

Modul 7. Pengenalan Google Earth Engine

Pendahuluan

Google Earth Engine (GEE) adalah layanan pengolahan geospasial yang didukung oleh Google Cloud Platform (<https://cloud.google.com/>). GEE memberikan platform yang interaktif dalam pengembangan algoritma untuk data geospasial skala besar. Dataset yang tersedia dapat dilihat di <https://developers.google.com/earth-engine/datasets/catalog>. Figure 1 memperlihatkan halaman awal GEE (<https://earthengine.google.com>). GEE dapat digunakan melalui JavaScript dan Python API, atau terhubung langsung melalui REST API. Baik Python maupun JavaScript API meng-akses fungsionalitas di sisi-server yang sama, tetapi menggunakan ekspresi yang berbeda di sisi-klient karena perbedaan sintaks bahasa pemrograman. Figure 2 merupakan contoh alur kerja riset yang menggunakan GEE dan perangkat lunak bebas-terbuka (Free Open Source Software / FOSS) seperti Quantum GIS. Plugins di Quantum GIS ditulis dalam bahasa Python, misal <https://plugins.qgis.org/plugins/HotspotAnalysis/>. Pengguna yang terbiasa dengan R atau perlu mengolah data dengan packages yang ada di R dapat menggunakan rgee (<https://cran.r-project.org/web/packages/rgee/vignettes/rgee01.html>). Paket tersebut memanfaatkan paket reticulate (<https://cran.r-project.org/web/packages/reticulate/index.html>) yang menanamkan Python Session ke dalam R Session sehingga semua kelas API, modul dan fungsi GEE yang ditulis dengan Python dapat diakses dari R.

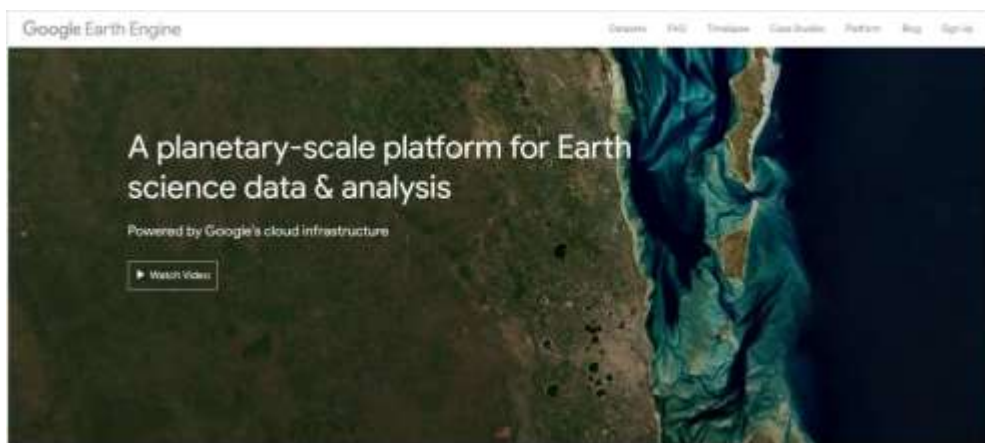


Figure 1. Halaman awal Google Earth Engine

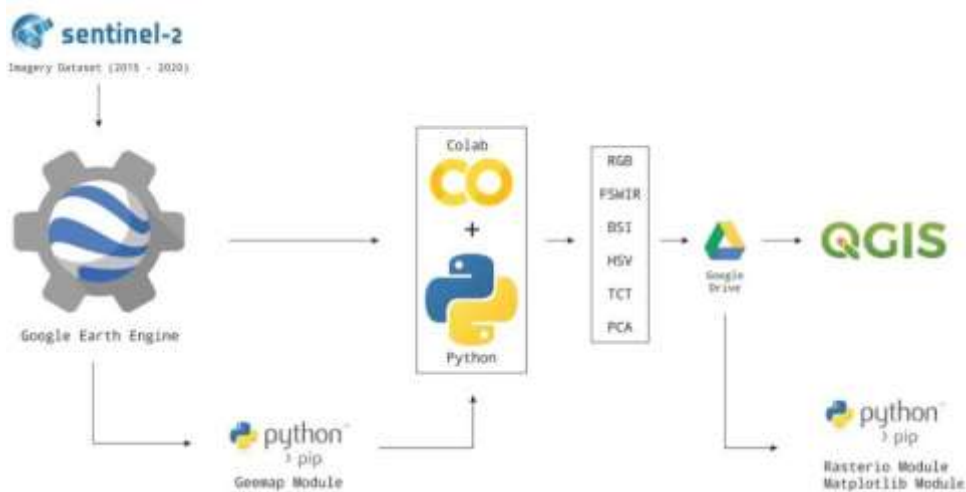


Figure 2. Contoh lingkungan riset menggunakan GEE, Python dan QGIS (Brandolini et al., 2020)

Sign-Up

Pada Figure 2 terlihat GEE dapat diakses dari Python yang terpasang di komputer pengguna (https://developers.google.com/earth-engine/guides/python_install) atau melalui Google Colab (<https://colab.research.google.com>). Colab tidak memerlukan instalasi, akses gratis ke Graphic Processing Unit (GPU) dan mudah berbagi pekerjaan. Untuk itu pengguna diharuskan mendaftar melalui tombol Sign Up pada Figure 1 atau di <https://earthengine.google.com/signup/>. Setelah pendaftaran berhasil maka akan terlihat Figure 3 dan juga pengguna menerima email yang berisi link ke fasilitas berikut:

- Earth Engine Code Editor (<https://code.earthengine.google.com/>) – lingkungan pengembangan GEE yang utama.
- Earth Engine API (<https://developers.google.com/earth-engine/>) – termasuk pusaka Python
- Earth Engine Explorer (<https://explorer.earthengine.google.com/>) - antar muka grafis yang tidak memerlukan penulisan kode program.

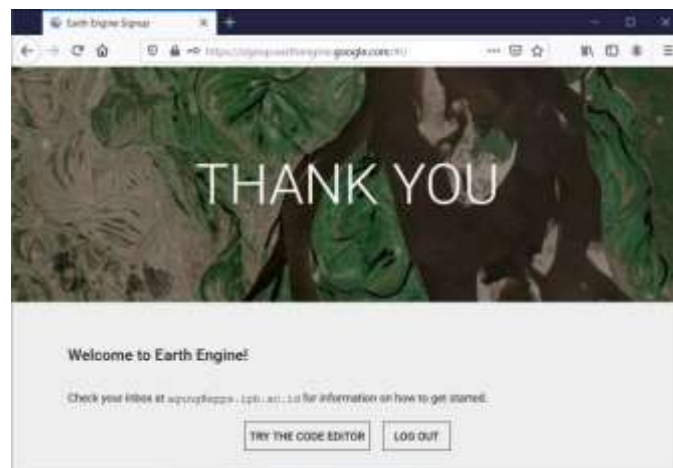
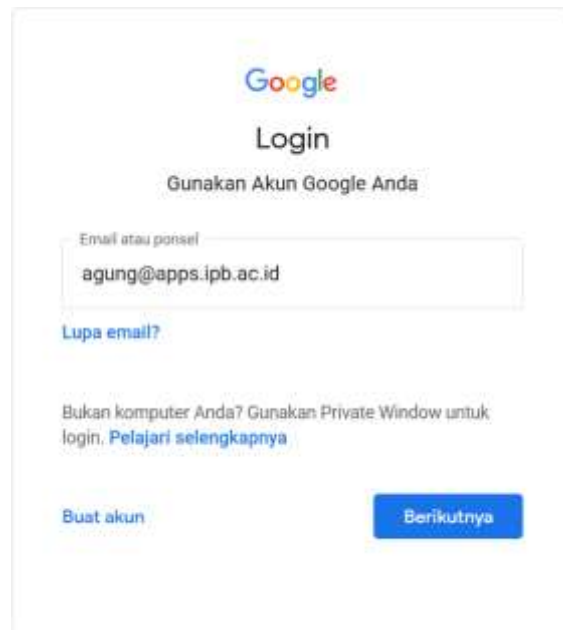


Figure 3. Sign Up berhasil

Earth Engine Explorer

Melalui halaman awal Earth Engine Explorer (Figure 4) dapat terlihat Jendela Peta, kotak pencarian, tombol Data Catalog, tombol Workspace, menu Add data dan tombol Sign In. Jika telah Sign-In maka akan terlihat fasilitas tambahan yaitu Manage Workspace, menu Add Computation dan pilihan Analysis (Figure 5)

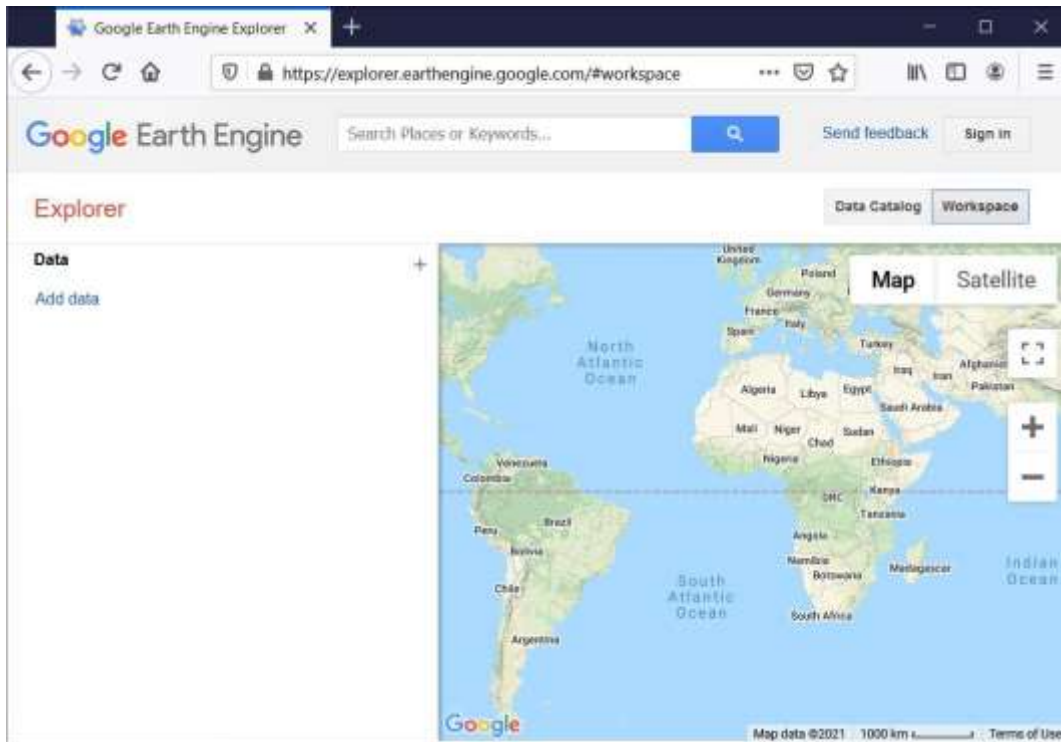


Figure 4. Halaman Awal Earth Engine Explorer

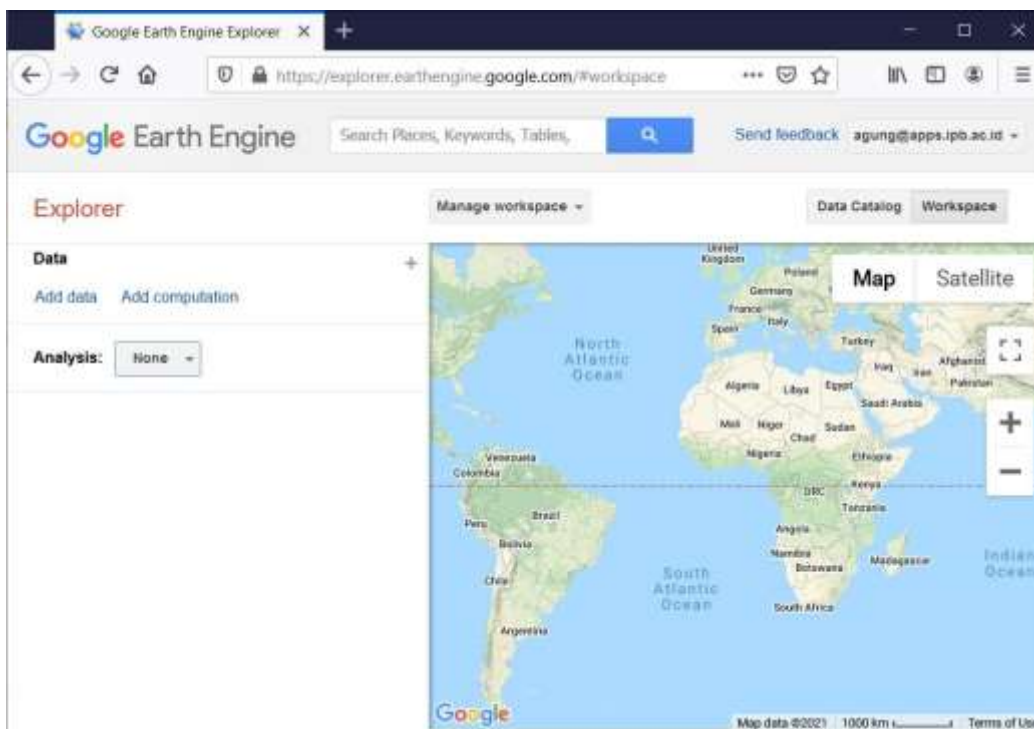


Figure 5. Halaman Earth Engine Explorer setelah Sign-in

Selanjutnya, gunakan kotak pencarian untuk melihat wilayah “Riau, Indonesia” (Figure 6).

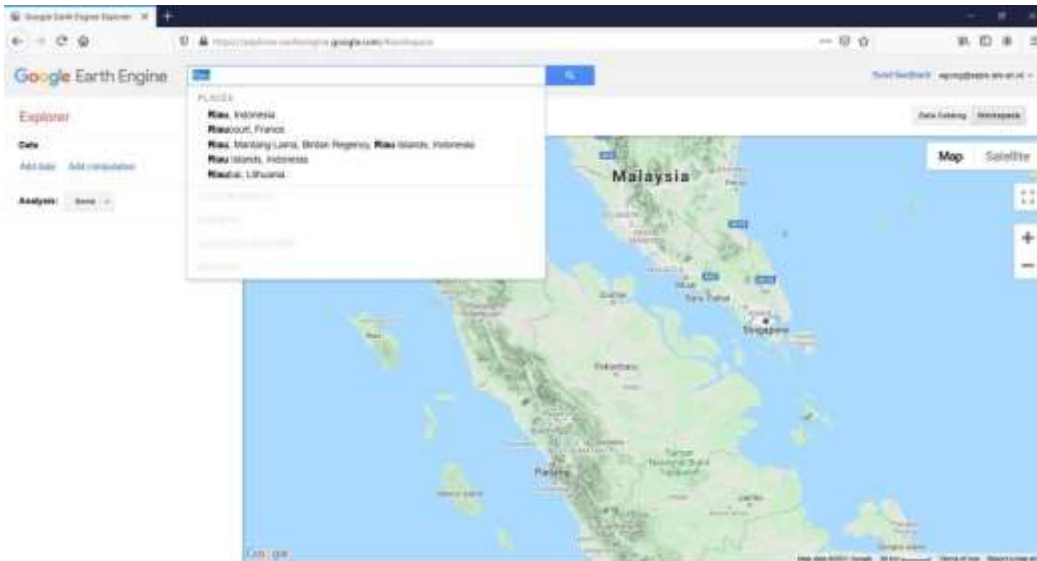


Figure 6. Hasil Pencarian "Riau"

Berikutnya terapkan langkah-langkah berikut untuk menambah layer data (Figure 7),

- Klik tombol Add Data
- Pilih MCD12Q1-1 IGBP (MODIS Land Cover Type Yearly Global 500m, https://developers.google.com/earth-engine/datasets/catalog/MODIS_006_MCD12Q1#description)
- Pada jendela filter data, pilih tahun 2001, tetapkan kelas tutupan lahan yang diperlukan. Misal Water sebagai Untitled Class 1, Evergreen Broadleaf Forest dan Urban masing-masing sebagai Untitled Class 1, 2 dan 3.
- Klik Apply
- Note : jika tampilan peta tidak berubah, coba gunakan browser lain.

Warna dan pembagian kelas tutupan lahan dapat dimodifikasi melalui panel di sebelah kiri (Figure 8) seperti terlihat di Figure 9

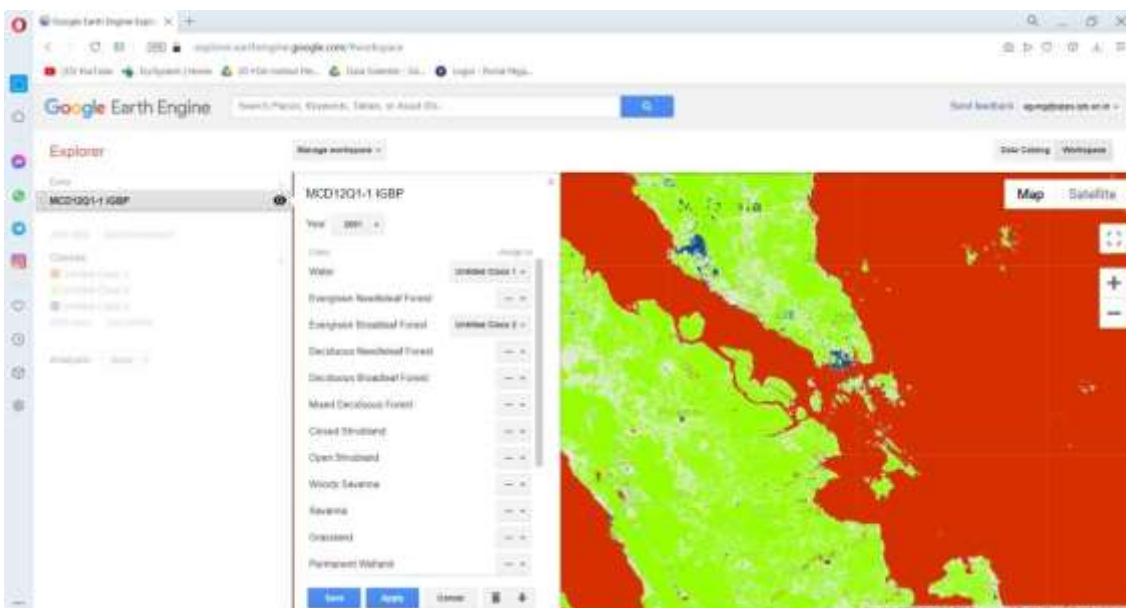


Figure 7. Add Data

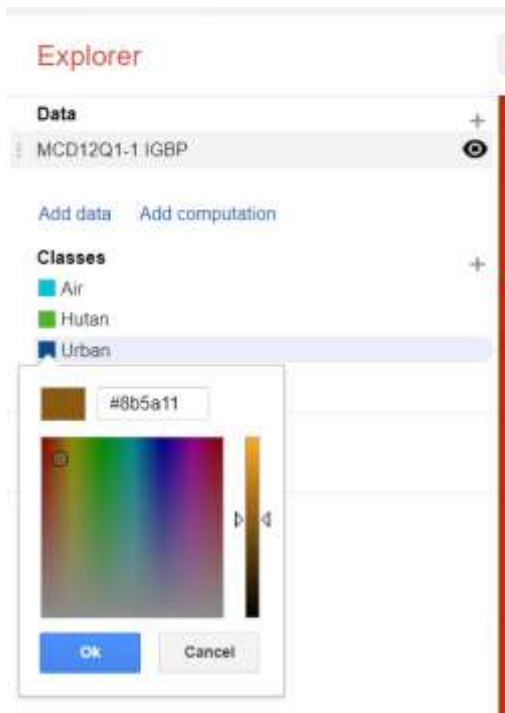


Figure 8. Modifikasi Kelas Tutupan Lahan

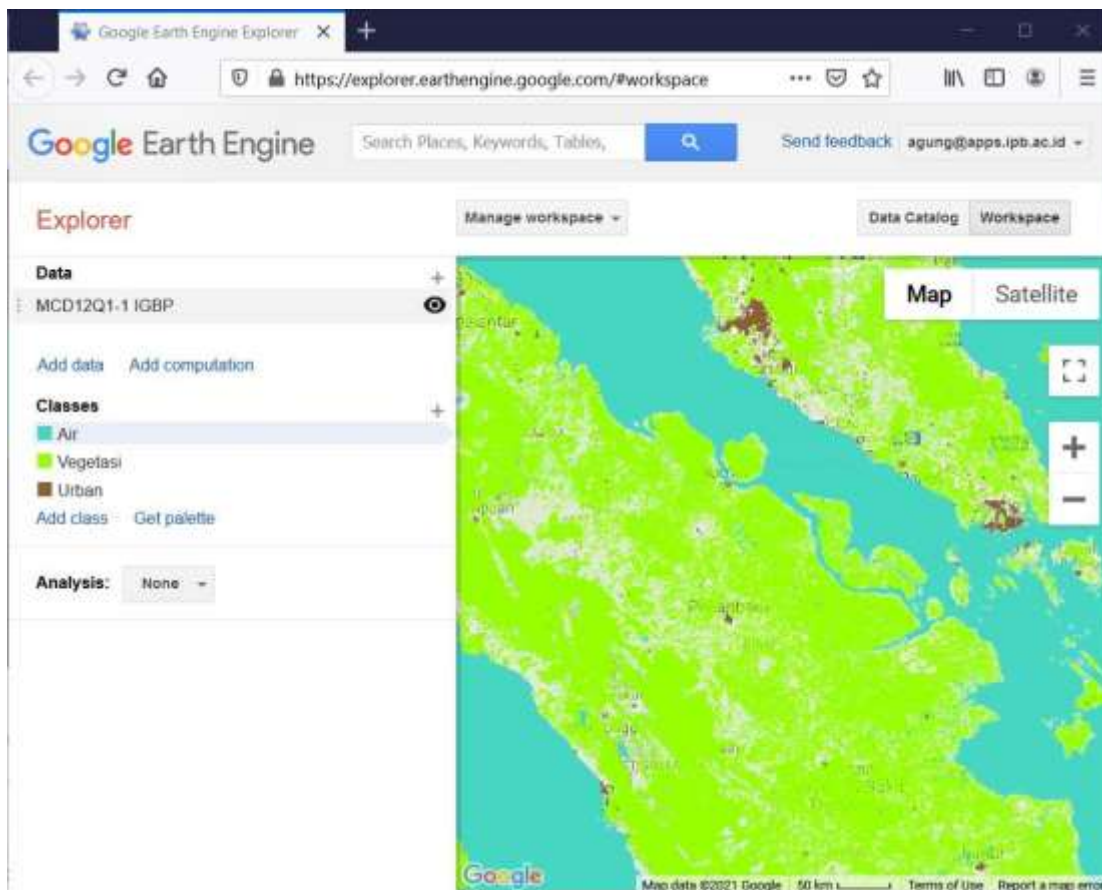


Figure 9 Hasil Modifikasi Tutupan Lahan

Menu Manage workspace (Figure 10) memungkinkan kita untuk

- Menyimpan workspace
- Memulihkan workspace yang telah disimpan
- Menghapus workspace
- Mengimport/Mengeksport workspace
- Membagikan workspace

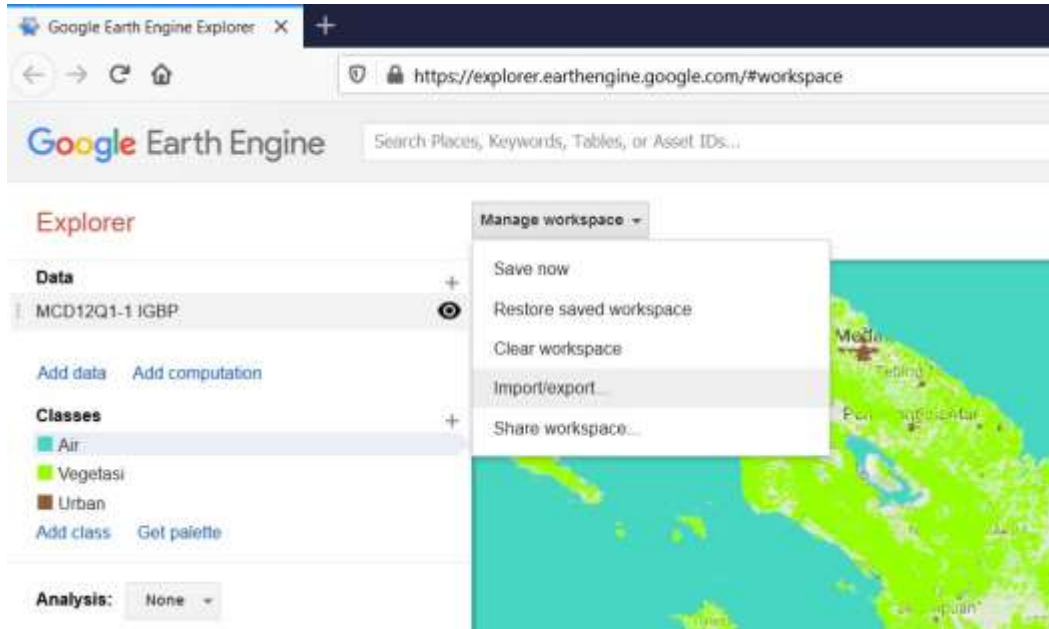


Figure 10. Manage Workspace

Earth Engine Code Editor

Figure 11 merupakan tampilan awal Google Code Editor (<https://code.earthengine.google.com/>). Tutorial singkat Code Editor dapat dilihat di <https://developers.google.com/earth-engine/getstarted#opening-and-running-code-in-the-code-editor>. Untuk membantu mempelajari JavaScript dalam Google Earth Engine, kita dapat melihat dan memodifikasi contoh script yang sudah ada (Figure 12). Gunakan kotak teks Scripts pada panel kiri untuk mencari kode program, tombol Run pada panel tengah untuk menjalankan program dan tab Tasks pada panel kanan untuk melihat kemajuan eksekusi program.

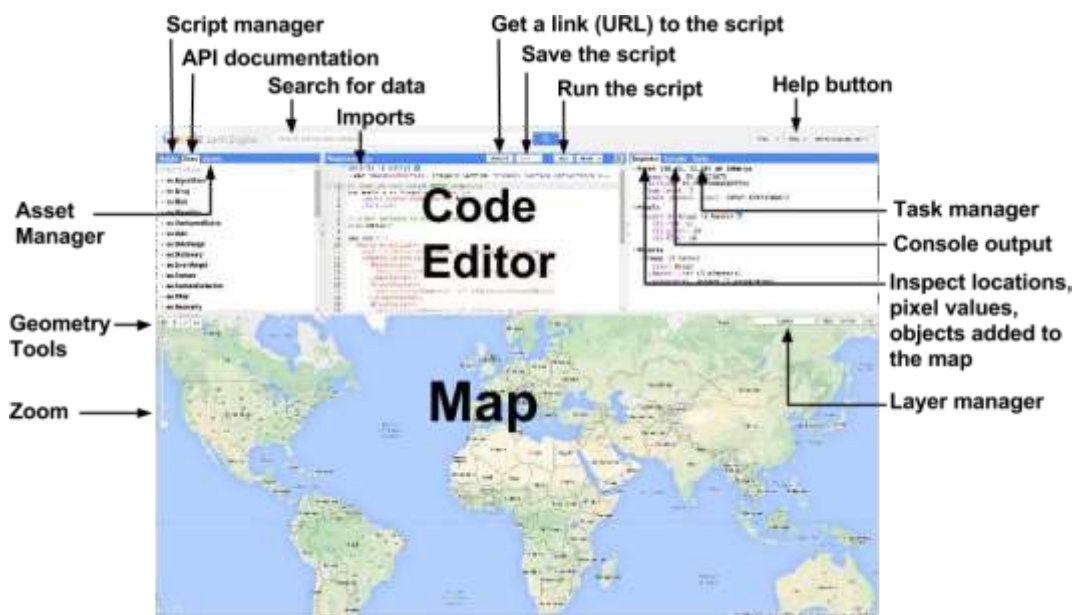


Figure 11 Google Earth Code Editor (<https://developers.google.com/earth-engine/tutorials/community/beginners-cookbook/ee-editor.png>)

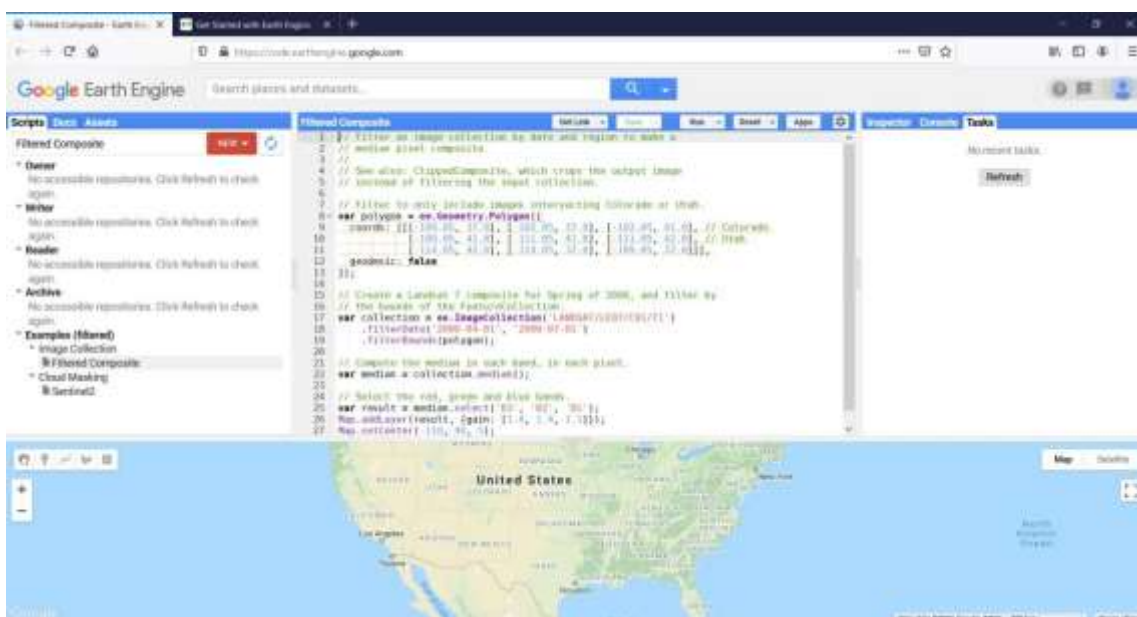


Figure 12 Contoh Script

1. Filtered Composite

Modify script Filtered Composite (Figure 13) untuk menampilkan Image Landsat dari Collection LE7_L1T pada tanggal 2000-04-01 sampai 2000-07-01 yang berpotongan dengan Rectangle daerah Riau ([[100, -1.5],[105,2.5]]). Titik tengah peta diatur pada koordinat (100, 0.5).

```
// Tentukan pasangan titik pembentuk kotak [xmin, ymin] dan [xmax, ymax]
var polygon = ee.Geometry.Rectangle([[100, -1.5],[105,2.5]]);

// Membuat komposit dari citra Landsat untuk musim semi (April-Juli) tahun 2000 yang disaring
// berdasarkan batas FeatureCollection.
var collection = ee.ImageCollection('LE7_L1T')
  .filterDate('2000-04-01', '2000-07-01')
  .filterBounds(polygon);

// Untuk setiap piksel dalam kumpulan citra pada periode yang telah ditentukan diatas,
// cari median dari masing-masing band-nya
var median = collection.median();

// Pilih band B3, B2 dan B1 masing-masing untuk warna merah, hijau dan biru
var result = median.select('B3', 'B2', 'B1');

// Nilai kanal merah dan hijau dikalikan 1.4, sedangkan biru dikalikan 1.1
Map.addLayer(result, {gain: '1.4, 1.4, 1.1'});

// Titik pusat peta diarahkan ke koordinat (100, 0.5)
Map.setCenter(100,0.5)
```



Figure 13. Filtered Composite

Penjelasan mengenai Image Visualization dapat dilihat di https://developers.google.com/earth-engine/image_visualization#rgb-composites. Misal untuk menampilkan False Color Composite, pilih band B5 untuk kanal merah, B4 untuk kanal hijau dan B3 untuk kanal biru (Figure 14).

```
var result = median.select('B5', 'B4', 'B3');
```

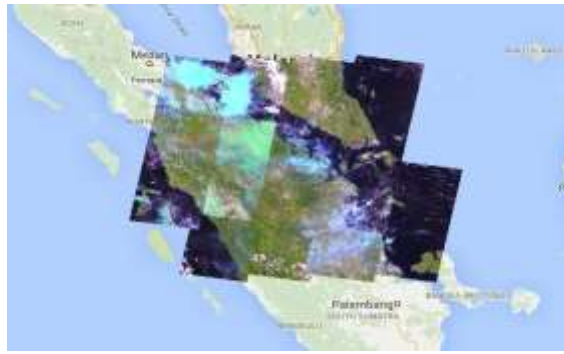


Figure 14. False Color Composite

Satelit mengorbit bumi mengikuti periode tertentu, misal Landsat 8 memiliki resolusi temporal 16 hari yg berarti akan mengunjungi titik yang sama di bumi pada rentang waktu tersebut. Dalam 6 bulan akan ada sekitar 12 citra Landsat dari suatu wilayah. Setiap piksel pada peta diturunkan dari tumpukan piksel tersebut (Figure 15). Secara default, yang digunakan adalah nilai dari citra paling terkini dalam tumpukan. Reducer dapat mengubah nilai yang dipilih menggunakan fungsi min(), max(), mean(), median(), first(), sum(), count(), stdDev() atau percentile(). Pada contoh diatas fungsi yang digunakann adalah median,

```
var median = collection.median();
```

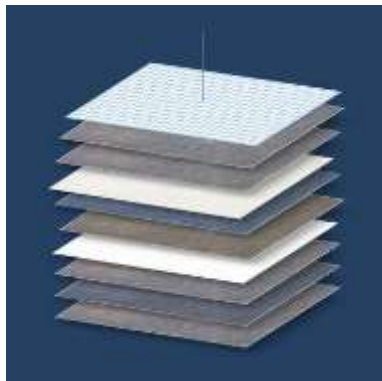


Figure 15. Stack of image reducer

2. Menambahkan data ke Google Earth Engine

Data berupa Image, Shapefile atau CSV dapat ditambahkan menggunakan menu Assets (Figure 16) dan menunjuk file-file yang diperlukan (Figure 17). Perlu diingat, shapefile terdiri paling tidak dari file *.shp, *.shx dan *.dbf. Tab Tasks menunjukkan saat data sedang di-upload (Figure 18) dan begitu data berhasil ditambahkan (Figure 19). Keterangan mengenai data dapat dilihat di panel Asset dapat dilihat Figure 20, mencakup penjelasan singkat (Description), atribut/kolom yang ada (Features) dan Properties - juga Table ID yang unik. Pada contoh berikut poligon batas administrasi Provinsi Riau diperoleh dari <https://gadm.org/>

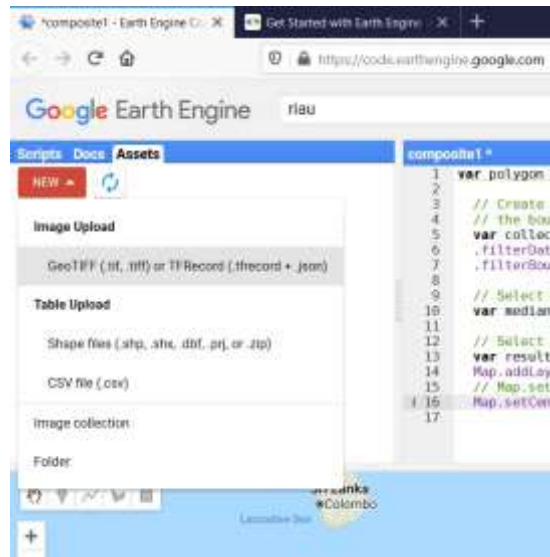


Figure 16 Tambah Assets

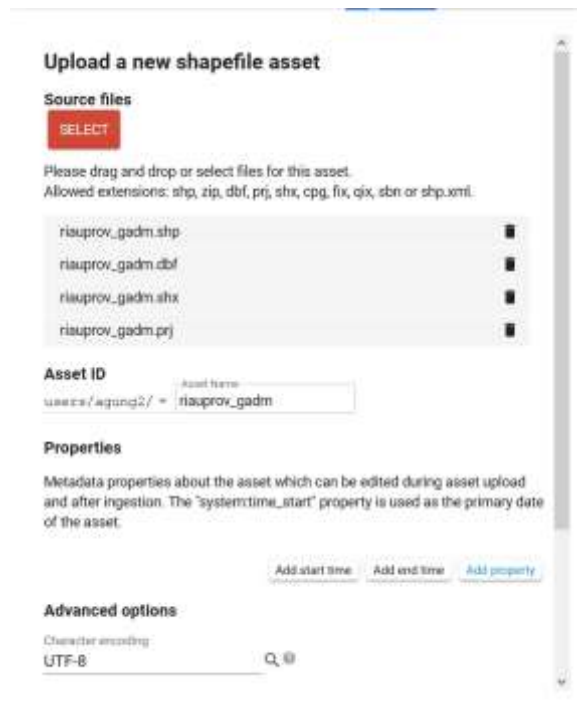


Figure 17. Upload shapefile files

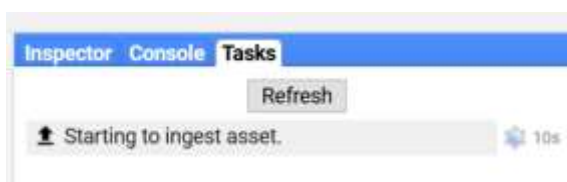


Figure 18. Proses Upload Data

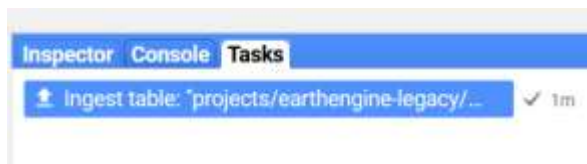


Figure 19. Upload Data Selesai

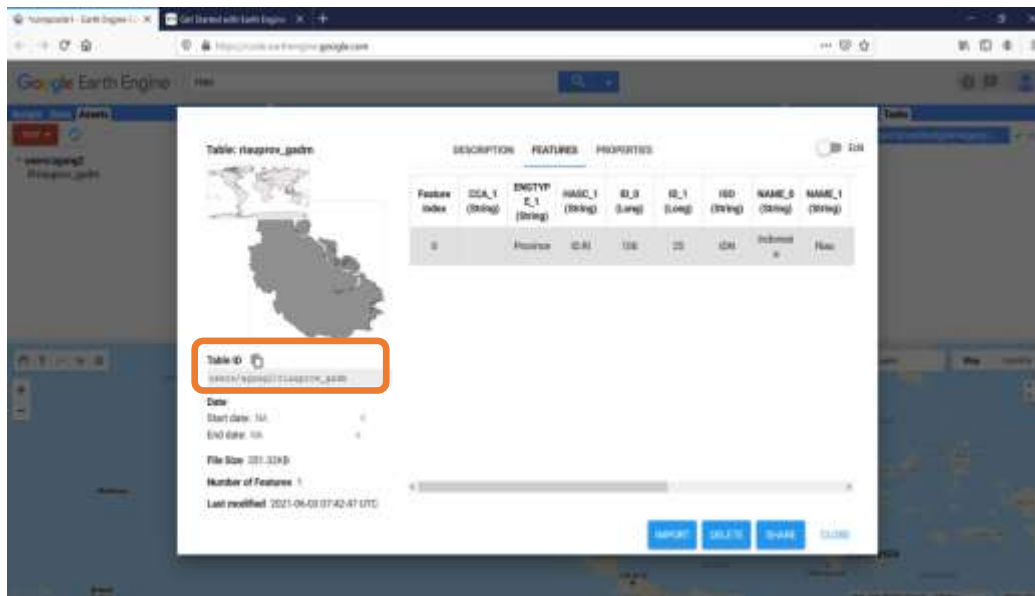


Figure 20 Hasil Upload Data

3. Memotong citra menggunakan poligon (clip)

ID dari FeatureTable di atas adalah `users/agung2/riauprov_gadm`, maka kode untuk memotong citra berdasarkan poligon Provinsi Riau (Figure 21) adalah

```
var RiauProv = ee.FeatureCollection('users/agung2/riauprov_gadm')

var collection = ee.ImageCollection('LE7_L1T')
  .filterDate('2000-04-01', '2000-07-01')
  .filterBounds(RiauProv);

var median = collection.median();
var result = median.select('B3', 'B2', 'B1');

// Memotong citra menggunakan metode clip
Map.addLayer(result.clip(RiauProv), {gain: '1.4, 1.4, 1.1'});

Map.setCenter(100,0.5)
```

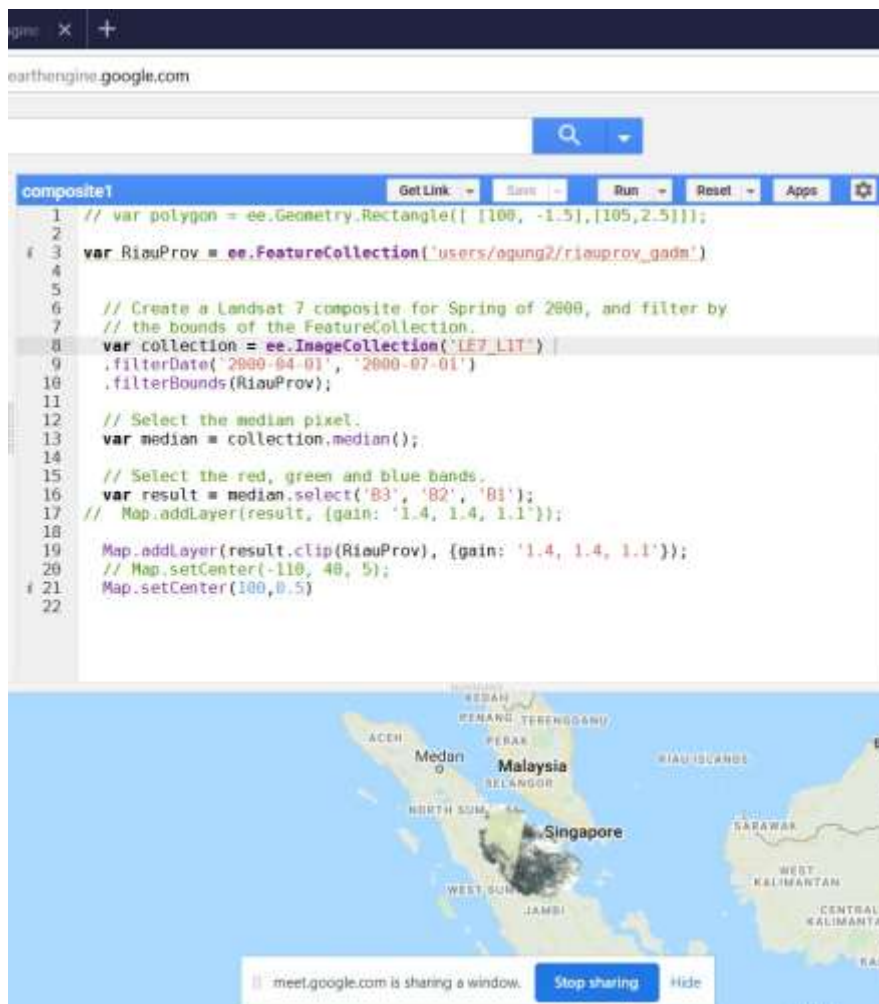


Figure 21. Hasil operasi clip

4. Deteksi Perubahan Kondisi Hutan (Global Forest Change, Hansen et al. 2013)

Hansen et al. (2013) menganalisis perubahan kondisi hutan global berdasarkan spektral satelit Landsat bands 3, 4, 5, dan 7. Versi terakhir dataset ini (versi 1.8) mencatat perubahan pada tahun 2000-2020, penjelasan informasi yang terdapat pada dataset ini dapat dilihat di

https://developers.google.com/earth-engine/datasets/catalog/UMD_hansen_global_forest_change_2020_v1_8#bands

Band	Penjelasan	Rentang
treecover2000	merupakan persentase (0-100) tutupan kanopi tanaman pada tahun 2000, sebagai luas wilayah dengan vegetasi lebih tinggi dari 5 meter.	0 - 100
loss	1 mengindikasikan hutan yang hilang antara tahun 2000 dan 2020 didefinisikan sebagai perubahan dari hutan menjadi non-hutan (<i>forest loss</i>),.	0 or 1
gain	Merupakan kebalikan dari <i>loss</i> , 1 menandakan perubahan dari non-hutan menjadi hutan pada periode 2000-2012, tidak ada pembaruan <i>gain</i> pada dataset ini.	0 or 1
lossyear	Tahun disaat loss terjadi, dimulai dari 2000	0 - 20
datamask	No data (0), permukaan tanah (1), and badan air permanen (2).	0, 1, 2

Kode program dari link berikut akan menampilkan treecover2000 dan lossyear (Figure 22)

https://code.earthengine.google.com/?scriptPath=Examples%3ADatasets%2FUMD_hansen_global_forest_change_2020_v1_8



```
UMD_hansen_global_forest_change_2020_v...  Get Link  Save  Run  Reset  Apps  ⚙️
1  var dataset = ee.Image('UMD/hansen/global_forest_change_2020_v1_8');
2  var treeCoverVisParam = {
3    bands: ['treecover2000'],
4    min: 0,
5    max: 100,
6    palette: ['black', 'green']
7  };
8  Map.addLayer(dataset, treeCoverVisParam, 'tree cover');
9
10 var treeLossVisParam = {
11   bands: ['lossyear'],
12   min: 0,
13   max: 20,
14   palette: ['yellow', 'red']
15 };
16 Map.addLayer(dataset, treeLossVisParam, 'tree loss year');
17
```

Figure 22. Kode Program untuk menampilkan treecover2000 dan lossyear

- Baris 1 menunjukkan dataset yang digunakan.
- Baris 2-7 berisi definisi parameter **treeCoverVisParam** untuk menampilkan band **treecover2000** dengan nilai minimal 0 (kuning) dan maksimal 20 (merah)
- Baris 8 menambahkan layer “**tree cover**” berdasarkan pengaturan oleh obyek **treeCoverVisParam**

Script pada Figure 22 dapat dimodifikasi untuk menampilkan kondisi perubahan lahan di wilayah Provinsi Riau sebagai berikut

```
var dataset = ee.Image('UMD/hansen/global_forest_change_2020_v1_8');
var RiauProv = ee.FeatureCollection('users/agung2/riauprov_gadm')

var treeCoverVisParam = {
  bands: ['treecover2000'],
  min: 0,
  max: 100,
  palette: ['black', 'green']
};
Map.addLayer(dataset.clip(RiauProv), treeCoverVisParam, 'tree cover');

var treeLossVisParam = {
  bands: ['lossyear'],
  min: 0,
  max: 20,
  palette: ['yellow', 'red']
};
Map.addLayer(dataset.clip(RiauProv), treeLossVisParam, 'tree loss year');

Map.setCenter(100,0.5)
```

Figure 23 menampilkan hasil dari kode di atas. Pengguna dapat secara interaktif mengatur layer yang diperlihatkan melalui check box pada menu **Layers**. Sebagai tambahan, terdapat tombol **Setting** untuk mengatur visualisasi lebih detail.

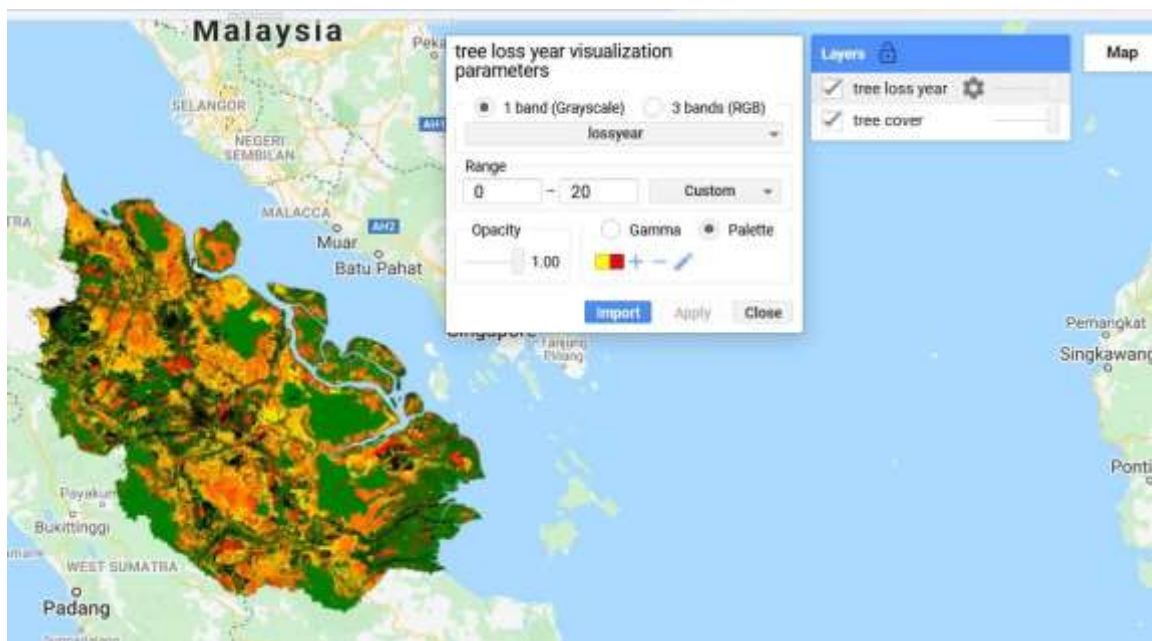


Figure 23. Perubahan Hutan di Provinsi Riau 2000-2020

Panduan instalasi selengkapnya dapat dilihat di

<https://developers.google.com/earth-engine/tutorials/community/intro-to-python-api-guiattard>

- Buka command prompt sebagai administrator (Figure 24)
- Jalankan perintah “pip install earthengine-api” dan “pip install earthengine-api –upgrade” (Figure 25) untuk install Python API
- Cek apakah “earthengine” command line tools telah terpasang (Figure 26)
- Lakukan autentikasi GEE dengan perintah ““earthengine authenticate”, yang akan menampilkan jendela login Google (Figure 27) dan mendapatkan kode otentifikasi (Figure 28).
- Masukkan kode otentifikasi dan proses selesai (Figure 29)

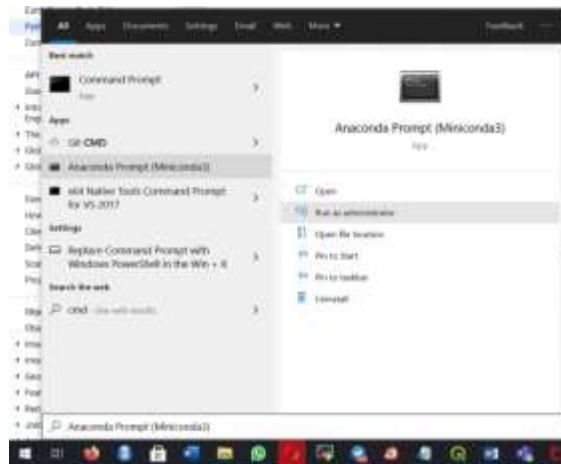


Figure 24. Command Prompt sebagai Administrator



Figure 25. *pip install*

```

Administrator: Anaconda Prompt (Miniconda3)

(base) C:\WINDOWS\system32\earthengine
usage: earthengine [-h] [--ee_config EE_CONFIG] [--service_account_file SERVICE_ACCOUNT_FILE]
                  [--project PROJECT_OVERRIDE]
                  {authenticate,acl,asset,cp,create,ls,licenses,du,mv,model,rm,set_project,task,unset_project,upload,upload_manifest,upload_table_manifest}
                  ...

Earth Engine Command Line Interface.

optional arguments:
  -h, --help            show this help message and exit
  --ee_config EE_CONFIG Path to the earthengine configuration file. Defaults to "~/.config/earthengine/credentials".
  --service_account_file SERVICE_ACCOUNT_FILE Path to a service account credentials file. Overrides any ee_config if specified.
  --project PROJECT_OVERRIDE Specifies a Google Cloud Platform Project id to override the call.

Commands:
{authenticate,acl,asset,cp,create,ls,licenses,du,mv,model,rm,set_project,task,unset_project,upload,upload_manifest,upload_table_manifest}
authenticate           Prompts the user to authorize access to Earth Engine via OAuth2.
acl                   Prints or updates the access control list of the specified asset.
asset                 Prints or updates metadata associated with an Earth Engine asset.
cp                   Creates a new Earth Engine asset as a copy of another asset.
create                Creates assets and folders.
ls                   Prints the contents of a folder or collection.
licenses              Prints the name and license of all third party dependencies.
du                   Prints the size and names of all items in a given folder or collection.
mv                   Moves or renames an Earth Engine asset.
model                 TensorFlow model related commands.
rm                   Deletes the specified assets.
set_project            Sets the default user project to be used for all API calls.
task                 Prints information about or manages long-running tasks.
unset_project         Unsets the default user project to be used for all API calls.
upload                Uploads assets to Earth Engine.
upload_manifest        Uploads an image to Earth Engine using the given manifest file.
upload_table_manifest Uploads a table to Earth Engine using the given manifest file.

```

Figure 26. earthengine tool

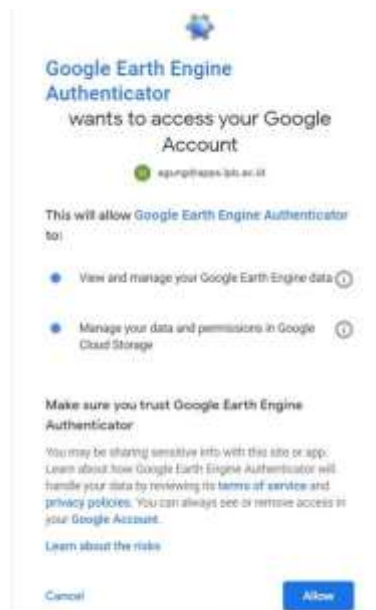


Figure 27. Pengecekan akun GEE

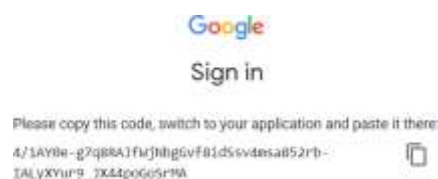


Figure 28. Kode Otentifikasi

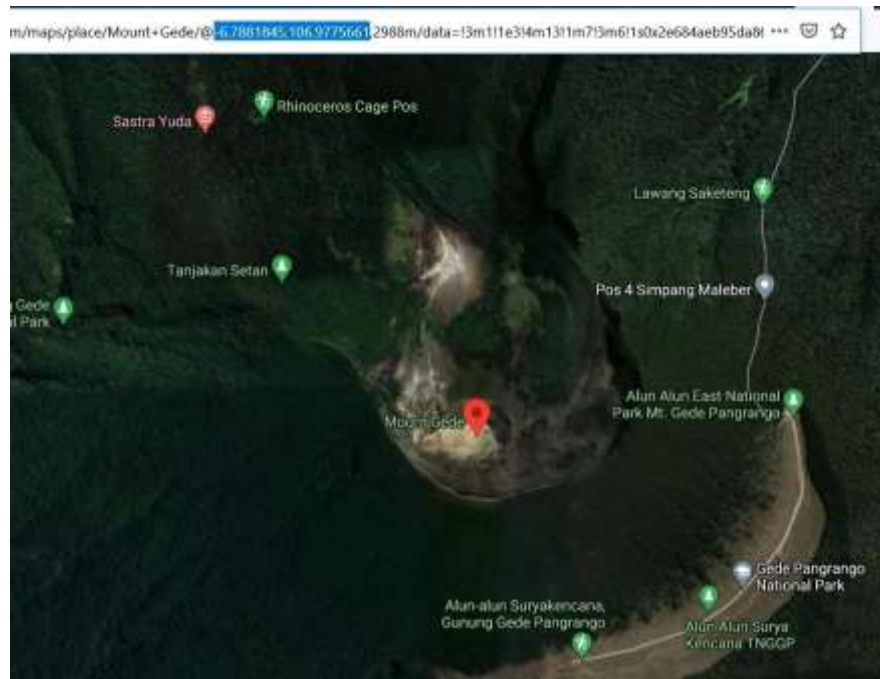


Figure 34. Puncak Gede

4. Peta interaktif dengan Folium

Folium adalah *library* python untuk membuat peta interaktif berbasis leaflet.js (<https://leafletjs.com/>). Folium mendukung *layer* WMS, GeoJSON, vektor, dan tile sehingga memudahkan visualisasi data yang diolah dalam python. Secara *default* Folium menggunakan OpenStreetMap sebagai peta dasar. Beberapa contoh visualisasi dapat dilihat di <https://python-visualization.github.io/folium/quickstart.html>. Folium dapat di-install dengan perintah berikut (Figure 35) :

pip install folium

```
C:\Python_3.9.5\Scripts>pip install folium
Requirement already satisfied: folium in c:\python_3.9.5\lib\site-packages (0.12.1)
Requirement already satisfied: requests in c:\python_3.9.5\lib\site-packages (from folium) (2.25.1)
Requirement already satisfied: branca>=0.3.0 in c:\python_3.9.5\lib\site-packages (from folium) (0.4.2)
Requirement already satisfied: Jinja2>=2.9 in c:\python_3.9.5\lib\site-packages (from folium) (3.0.1)
Requirement already satisfied: numpy in c:\python_3.9.5\lib\site-packages (from folium) (1.20.3)
Requirement already satisfied: MarkupSafe>=2.0 in c:\python_3.9.5\lib\site-packages (from Jinja2>=2.9->folium) (2.0.1)
Requirement already satisfied: certifi>=2017.4.17 in c:\python_3.9.5\lib\site-packages (from requests->folium) (2020.12.5)
Requirement already satisfied: chardet<5,>=3.0.2 in c:\python_3.9.5\lib\site-packages (from requests->folium) (4.0.0)
Requirement already satisfied: urllib3<1.27,>=1.21.1 in c:\python_3.9.5\lib\site-packages (from requests->folium) (1.26.4)
Requirement already satisfied: idna<3,>=2.5 in c:\python_3.9.5\lib\site-packages (from requests->folium) (2.10)
```

Figure 35. Install folium

Kode berikut akan menampilkan peta daerah Bogor (Figure 36). Cobalah ubah parameter **zoom_start** untuk menentukan tingkat kedetailan peta yang sesuai.

```
import folium
# Bogor
lat, lon = -6.5446037, 106.5338998
my_map = folium.Map(location=[lat, lon], zoom_start=10)
my_map
```

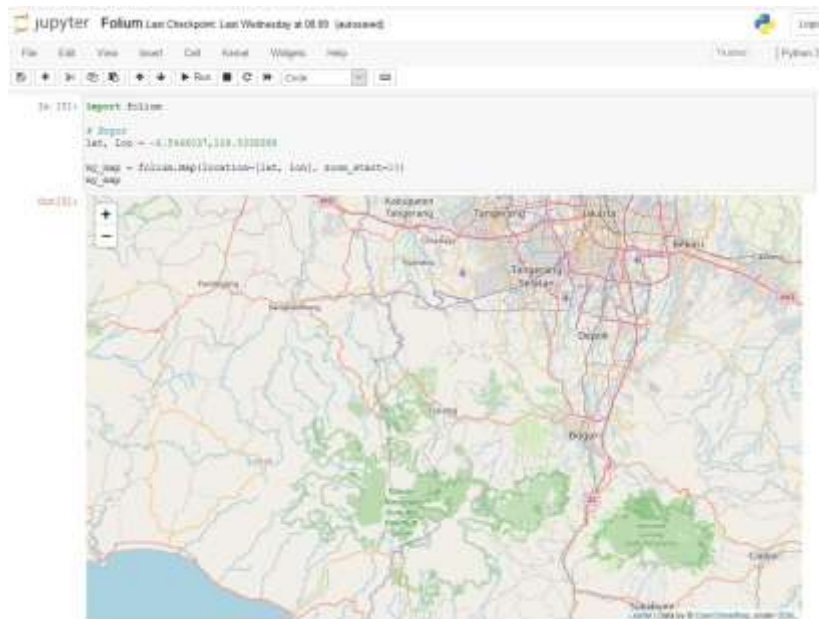



Figure 36. Daerah Bogor

5. Menambahkan Layer ke Folium

Peta hasil pengolahan di Google Earth Engine dapat ditambahkan ke dalam Folium. Kode di bawah menampilkan rata-rata presipitasi bulanan periode 1988-2019 (Figure 37). Pertama baca dataset TRMM/3B43V7 [baris 12], kemudian tentukan waktu dan wilayah kajian [line 14-17] dan dilanjutkan dengan menghitung rata-rata (*mean*) dari atribut “*precipitation*” [line 22]. Berikutnya potong (*clip*) dataset untuk mendapatkan presipitasi di atas wilayah Jawa saja [line 25], yang akan ditampilkan dengan warna kuning untuk nilai minimal (0) dan biru untuk nilai maksimal (0.7) serta tingkat transparansi (*opacity*) 0.5 [baris 27-30]. Metode untuk memasukkan layer baru didefinisikan pada [baris 32-43] dan ditambahkan ke dalam folium pada [baris 46]. Setelah semuanya siap, peta dasar untuk wilayah Jawa dibuat [baris 49-50] diikuti dengan penambahan layer Rataan Presipitasi Bulanan [baris 53-60]



Figure 37 Rataan Presipitasi Bulanan di dalam Folium

```

1 import ee
2 import folium
3
4 # Inisialisasi Library.
5 ee.Initialize()
6
7 # TRMM 3B43: Perkiraan Presipitasi Bulanan (PPB)
8 # Dari dokumentasi https://developers.google.com/earth-
9 engine/datasets/catalog/TRMM_3B43V7
10 # dataset ini memiliki 3 band atau atribut yaitu precipitation, relativeError dan
11 gaugeRelativeWeighting
12 PPB = ee.ImageCollection("TRMM/3B43V7")
13
14 # Tentukan waktu dan daerah kajian
15 tanggal_awal = '1998-01-01'
16 tanggal_akhir = '2019-12-01'
17 Jawa = ee.FeatureCollection('users/agung2/jawa')
18
19 # Dari dataset Presipitasi_Bulanan, pilih atribut "precipitation",
20 # batasi data pada rentang tanggal_awal sampai tanggal_akhir
21 # kemudian hitung rataannya
22 Rataan_PPB = PPB.select('precipitation').filterDate(tanggal_awal, tanggal_akhir).mean()
23
24 # Potong daerah kajian
25 Rataan_PPB_Jawa = Rataan_PPB.clip(Jawa)
26
27 # Atur parameter visualisasi
28 Rataan_PPB_visParam = {
29     'min': 0, 'max': 0.7, 'palette': ['yellow', 'blue'], 'opacity': 0.5
30 }
31
32 # Buat method untuk memasukkan Layer
33 def add_ee_layer(self, ee_image_object, vis_params, name):
34     """Adds a method for displaying Earth Engine image tiles to folium map."""
35     map_id_dict = ee.Image(ee_image_object).getMapId(vis_params)
36     folium.raster_layers.TileLayer(
37         tiles=map_id_dict['tile_fetcher'].url_format,
38         attr='Map Data &copy; <a href="https://earthengine.google.com/">Google Earth
39 Engine</a>',
40         name=name,
41         overlay=True,
42         control=True
43     ).add_to(self)
44
45 # Tambahkan method add_ee_layer ke dalam folium
46 folium.Map.add_ee_layer = add_ee_layer
47
48 # Membuat peta Jawa dengan koordinat dari Google Map (Java/@-7.3226256,107.6630558,7z)
49 lat, lon = -7.32, 108
50 my_map = folium.Map(location=[lat, lon], zoom_start=7)
51
52 # Tambahkan Layer Rataan_PPB_Jawa.
53 my_map.add_ee_layer(Rataan_PPB_Jawa, Rataan_PPB_visParam, 'Rataan Presipitasi Bulanan
54 1998-2019')
55
56 # Tambahkan Layer Control
57 my_map.add_child(folium.LayerControl())
58
59 # Tampilkan peta
60 display(my_ma

```

Earth Engine melalui Google Colaboratory

Google Colaboratory (<https://colab.research.google.com/>) atau disingkat 'Colab' menyediakan fasilitas untuk menulis dan menjalankan kode Python di dalam browser, tanpa memerlukan konfigurasi, mendapatkan akses gratis ke GPU dan memungkinkan berbagi kode. Figure 38 menampilkan proses autentifikasi Earth Engine melalui Google Colab. Panduan lebih rinci dapat dilihat di https://developers.google.com/earth-engine/guides/python_install-colab.

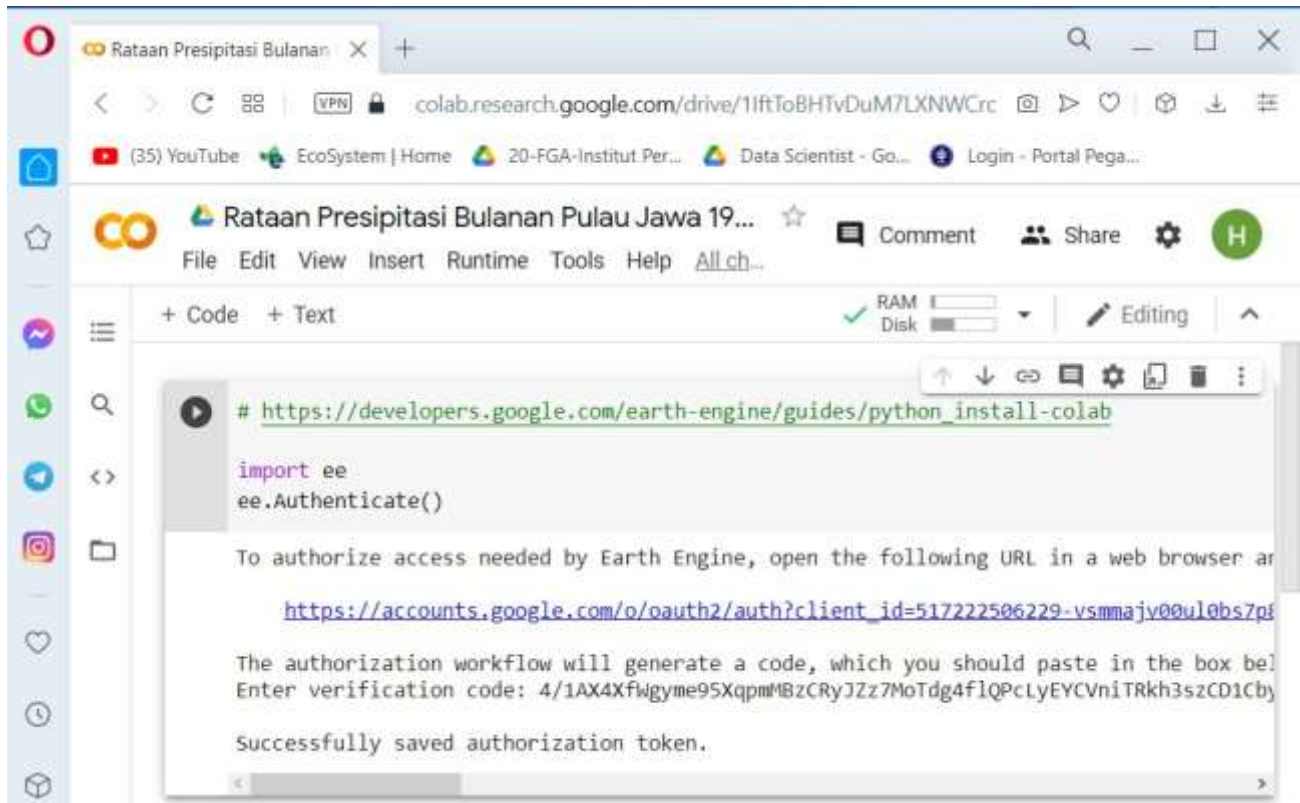
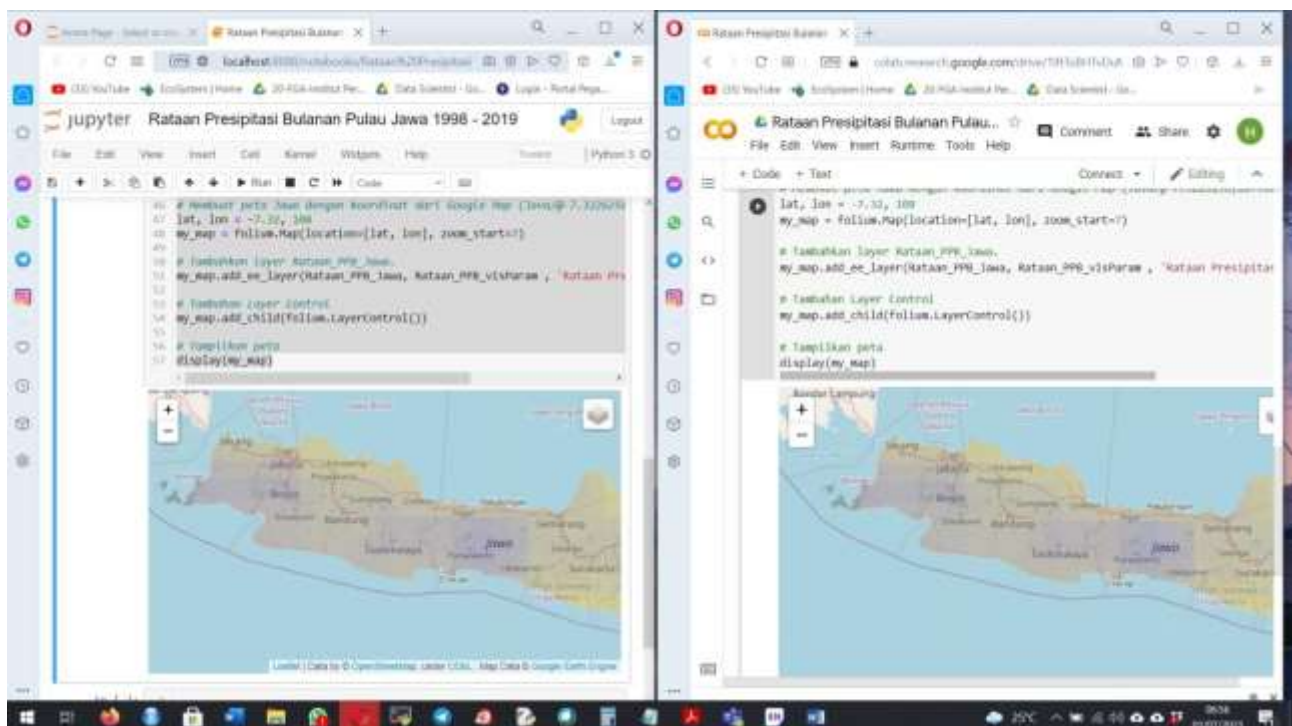


Figure 38. Autentifikasi Earth Engine melalui Google Colab



DATA

Data untuk praktikum ini bisa di download disini

https://drive.google.com/file/d/1oF_rJY1epPkvV9qf94_1fYsy61TL11FK/view?usp=sharing

TUGAS Individu

1. Buatlah laporan dari hasil yang di dapatkan dan kumpulkan ke <https://forms.gle/RTq8ivr4jennvdGs9>

TUGAS Kelompok

1. Menggunakan data provinsi masing – masing
2. Buatlah video langkah – langkah
3. Buatlah laporan praktikum
4. Kumpulkan hasilnya di

<https://drive.google.com/drive/folders/1mRRb7WnvNOvbd54UhrOam3IMKQ3TnE1g?usp=sharing>

Referensi

Brandolini, F., Ribas, G.D., Zerboni, A. and Turner, S. 2020. A Google Earth Engine-enabled Python approach to improve identification of anthropogenic palaeo-landscape features. *ArXiv. abs/2012.14180*.

Hansen, M.C., Potapov, P.V., Moore, R., Hancher, M., Turubanova, S.A., Tyukavina, A., Thau, D., Stehman, S.V., Goetz, S.J., Loveland, T.R., Kommareddy, A., Egorov, A., Chini, L., Justice, C.O. and Townshend, J.R.G. 2013. High-Resolution Global Maps of 21st-Century Forest Cover Change. [Online]. Available from: <http://earthenginepartners.appspot.com/science-2013-global-forest>