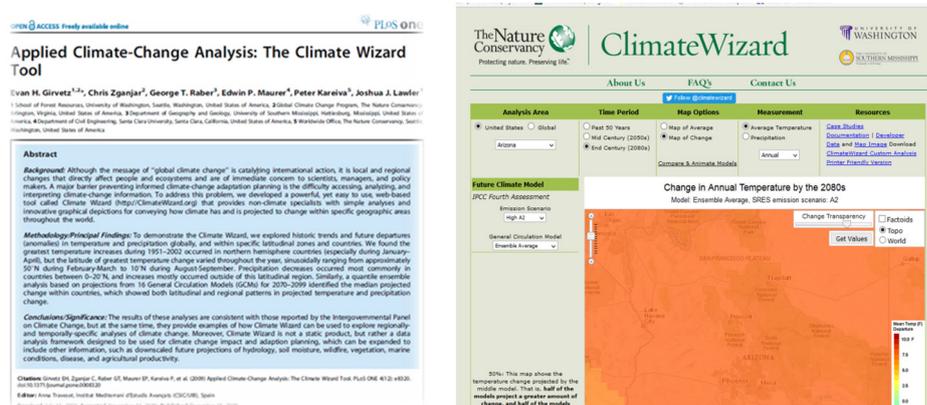
Gasch *et al.* (2015) mengembangkan pemodelan dinamik unsur tanah dengan metode geostatistical dan model prediksi spasial temporal. Paket "R" yang digunakan dalam penelitian ini adalah "R SAGA". Jeelani *et al.* (2012) menunjukkan penggunaan program "R" untuk analisis regresi variabel tanaman hortikultura dengan perintah dan sintax bawaan dari program "R" itu sendiri (tanpa menggunakan paket). Sementara Jeelani *et al.* (2014) memanfaatkan perintah bawaan program "R" untuk rancangan percobaan, terutama rancangan acak lengkap.

Encinas *et al.* (2013) menggunakan paket climdex "R" untuk analisis time series data iklim. Paket ini digunakan untuk empat tahap analisis data iklim, yaitu quality control data, homogenitas data, menghitung berbagai macam nilai indeks iklim dan data wilayah. Penelitian ini juga menggunakan paket htes yang berfungsi mengecek perubahan tren data iklim. Analisis tren berperan penting dalam penelitian perubahan iklim. Paket climdex sudah digunakan untuk analisis time series data iklim (Sohrabi *et al.*, 2012; Sohrabi *et al.*, 2013; Molanejad *et al.*, 2014).

### PELUANG PEMANFAATAN PROGRAM "R" PADA PENELITIAN AGROKLIMAT

Paket "R" sudah dikembangkan sehingga dapat langsung digunakan untuk analisis data penelitian agroklimat. Hal ini memberikan peluang kepada peneliti dan pihak lainnya untuk menggunakan paket tersebut untuk keperluan analisis data penelitian agroklimat, baik menggunakan perangkat "R" sebagai alat bantu penelitian maupun pengembangan algoritma baru dari paket-paket yang sudah ada untuk memecahkan permasalahan agroklimat.

Analisis agroklimat bersifat dinamis karena sistem atmosfer adalah sistem yang juga bersifat dinamis. Oleh karena itu, berbagai perangkat analisis baru yang lebih sederhana dan efisien harus dikembangkan agar informasi yang diperlukan dapat dihasilkan dalam waktu cepat dan akurat. Di samping itu, data runtut waktu (*time series*) iklim, baik yang dikelola BMKG, PU, Perguruan Tinggi maupun Kementerian Pertanian sudah tersedia. Banyak informasi penting yang dapat diperoleh dari hasil analisis data tersebut. Berbagai macam paket "R" yang telah tersedia saat ini memberikan peluang yang lebih luas kepada para peneliti untuk melakukan analisis data yang diharapkan dapat berkontribusi dalam pembangunan pertanian.



Gambar 3. Publikasi dan tampilan perangkat climate wizard yang dibangun dari beberapa OSS

Isu perubahan iklim menuntut perlunya upaya adaptasi. Pemodelan iklim dan tanaman adalah dapat digunakan untuk menentukan langkah adaptasi ke depan. Perangkat "R" dengan paket pemodelan iklim dan tanaman dapat dijadikan alat bantu analisis dan mendukung penggunaan data dalam kapasitas besar. Perangkat "R" tidak hanya bersifat powerful untuk analisis tabular, tetapi juga memberikan peluang baru untuk analisis spasial.

### KELEBIHAN DAN KEKURANGAN SOFTWARE "R"

Beberapa *software* statistik yang banyak digunakan adalah Matlab, SPSS, Minitab, SAS, dan SASTA. Software "R" dan Matlab adalah perangkat lunak pengolahan data yang lebih *powerfull* dibandingkan dengan *software* statistik lainnya, terutama dalam hal manipulasi, pemodelan, *machine learning* dan simulasi data. Kedua *software* ini memiliki perangkat dan librari yang banyak dan berkembang cepat. Bahkan jika ingin menggunakan paket dengan fungsi yang belum tersedia maka pengguna dapat mengembangkan sendiri dengan cara menurunkan dari paket yang sudah ada atau mengembangkan dari awal.

*Software* "R" dan Matlab adalah perangkat pengolah data dengan bahasa pemrograman. Oleh karena itu, pengguna dapat mengembangkan sesuai dengan ide dan permasalahan yang akan diatasi.

Penelitian agroklimat saat ini banyak berhubungan dengan pemodelan, simulasi, dan prediksi iklim. *Mechine learning* adalah kemampuan menangkap pola data. Kemampuan ini sangat penting dalam model-model prediksi iklim. Pemodelan dan simulasi melibatkan data dalam jumlah yang besar dengan tipe yang beragam. Kemampuan ini hanya dimiliki oleh perangkat "R" dan Matlab.

Dibandingkan dengan Matlab, keunggulan perangkat "R" OSS yang dapat digunakan bebas tanpa biaya. Di samping itu, instalasi dan cara mengoperasikan (*getting started*) program "R" lebih mudah dibandingkan dengan Matlab. *Getting help* dan petunjuk penggunaan perangkat "R" juga lebih banyak tersedia.

Namun perlu menjadi perhatian bahwa *software* "R" adalah perangkat pengolah data yang menggunakan bahasa program. Pada awal penggunaannya, aplikasi *software* "R" akan terasa sulit, sehingga perlu waktu untuk bisa memahami bahasa program. Hal ini merupakan tantangan penggunaan perangkat "R" bagi para peneliti yang tidak memiliki latar belakang pemrograman. Namun banyak alat bantu dan sumber informasi yang dapat membantu penggunaan *software* ini.

### KESIMPULAN

Perangkat "R" dapat diunduh dan digunakan secara gratis. Berbagai paket "R" untuk analisis data agroklimat

telah banyak dikembangkan dan potensial dimanfaatkan untuk analisis statistik sederhana sampai pemodelan dan simulasi yang kompleks. Penelitian agroklimat di beberapa negara telah menggunakan OSS sebagai perangkat analisis data tabular maupun spasial.

OSS "R" memiliki kelebihan dalam simulasi, modeling, dan *machine learning* yang dibutuhkan dalam penelitian agroklimat. Oleh karena itu disarankan penggunaan perangkat "R" dalam penelitian agroklimat.

Software "R" adalah perangkat pengolah data berbasis komputer menggunakan bahasa program, sehingga dibutuhkan waktu untuk dapat memahami operasionalisasinya. Namun saat ini sudah tersedia alat bantu dan sumber informasi yang dapat membantu pengaplikasian *software* "R".

### UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih disampaikan kepada Kelompok Peneliti Agroklimat, Balai Penelitian Agroklimat dan Hidrologi yang telah membantu penulis menyelesaikan tulisan ini. Ucapan terima kasih juga disampaikan kepada Dewan Redaksi dan Redaksi Pelaksana Jurnal Informatika Pertanian, Sekretariat Badan Litbang Pertanian.

### DAFTAR PUSTAKA

- Assaad, H. I., L. Zhou, R. J. Carroll, and G. Wu. 2014. Rapid Publication-Ready MS-Word Tables for One-way ANOVA. SpringerPlus 3(474):1-8.
- Balachanthur, B., E. V. R. College, and T. Nadu. 2014. Open Source Softwares for Application Design and Development. International Journal of Advanced Multidisciplinary Research 1(1):73-85.
- Benestad, R.E., A. Mezghani, and K.M. Parding. 2015. Esd - The Emperical - Statistical Downscaling tool and its visualisation capabilities. Met Report. Norwegian Meteorologi Institute. Oslo. Norwegian Meteorologi Institute . 55-58.
- Brenning, A. 2008. Statistical Geocomputing Combining R and Saga: T He E Xample Of L Andslide Susceptibility Analysis With Generalized Additive Models, Hamburger Beiträge zur Physischen Geographie und 24 Landschaftsökologie – Heft 19. pp. 23–32.
- Brenning, A and D. Bangs. 2015. Introduction to Terrain Analysis with RSAGA : Landslide Susceptibility Modeling. Cran.r-project. [updated 2016 Jan 5; cited 2016 July 15] pp. 1–9. Available from: <https://cran.r-project.org/web/packages/RSAGA/vignettes/RSAGA-landslides.pdf>.
- Chamber, J. 2008. Software for Data Analysis. Springer statistical and computing. New Yorl : Springer-Verlag New York. 1-10.

- Conrad, O., B. Bechtel, M. Bock, H. Dietrich, E. Fischer, L. Gerlitz, and J. Böhrer. 2015. System for Automated Geoscientific Analyses (SAGA) v. 2.1.4, 1991–2007. *Geosci. Model Dev.*, 8, 1991–2007, 2015. [updated 2015 July 7; cited 2016 July 29] Available from: <http://doi.org/10.5194/gmd-8-1991-2015>.
- Delipetrev, B., A. Jonoski, and D. P. Solomatine, 2014. Development of a web application for water resources based on open source software. *Computers and Geosciences* 62:35–42. [updated 2014 Jan, cited 2016 May 23]. Available from: <http://doi.org/10.1016/j.cageo.2013.09.012>.
- Durkovic, J., V. Vukovi, and L. Rakovi. 2008. Open Source Approach in Software Development - Advantages and Disadvantages. *Management Information System* 3(2): 029-033.
- Encinas, A.H., A. Q. Dios, L.H. Encina, and V.G. Martinez. 2013. Statistical Analysis From Time Series Related to Climate Data. *International Journal of Applied Physics and Mathematics* 3(3): 203-207.
- Gartina, D. 2009. Penggunaan Software Open Software dalam Mendukung Kegiatan Penelitian dan Administrasi perkantoran. *Jurnal Informatika Pertanian* 18 (1): 45-62.
- Gasch, C. K., T. Hengl, B. Gräler, H. Meyer, T. S. Magney and D. J. Brown. 2015. Temperature and Electrical Conductivity in 3D + T: The Cook Agronomy Farm Data Set. *Spatial Statistics* 14: 70–90. [updated 2014 Nov, cited 2016 July 14]. Available from: <http://doi.org/10.1016/j.spasta.2015.04.001>.
- Gilleland, E. and R.W. Katz. 2011. New software to analyze how extremes change over time. *Eos* 92(2):13–14.
- Gilleland, E., M. Ribatet, and A. G. Stephenson. 2013. A Software Review for Extreme Value Analysis. *Extremers* 16: 103–119. [updated 2012 July, cited 2016 Aug 2]. Available from: <http://doi.org/10.1007/s10687-012-0155-0>.
- Girvetz, E. H., C. Zganjar, G. T. Raber, E.P. Maurer, P. Kareiva, and J. J. Lawler. 2009. Applied Climate-Change Analysis: The Climate Wizard Tool. *PLoS ONE* 4(12): 1-19 [updated 2009 Dec 15, cited 2016 July 18]. Available from: <http://doi.org/10.1371/journal.pone.0008320>.
- Jeelani, M. I., A. H. Mir, S. Maqbool, N. Nazir, N. Ashraf and A. Ahmad. 2012. Multiple Regression Analysis of Horticultural Data: An Illustration using R-Software. *International Journal of Modern Social Sciences* 1(1): 12–28.
- Jeelani, M. I., N. Nazir, S. A. Mir, F. Jeelani, and N. A. Dar. 2014. Application of Simple Random Sampling in Agriculture using R-software. *Indian Journal of Science and Technology* 7 (5): 706–709.
- Kemp, R. 2009. Current developments in Open Source Software. *Computer Law and Security Review* 25(6): 569–582. [updated 2009 Nov, cited 2016 Mei 23]. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.clsr.2009.09.009>.
- Miguez, F. E. 2010. BioCro: an R package for Crop Simulation and Statistics. Iowa State University. [updated 2010 July 8, cited 2016 Mei 23] Available from: <http://miguezlab.agron.iastate.edu/research/talks/BioCro-isu-stat.pdf>.
- McCreight, James. 2012. Hands-on R for Climate Data Analysis. NASA Summer Short Course for Earth System Modeling and Supercomputing. [updated 2012 July 20, cited 2016 May 11]. Available from: <https://nex.nasa.gov/nex/static/media/other/mccreightHandsOnR.pdf>.
- McLeod, I. A., H. Yu, and E. Mahdi. 2015. Time Series Analysis with R in Handbook Statistics 30. Elsevier 30. 661-712.
- Mendiburu, F. and R. Simon. 2015. Agricolae - Ten years of an Open source Statistical tool for experiments in Breeding, agriculture and biology. *PeerJ Preprint*. 0–17. [updated 2015 Sep 29, cited 2016 July 1]. Available from: <https://dx.doi.org/10.7287/peerj.preprints.1404v1>.
- Molanejad, M., Soltani, and A.R.S. Abadi. 2014. Changes in Precipitation extremes in climate variability over northwest Iran. *International Journal of Agricultural Policy and Research* 2(10): 334-345.
- Peternelli, L. A. 2011. Program R: applications in plant breeding. *Crop Breeding and Applied Biotechnology* SI. pp. 91–92.
- Raymond, E. 2000. The Cathedral and the Bazaar; Musing on Linux and opensource by an accidental Revolutionary. O'Reilly Media. Sebastopol. 34-38.
- Sohrabi, M.M., J.H. Ryu, and Abatzoglou, J. 2012. Climate Extreme and its Linkage to Regional Drought over Idaho, USA. *Nat Hazard* (65): 653-681. DOI 10.1007/s11060-012-0384-1.
- Sohrabi, M.M., S. Marofi and B. Ababaei. 2013. Investigation of temperature and precipitation Indices by using RclimDex and R Software in Semnan Province. Conference paper. [updated 2014 Aug 04, cited 2017 February 1]. Available from: <http://www.Researchgate.net>.
- Sreekanth, P. D., S. K. Soam, and Kumar, K. V. 2013. Spatial decision support system for managing agricultural experimental farms. *Current Science* 105 (11): 1588-1592.
- Steiniger, S. and E. Bocher. 2008. An Overview on Current Free and Open Source Desktop GIS Developments. *International Journal Geographical Information Science*. pp.1–24.
- Steiniger, S. and G. J. Hay. 2009. Ecological Informatics Free and open source geographic information tools for landscape ecology. *Ecological Informatics* 4(4):183–195. [updated 2009 July 29 cited 2016 July 2016]. Available from: <http://doi.org/10.1016/j.ecoinf.2009.07.004>.
- Suryadhi, A. 2008. Geliat open source masih lambat. [Diakses pada 24 Juni 2016] 2016. Tersedia dari: <http://inet.detik.com/read/2008/11/14/122719/1036894/398/geliat-open-source-dinilai-masih-lambat>.