An aerial photograph of a tropical island, likely in Maluku, Indonesia. The island is characterized by lush green vegetation and a complex network of rivers and streams that flow from the interior towards the coast. A coastal town is visible, with buildings and infrastructure. The ocean is visible in the upper right corner, with a dark beach area. The text is overlaid on the image in white, bold, sans-serif font.

# KARAKTERISTIK HIDROLOGI PULAU KECIL & MITIGASI – ADAPTASI PERUBAHAN IKLIM DALAM BIDANG SUMBERDAYA AIR DI PROVINSI MALUKU

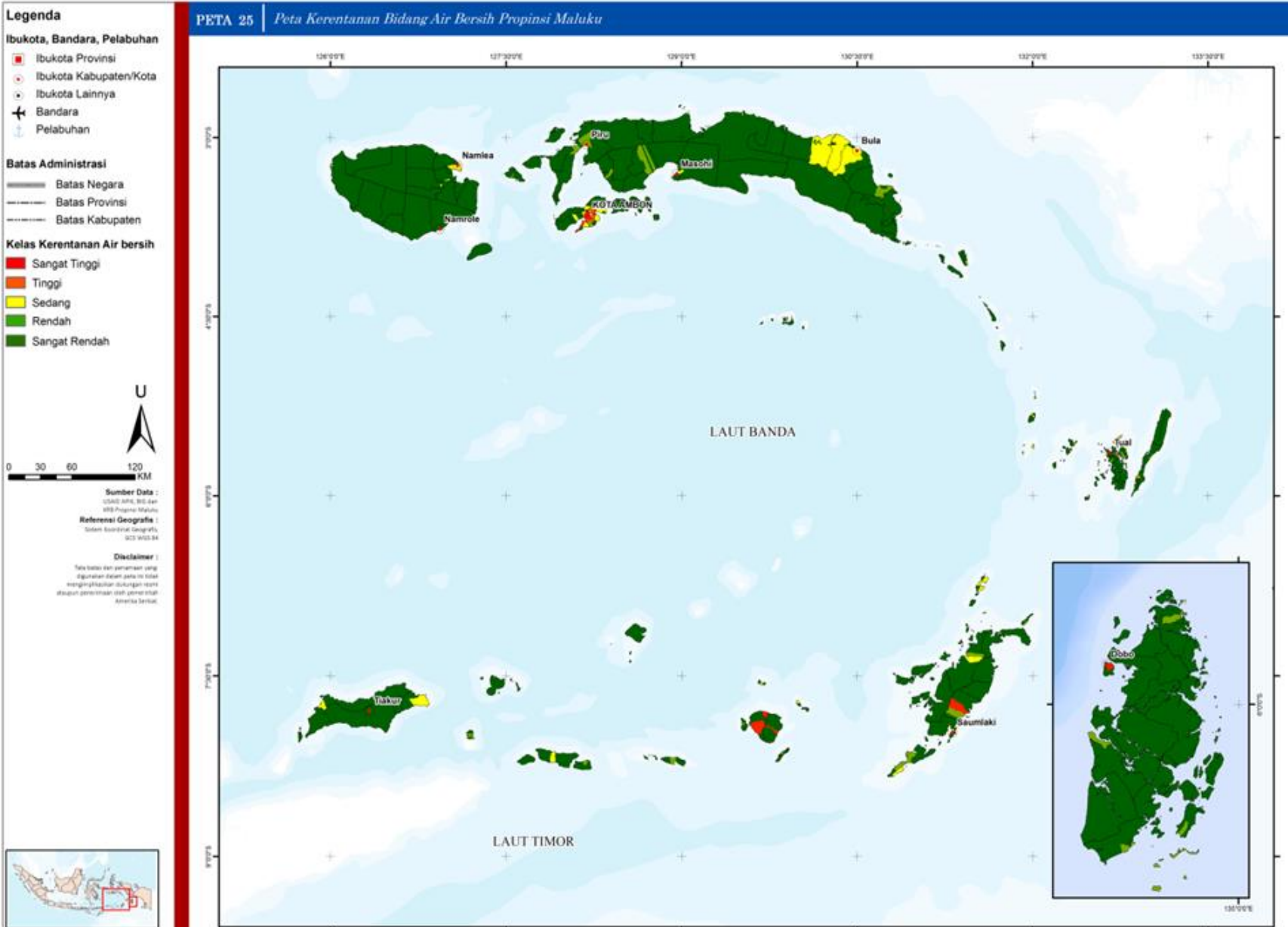
**Dr. BOKIRAIYA LATUAMURY, S.HUT., M.SC**  
JURUSAN KEHUTANAN FAKULTAS PERTANIAN  
UNIVERSITAS PATTIMURA

Disampaikan pada Seminar & Workshop  
*Environmental Citizen Journalism Program (ECJP) 2020*  
“Memotret kondisi hutan dan manusia di Timur Indonesia”



# PENDAHULUAN

- Provinsi Maluku yang merupakan Provinsi Kepulauan dengan luas wilayah 712.480 km<sup>2</sup>, terdiri dari sekitar 92,4% lautan dan 7,6% daratan, dengan topografi wilayah Kepulauan meliputi jumlah pulau besar & kecil ± 1.340 pulau & panjang garis pantai 11.000 km
- Kondisi air bersih di wilayah ini relatif sangat penting, karena cadangan air bersih lebih sedikit dibandingkan dengan wilayah yang bukan kepulauan. Hal ini dikarenakan luas daratan tersebar menjadi pulau-pulau kecil didominasi sumber air yang payau
- Pasokan air bersih terbatas disebabkan sebagian besar lokasi daerah aliran sungai (DAS) di beberapa kabupaten /kota di Provinsi Maluku mengalami perubahan akibat dari laju deforestasi hutan & sumber-sumber air bersih mengalami degradasi.
- Persentase rumah tangga dgn kriteria kelayakan air minum tercatat 57,56 % < dari persentase data nasional 67,73 % (USAID APIK Maluku, 2013).



PETA 26 | Peta Proyeksi Kerentanan Bidang Air Bersih Propinsi Maluku

## Legenda

### Ibukota, Bandara, Pelabuhan

- Ibukota Provinsi
- Ibukota Kabupaten/Kota
- Ibukota Lainnya
- ✈ Bandara
- ⚓ Pelabuhan

### Batas Administrasi

- Batas Negara
- Batas Provinsi
- Batas Kabupaten

### Kelas Kerentanan Air bersih

- Sangat Tinggi
- Tinggi
- Sedang
- Rendah
- Sangat Rendah

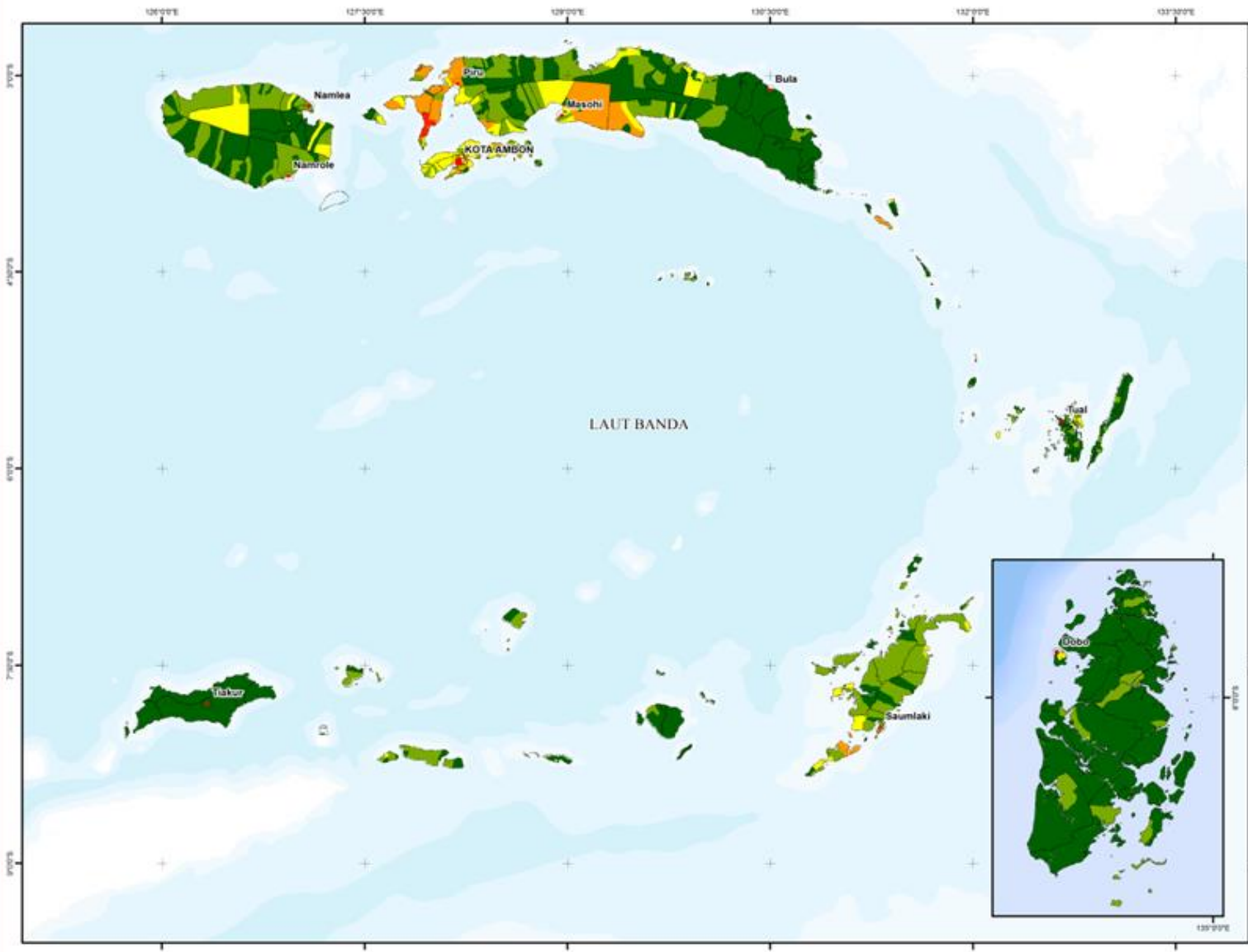


0 30 60 120 KM

Sumber Data :  
 Atlas-2010 SPS, BPS,  
 Data Maluku dan SPS

Referensi Geografis :  
 Sistem Koordinat Geografis,  
 UTM WGS 84

Disclaimer :  
 Data tidak dapat menjamin yang  
 digunakan dalam peta ini tidak  
 mengandung kesalahan dan/atau  
 akibat pemerintah oleh pemerintah  
 Amerika Serikat.



- Kondisi hidrologi Pulau kecil yang unik, dengan luas tangkapan hujan yang sedikit, & juga faktor lain yang menyebabkan terjadinya keterbatasan sumberdaya air bersih.
- Adanya interaksi antara air tawar dengan air laut yang membentuk lensa airtanah.
- Lensa airtanah merupakan cadangan air tawar di pulau kecil yang besarnya sangat tergantung dengan material penyusun batuan, luas pulau, topografi, curah hujan & kondisi perairan laut di sekitar pulau kecil (bathimetri, gelombang dan arus) (Falkland, 1992; 1993).
- Kawasan Wallacea didominasi oleh pulau-pulau kecil dengan luasan kurang dari atau sama dengan 2.000 km
- Laju perubahan Penggunaan lahan yang mempengaruhi laju infiltrasi dan menentukan proporsi dari hujan yang menjadi limpasan permukaan (runoff).
- Tingkat kemiskinan yang dialami oleh suatu wilayah ikut menentukan tingkat kerentanan.

# Isu-isu strategis DAS di Maluku

## ❑ Permasalahan lingkungan DAS di Kota Ambon

- Laju perubahan penggunaan lahan menjadi lahan terbangun mencapai 250 ha, terutama Konversi lahan pertanian tanpa kaidah konservasi konservasi
- Banjir & Sedimentasi di 5 DAS utama Kota Ambon (Wae Batu Merah, Wae Batu Gantung, Wae Ruhu, Wae Batu Gajah dengan luas genangan ± 375 ha.
- Penurunan kualitas air sungai akibat pencemaran (cemar ringan-berat) & pembuangan sampah (Wae Tomu > 250 ton / tahun) akibatnya potensi sumberdaya air sebesar 840 L/det tidak termanfaatkan & kawasan teluk makin tercemar
- Abrasi mengakibatkan kerusakan garis pantai sampai 15 km

## ❑ Permasalahan lingkungan DAS di Seram

- Degradasi lahan mencapai 1.850 ha.
- Alih fungsi lahan 2.550 ha
- Perambahan hutan lindung, pembakaran hutan & pembalakan liar. Perambahan pada DAS di Malteng > 1000 ha; di SBT sekitar 950 ha.
- Banjir menyebabkan genangan banjir seluas 910 ha

## ❑ Permasalahan lingkungan akibat alih fungsi lahan di Seram

- Erosi dan sedimentasi sebesar 75 ton/ha/tahun sampai 225 ton/ha/tahun.
- Abrasi mengakibatkan kerusakan garis pantai sampai 25 km
- Potensi pengembangan PLTA (mikro-hidro) 10-20 kilowatt di berbagai DAS namun belum mampu dimanfaatkan
- Potensi pengembangan daerah irigasi hingga > 50.000 ha

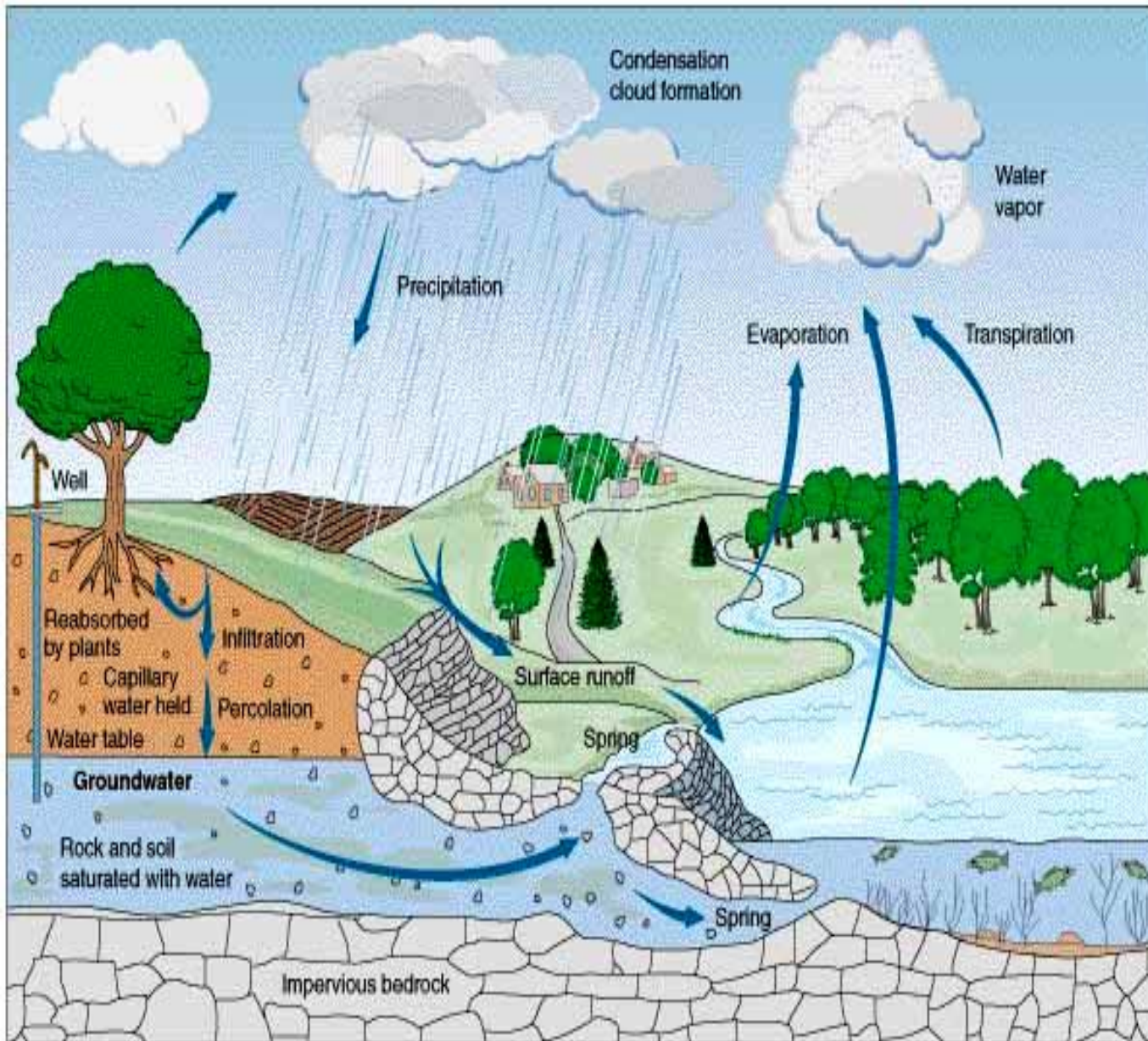


## Siklus Hidrologi & sumberdaya Air di permukaan bumi

Siklus hidrologi merupakan sirkulasi air yang berasal dari bumi kemudian menuju ke atmosfer & kembali lagi ke bumi yang berlangsung secara terus menerus.

Siklus hidrologi karena bentuknya memutar & berlangsung secara berkelanjutan, menyebabkan air seperti tidak pernah habis.

Melalui siklus ini, ketersediaan air di daratan bumi tetap terjaga, proses siklus hidrologi juga penting bagi keteraturan suhu lingkungan, cuaca, hujan & keseimbangan ekosistem bumi.

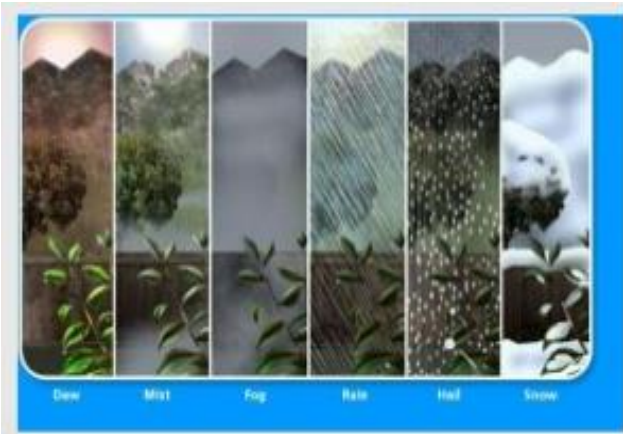


### KETERANGAN :

1. Evaporasi : Penguapan oleh badan air (laut, sungai, danau, waduk, rawa, es yang mencair)
2. Transpirasi: Penguapan oleh makhluk hidup (tumbuhan, hewan, manusia)
3. Kondensasi : Uap air menjadi awan
4. Transportasi: Awan ditiup angin ke daratan
5. Presipitasi: Awan yang telah mencapai titik kulminasi akan menjadi hujan
6. Run off: Aliran air di atas permukaan tanah (sungai, danau, waduk, rawa)
7. Infiltrasi : Air yang meresap ke dalam lapisan tanah
8. Perkolasi : Air yang mengalir di bawah permukaan tanah.



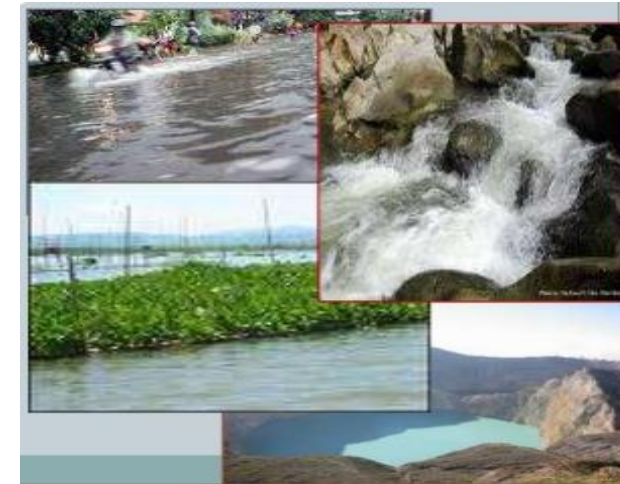
# TAHAPAN SIKLUS HIDROLOGI



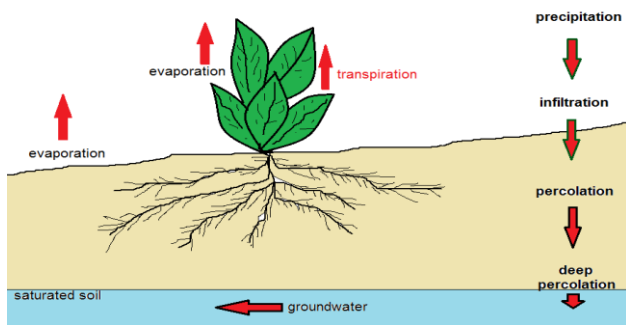
Gambar A. Proses Presipitasi



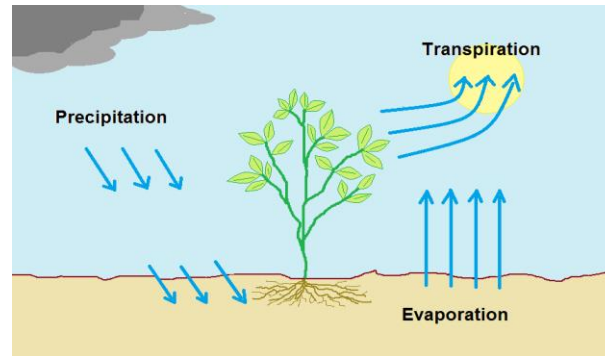
Gambar (B). Proses *Run-off*  
Sumber : [water.usgs.gov](http://water.usgs.gov)



Gambar C. Contoh limpasan permukaan



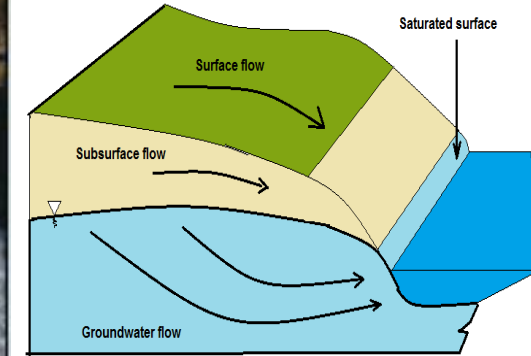
Gambar (D) Proses Evapotranspirasi



Gambar (E) Proses Transpirasi



Gambar (F). Pergerakan air dalam pori-pori tanah





Gambar (1) Pola Aliran Trellis  
 Sumber : Topographic Map Review by J. Gerencher



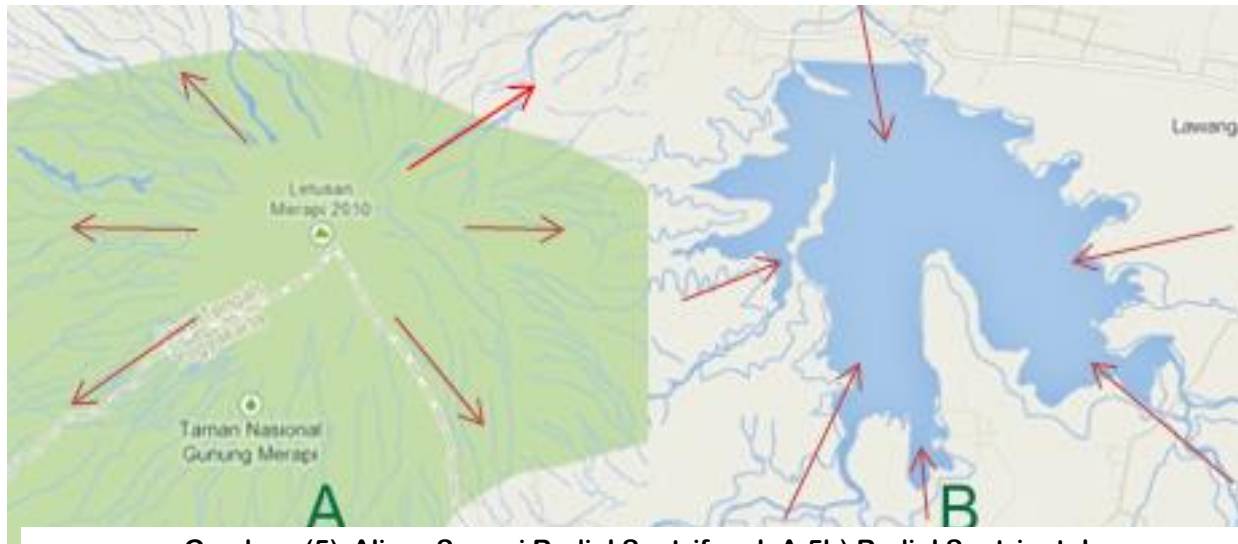
Gambar (2). Pola Aliran Rektanguler  
 Sumber : Dokumen Wikispaces.com



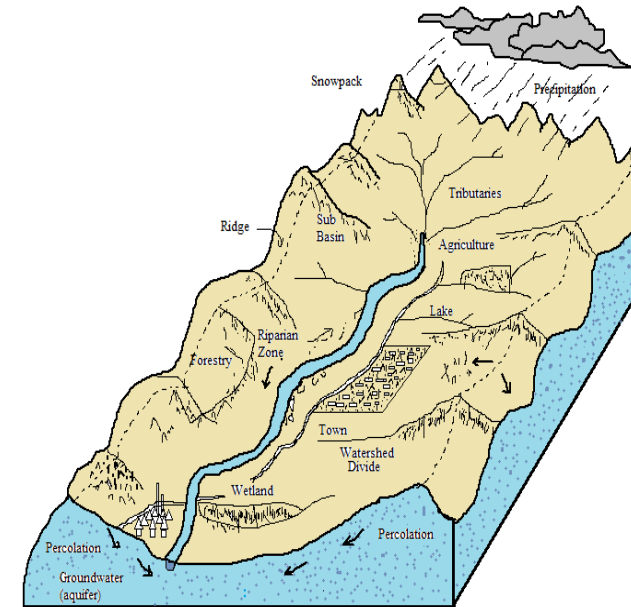
Gambar (3). Pola Aliran Dendritik  
 Sumber : Dokumen Siswapedia



Gambar (4). Pola Annular Sumber : Bumi dan Halamannya, hlmn.28



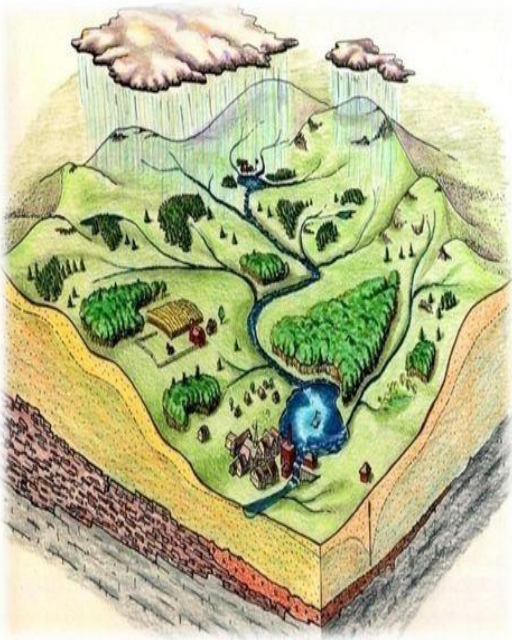
Gambar. (5) Aliran Sungai Radial Sentrifugal, A.5b) Radial Snetripetal  
 Sumber : Google map



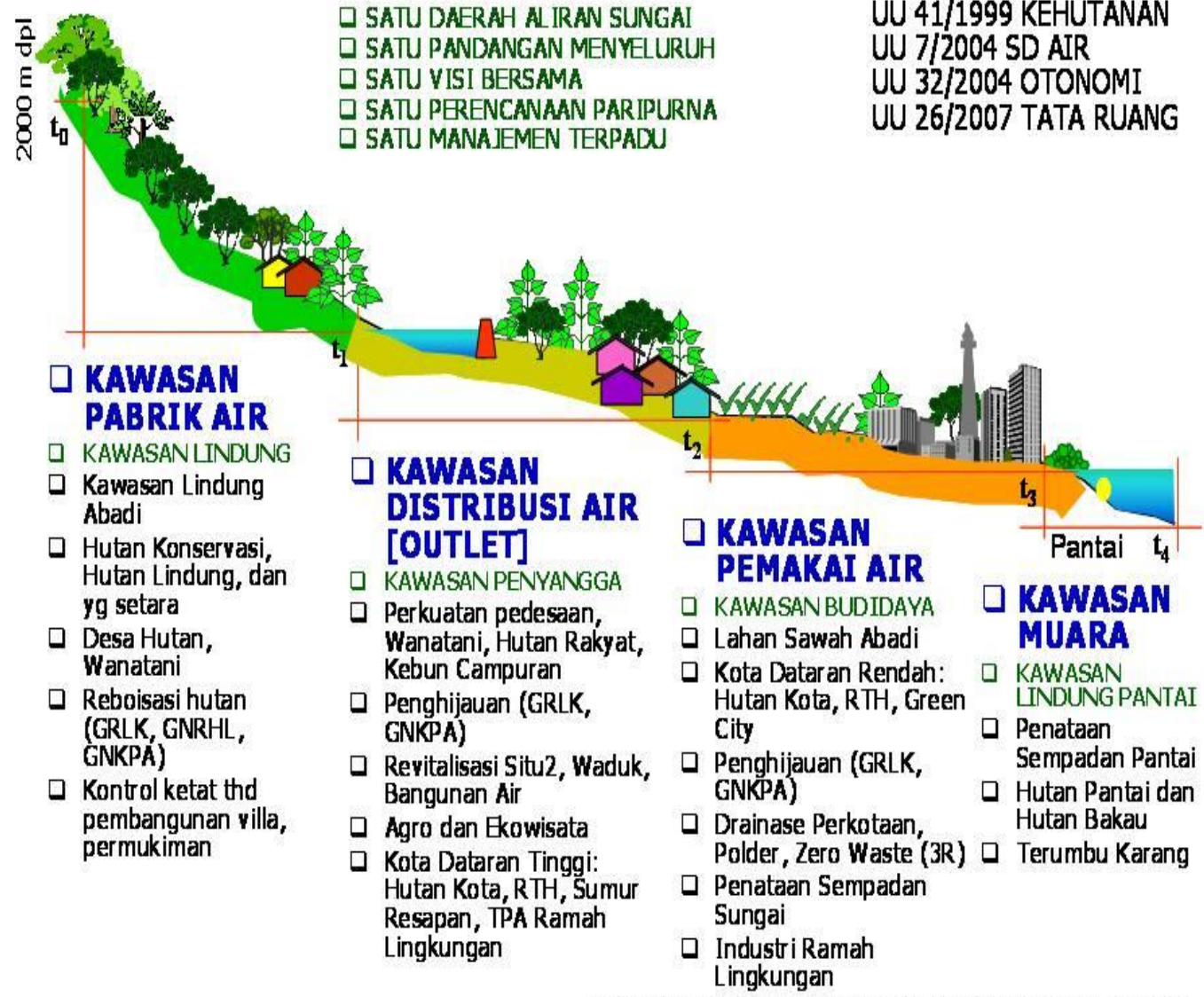
Gambar 6. Profil DAS (Sumber : Kodoatie 2012)



# PENGERTIAN

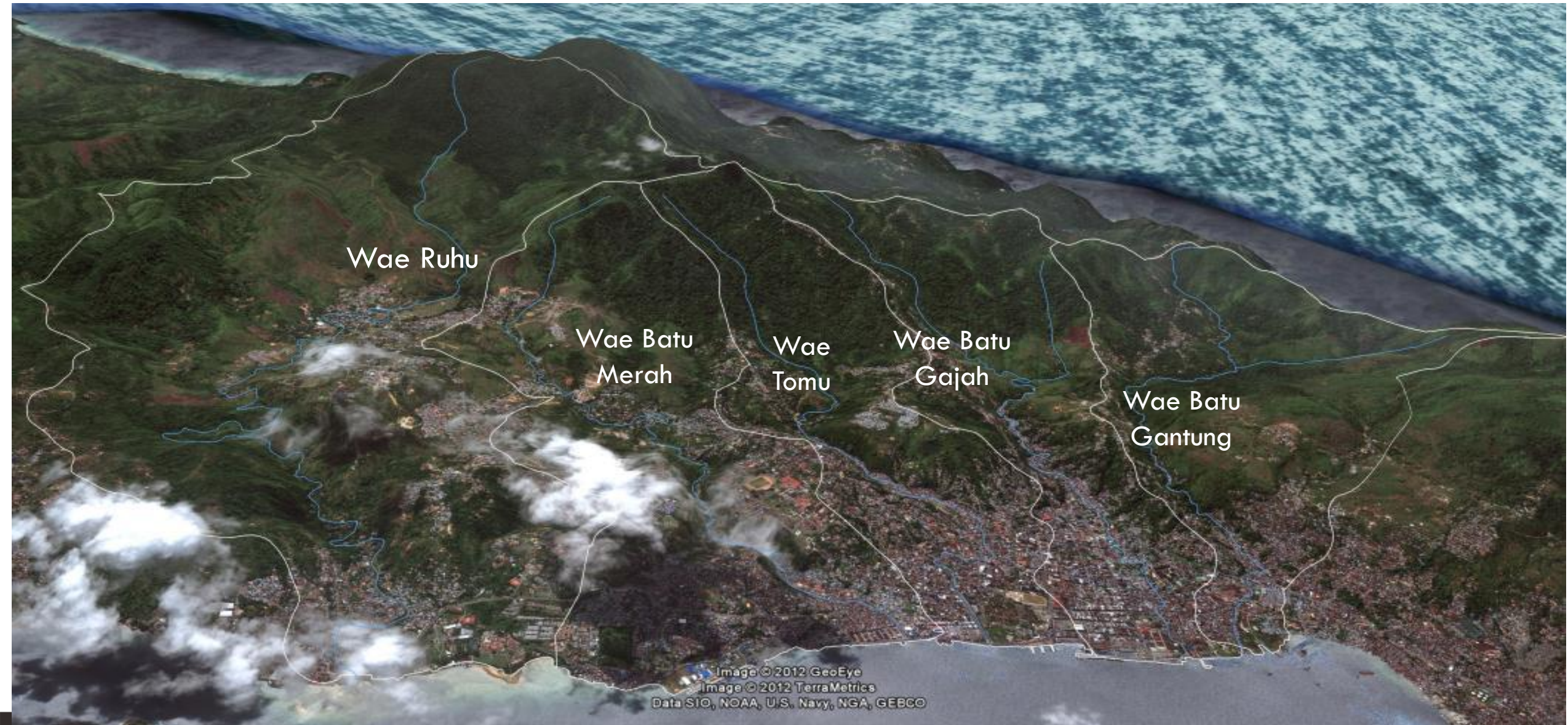


Daerah Aliran Sungai (DAS) adalah suatu wilayah daratan yang merupakan satu kesatuan ekosistem dengan sungai dan anak-anak sungainya yang berfungsi menampung, menyimpan, dan mengalirkan air yang berasal dari curah hujan ke danau atau laut secara alami, yang batas di darat merupakan pemisah topografis dan batas di laut sampai dengan daerah pengairan yang masih terpengaruh aktivitas daratan. (UU No 7/2004 Ps 1)



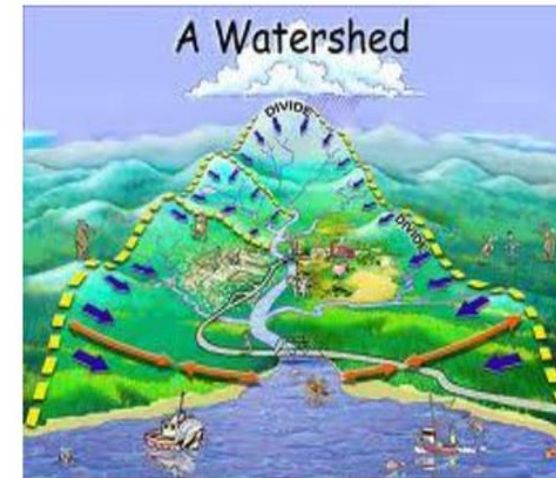


# LIMA DAS UTAMA DI KOTA AMBON





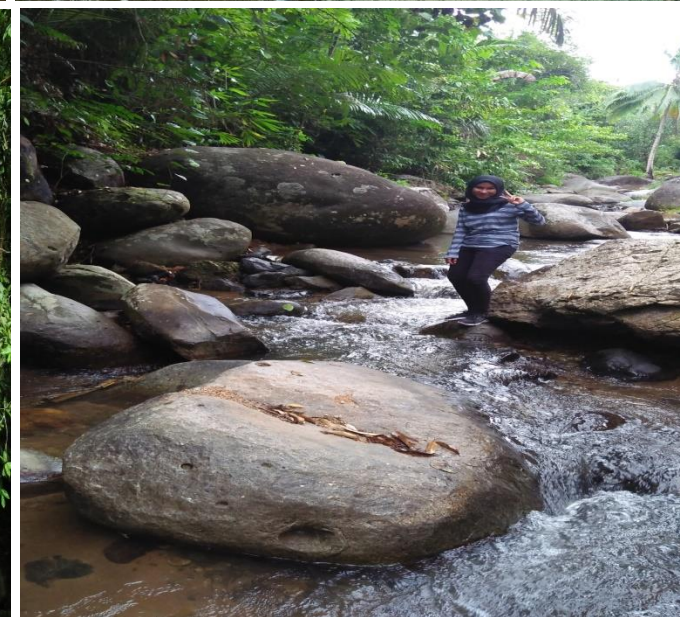
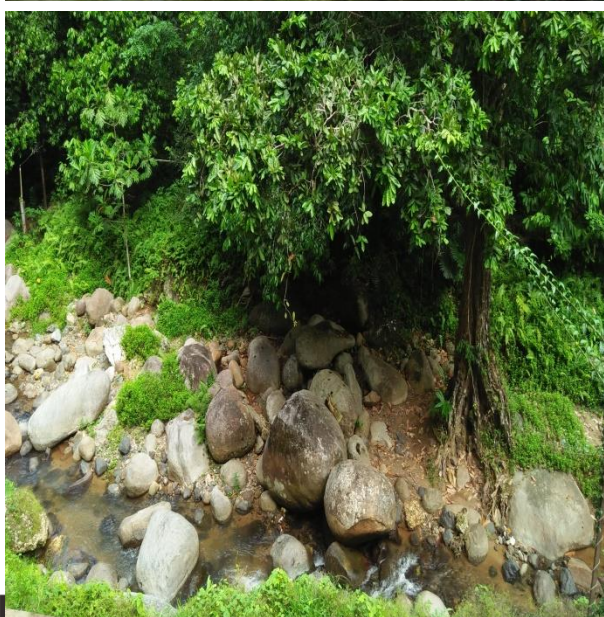
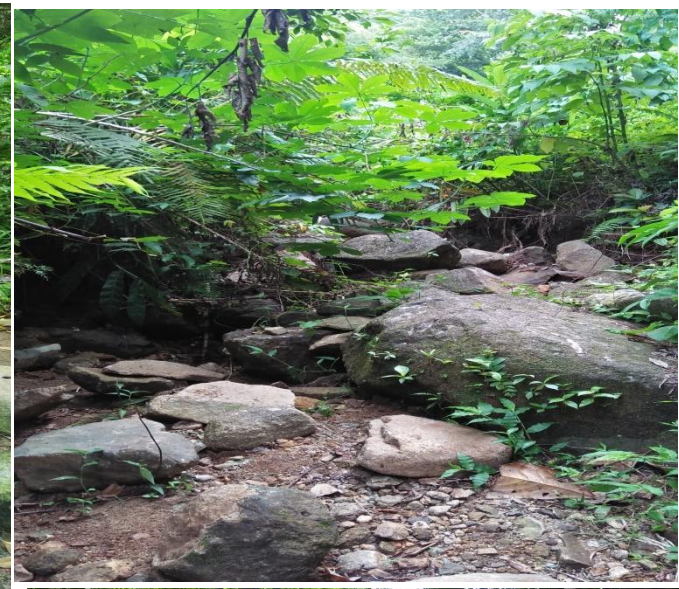
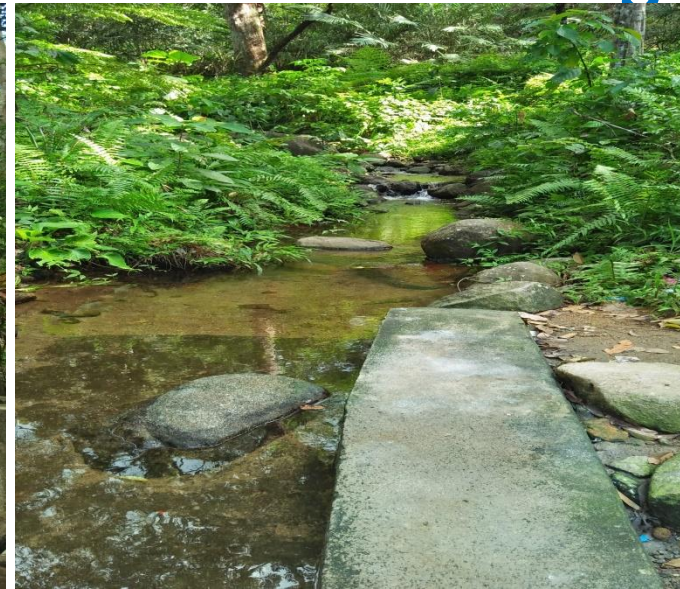
Morfometri DAS adalah istilah yang digunakan untuk menggambarkan keadaan jaringan alur sungai secara kuantitatif untuk analisis aliran sungai, meliputi parameter sebagai berikut



Nama DAS	Luas (km <sup>2</sup> )	Rerata Kemiringan (m)	Gradien Sungai (m)	Panjang sungai utama (km)	Kerapatan Drainase (km/km <sup>2</sup> )	Circulation Ratio (CR)	Bifurcation Ratio (BR)	Pola Airan
Wae Batu Merah	7,04	5,15	359,70	6,83	3,28	12,56	0,95	<b>Pinnate</b>
Wae Ruhu	15,80	12,34	524,98	11,87	3,03	9,04	0,98	<b>Pinnate</b>
Wae Batu Gajah	6,35	0,49	324,98	6,58	2,91	12,56	0,95	<b>Pinnate</b>
Wae Batu Gantung	8,63	5,84	264,17	5,64	2,93	7,51	0,95	<b>Pinnate</b>
Wae Tomu	5,62	4.89	349,98	6,14	3,16	5,47	0,93	<b>Pinnate</b>

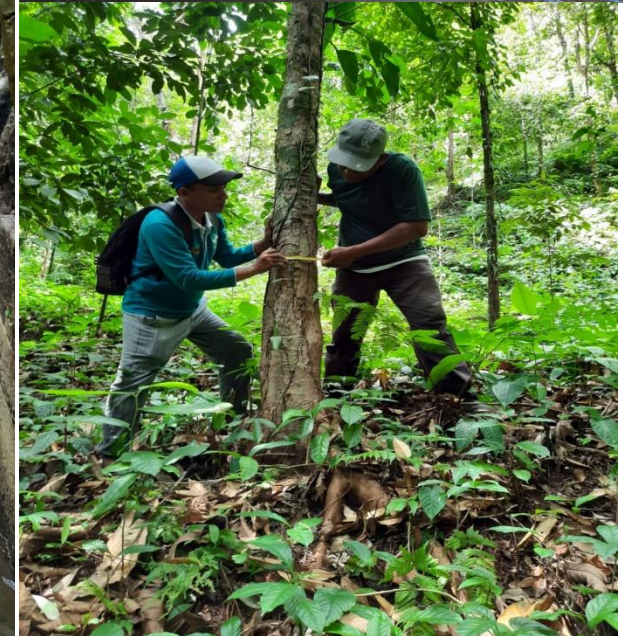
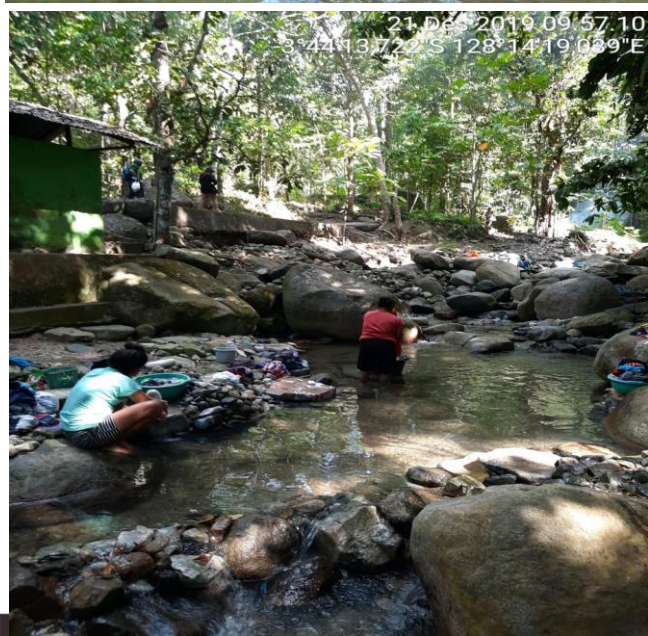
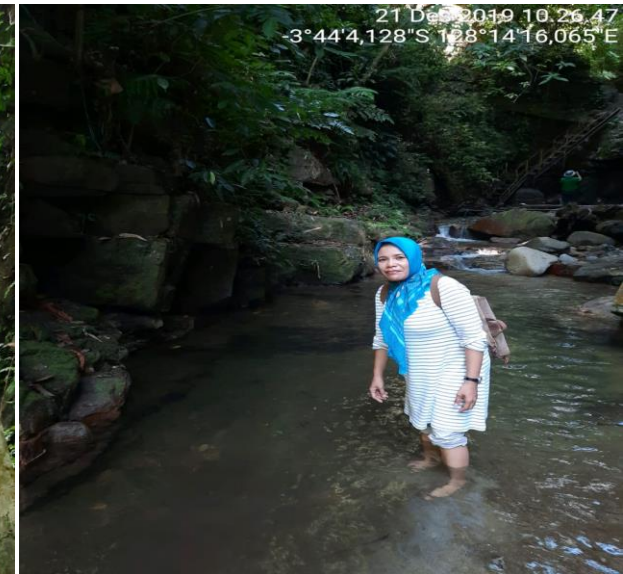
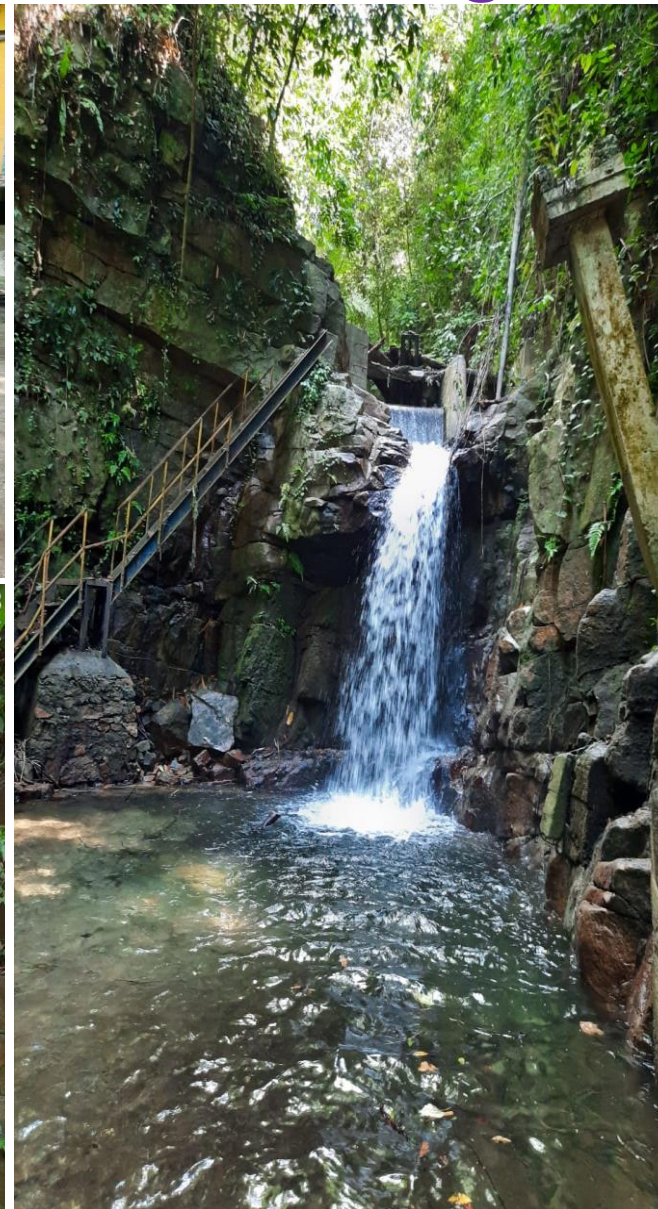
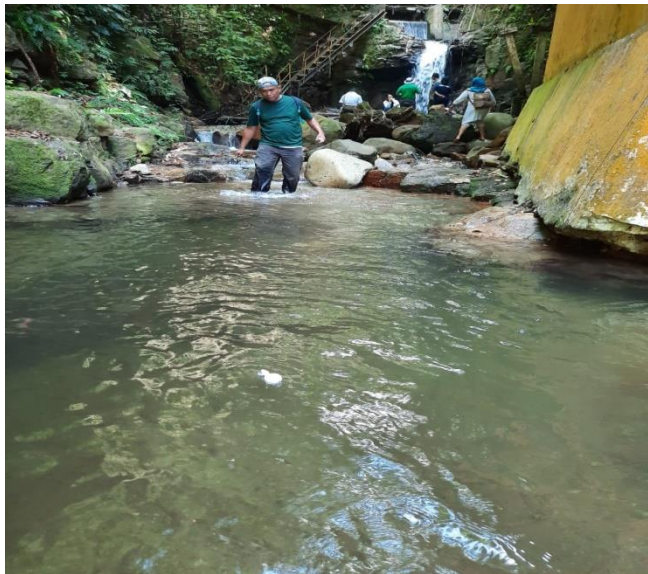


# Potret Sungai di Kota Ambon



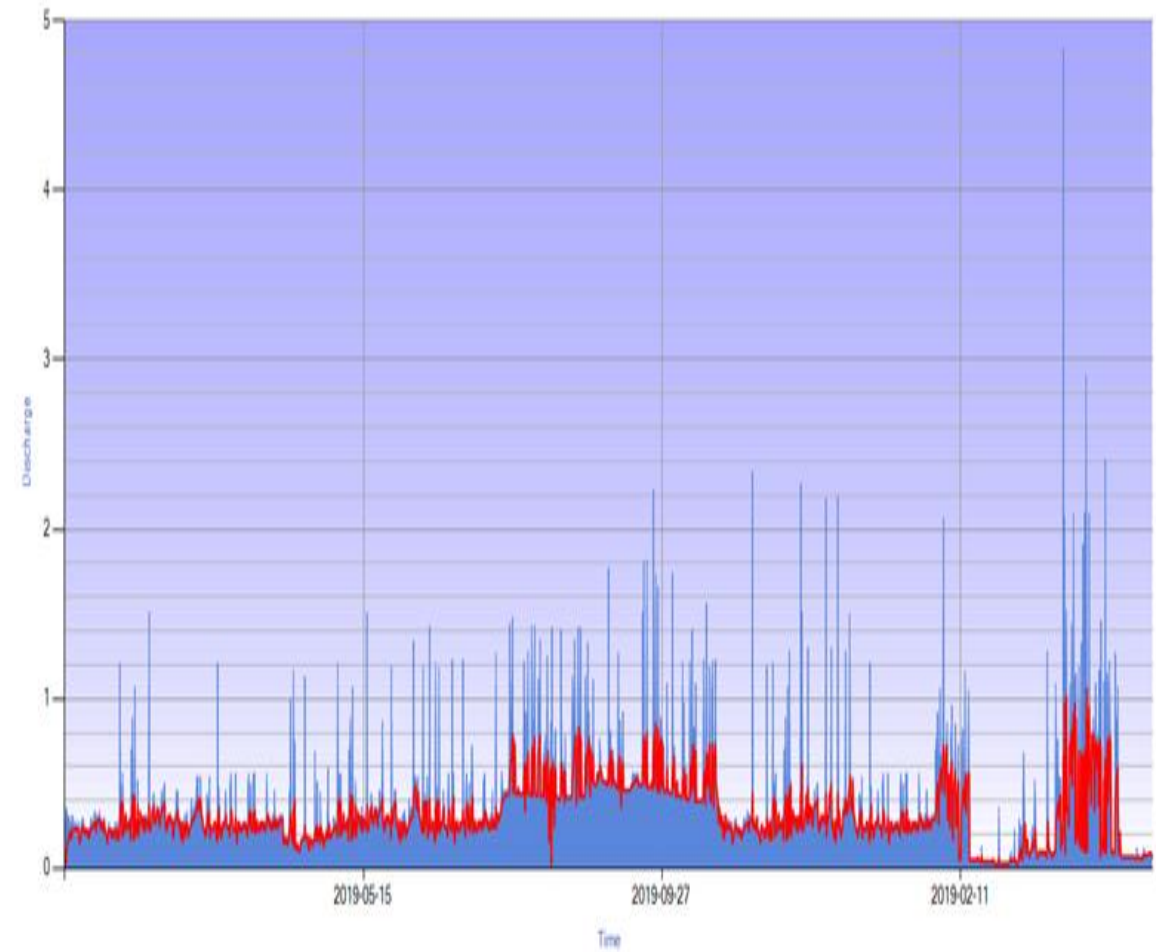
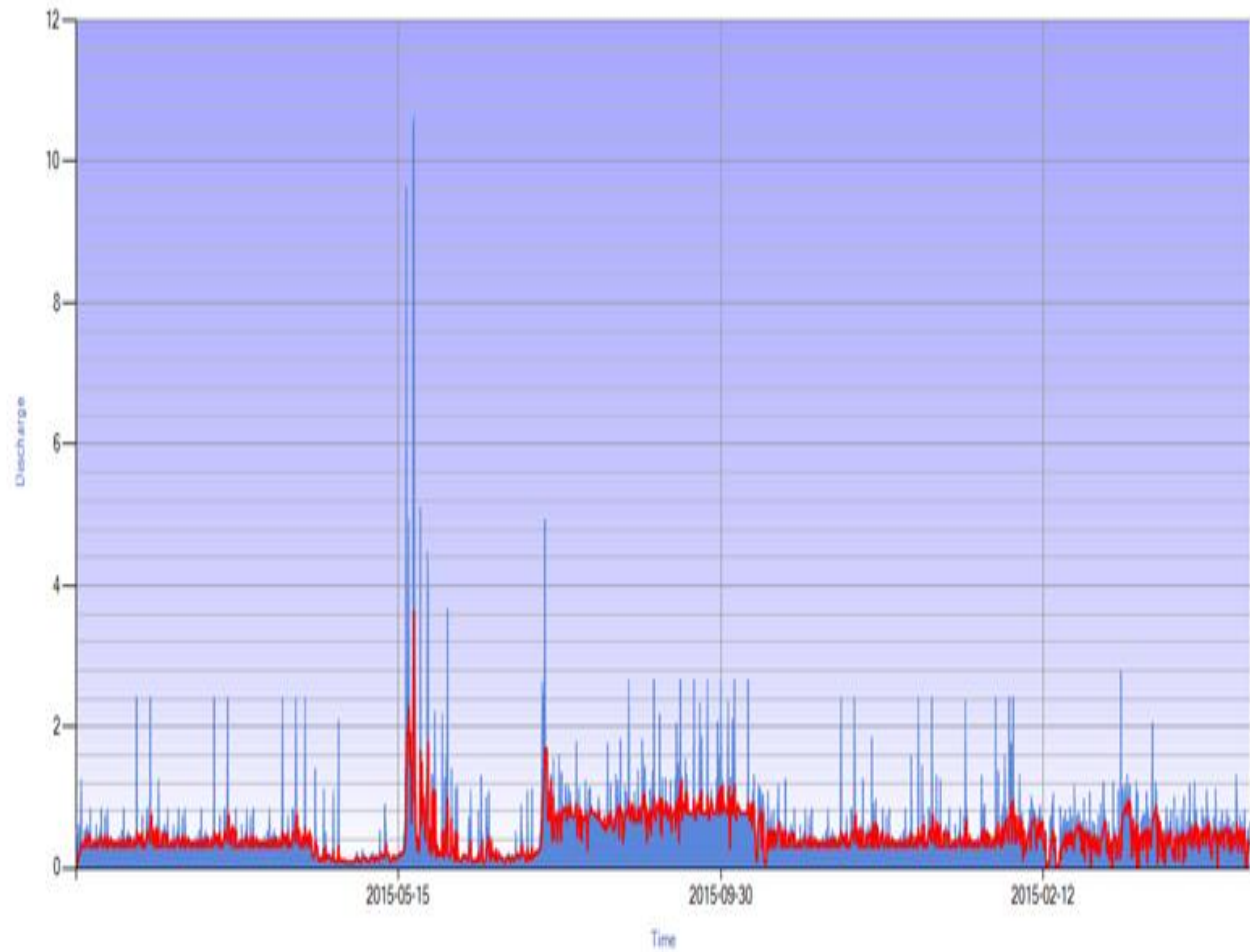


# Potret Sungai di Leitimur Selatan



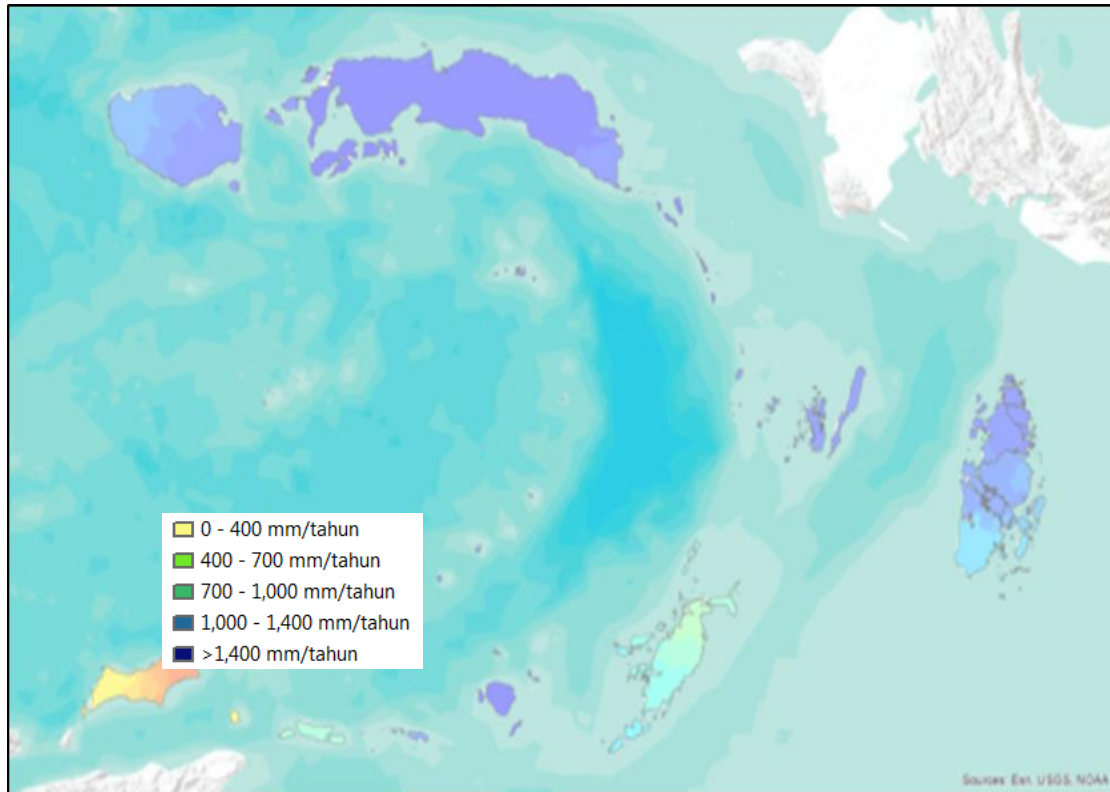


# Karakteristik Debit periode 2015 & 2019

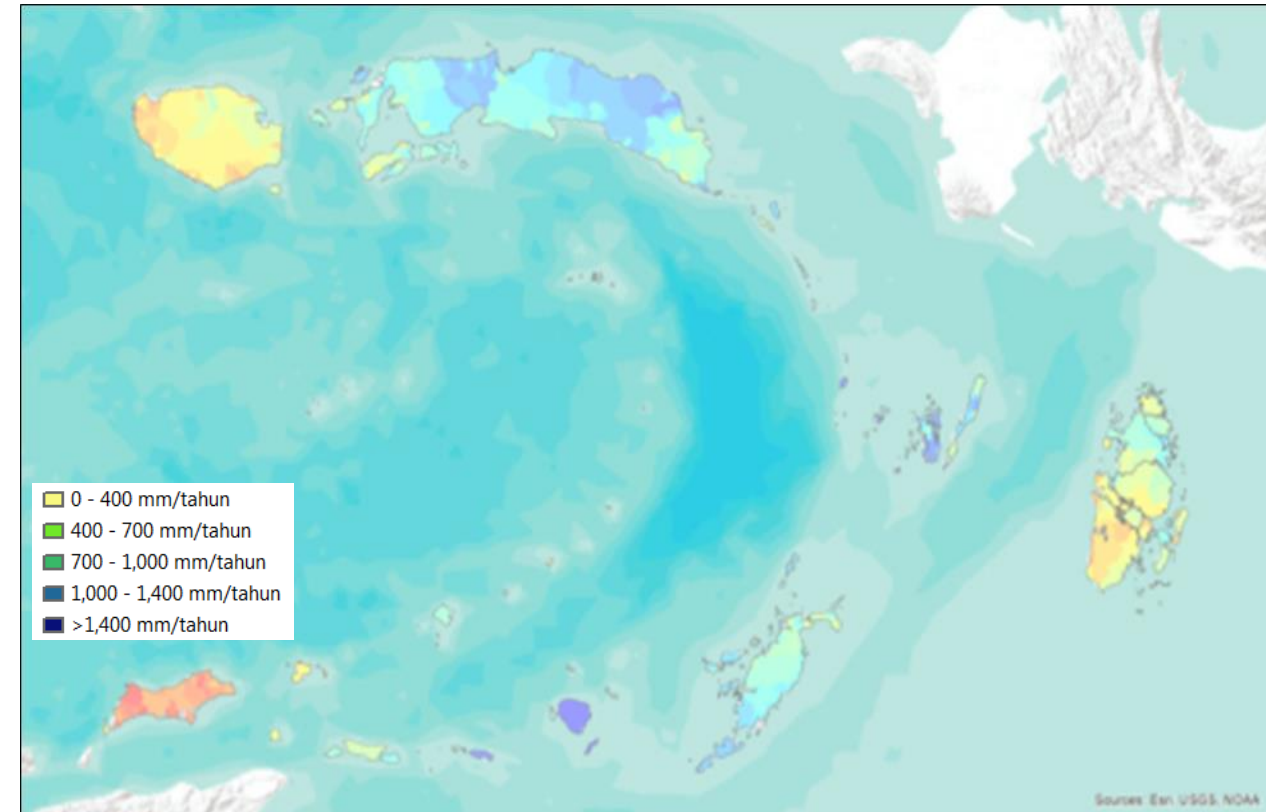


Sumber : Balai Wilayah Sungai Provinsi Maluku , 2015 & 2019

## Peta Curah Hujan Efektif Periode 2006-2016 (data diolah oleh tim APIK)



## Peta Proyeksi Curah Hujan Efektif Periode 2030-2040 (data diolah oleh tim APIK)

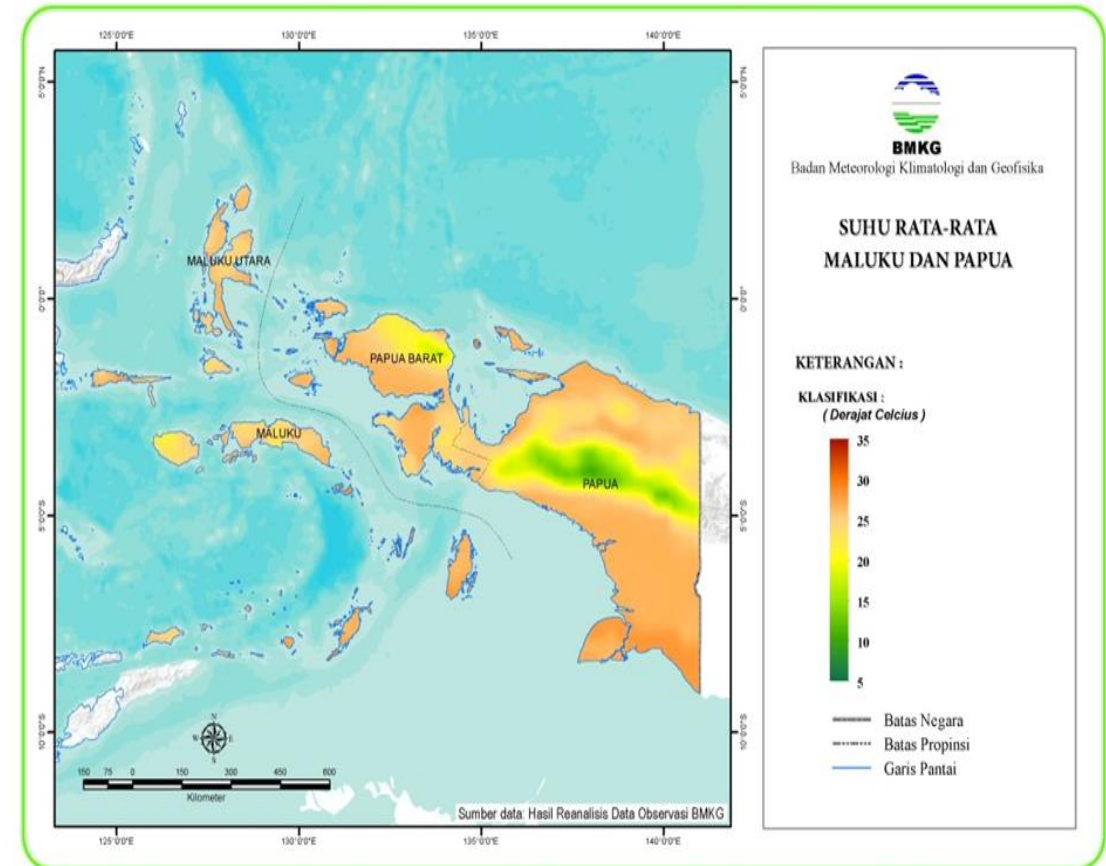
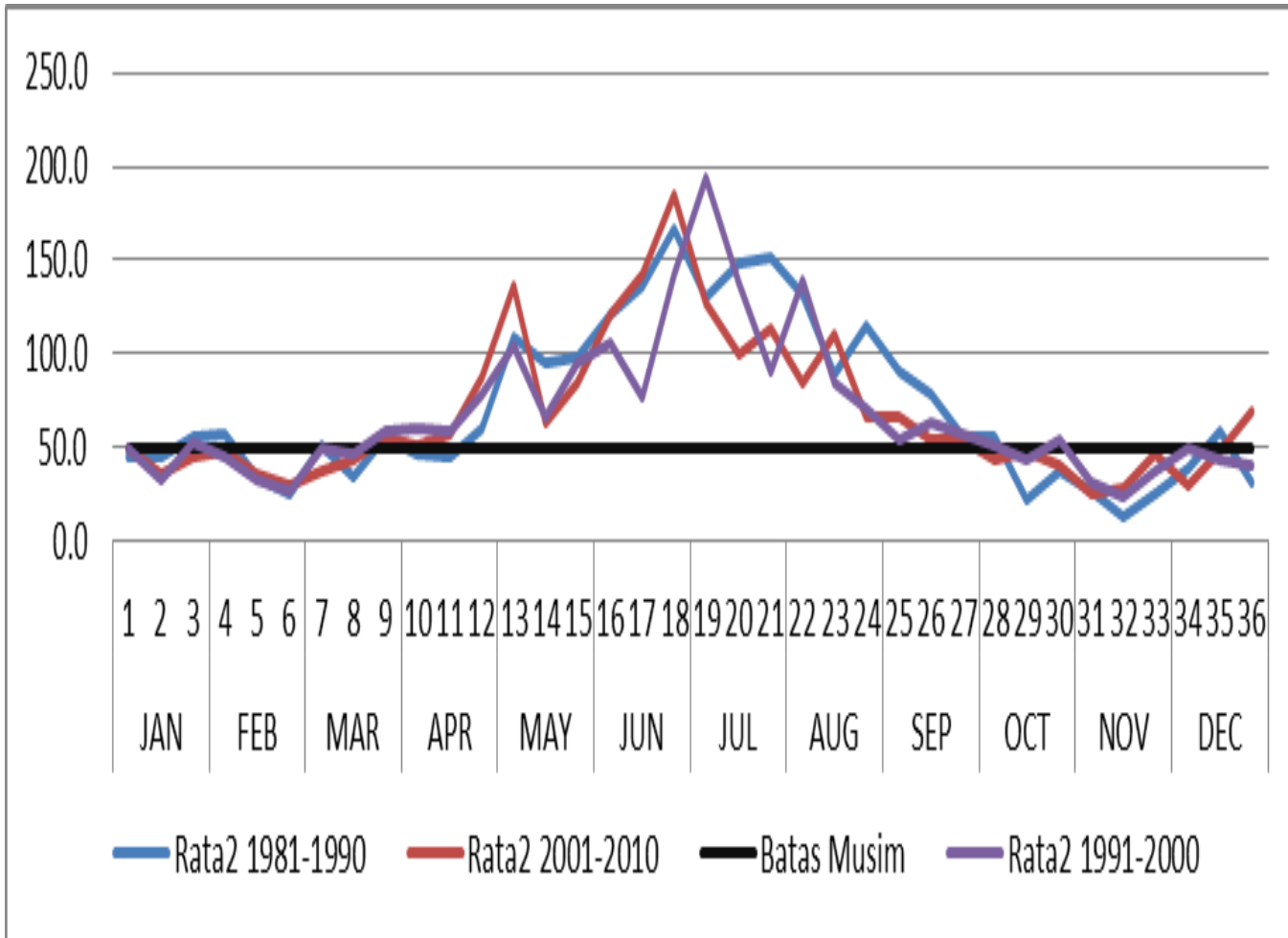


**Pulau Buru, Ambon & Aru berpotensi mengalami penurunan curah hujan efektif.  
Pulau Wetar yang sekarang sudah kering akan menjadi lebih kering lagi.**



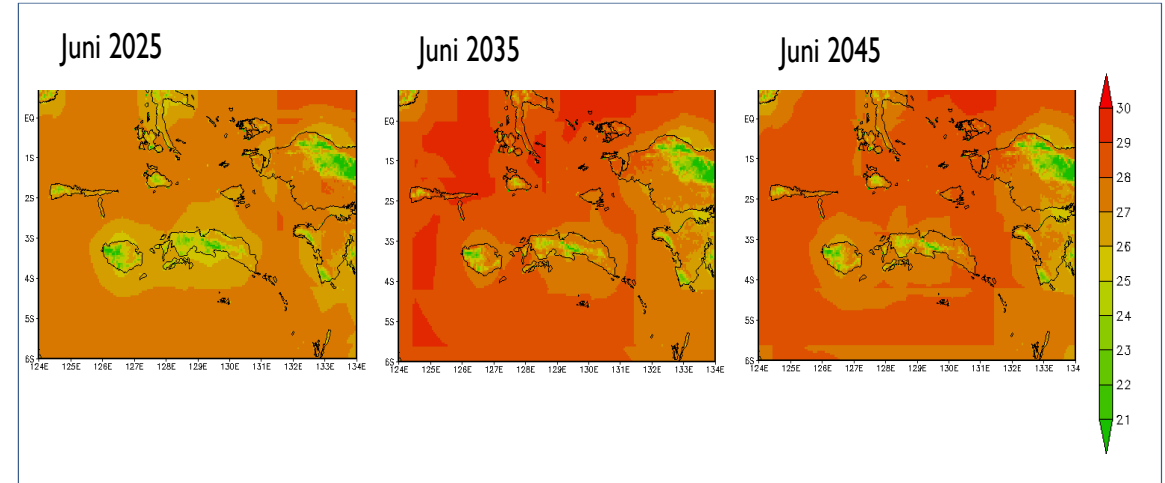
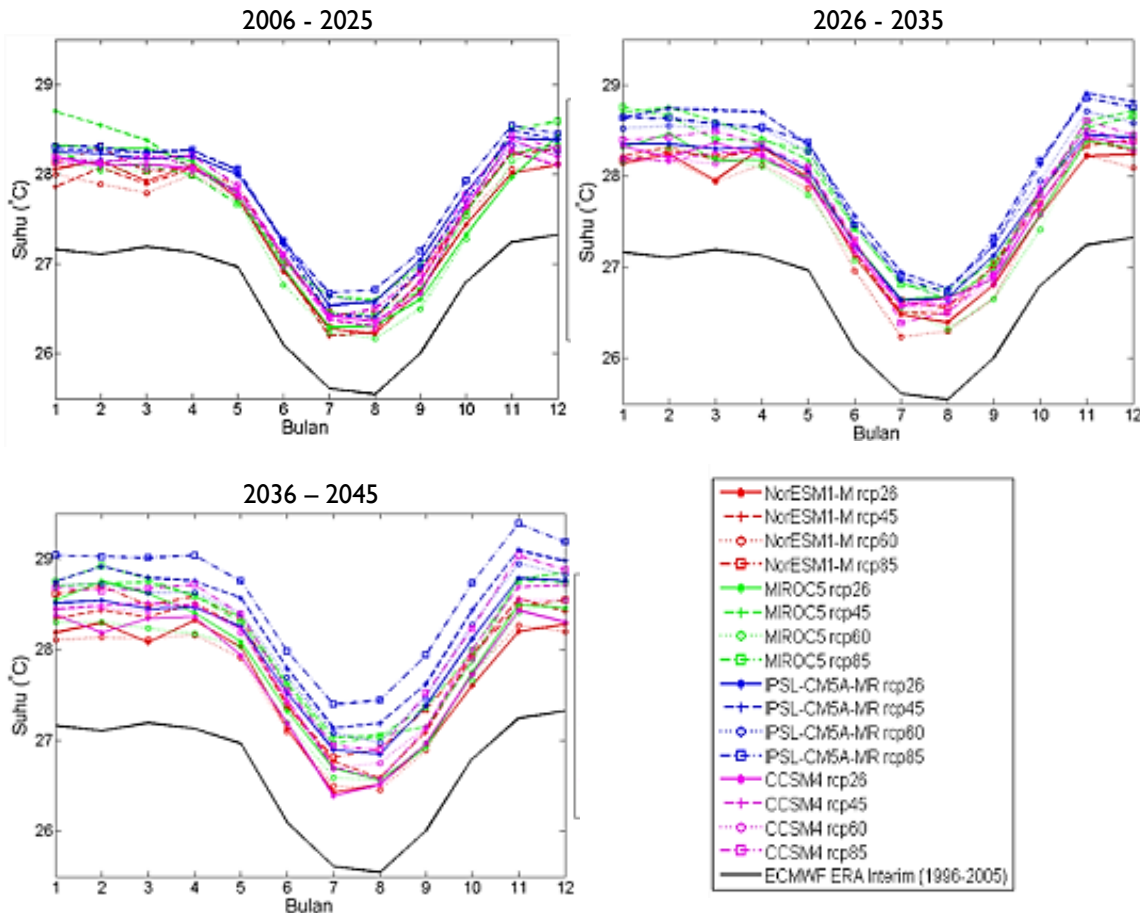
## Pola curah hujan 3 periode untuk Maluku – Papua, wilayah Zoom 333

## Suhu Rata – rata Zoom 333, 25' C hingga 27' C



## SUHU UDARA

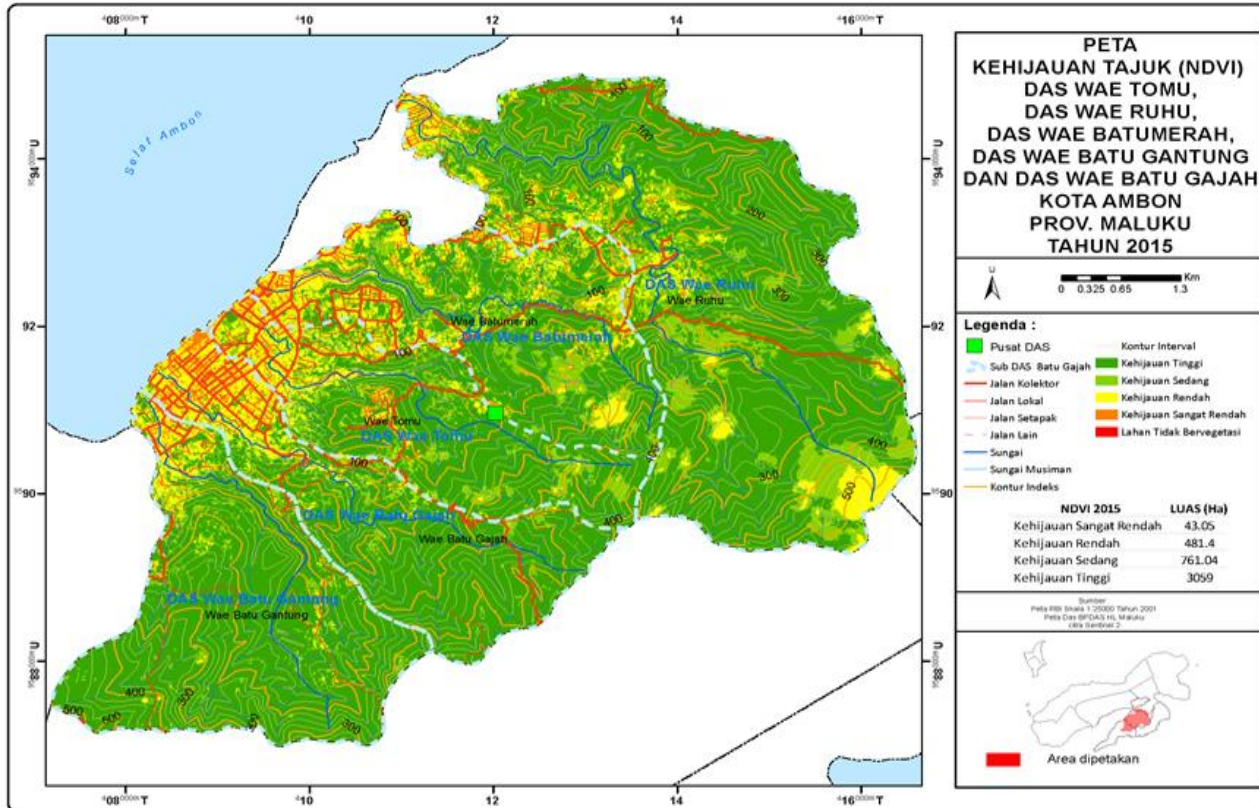
Proyeksi perubahan suhu udara rata-rata di Maluku, hasil statistik downscaling dari IPCC Global Climate Model yg dilakukan oleh Gede Junnaedhi & Joko Trilaksono, menunjukkan kenaikan suhu udara antara 0,5'C s.d 1,5' C.



- ❑ Kenaikan suhu udara rata-rata akan terjadi di seluruh wilayah Maluku.
- ❑ Kenaikan akan terjadi secara perlahan namun pasti, setiap tahun akan ada kenaikan suhu.
- ❑ Suhu permukaan laut diperkirakan juga mengalami peningkatan.



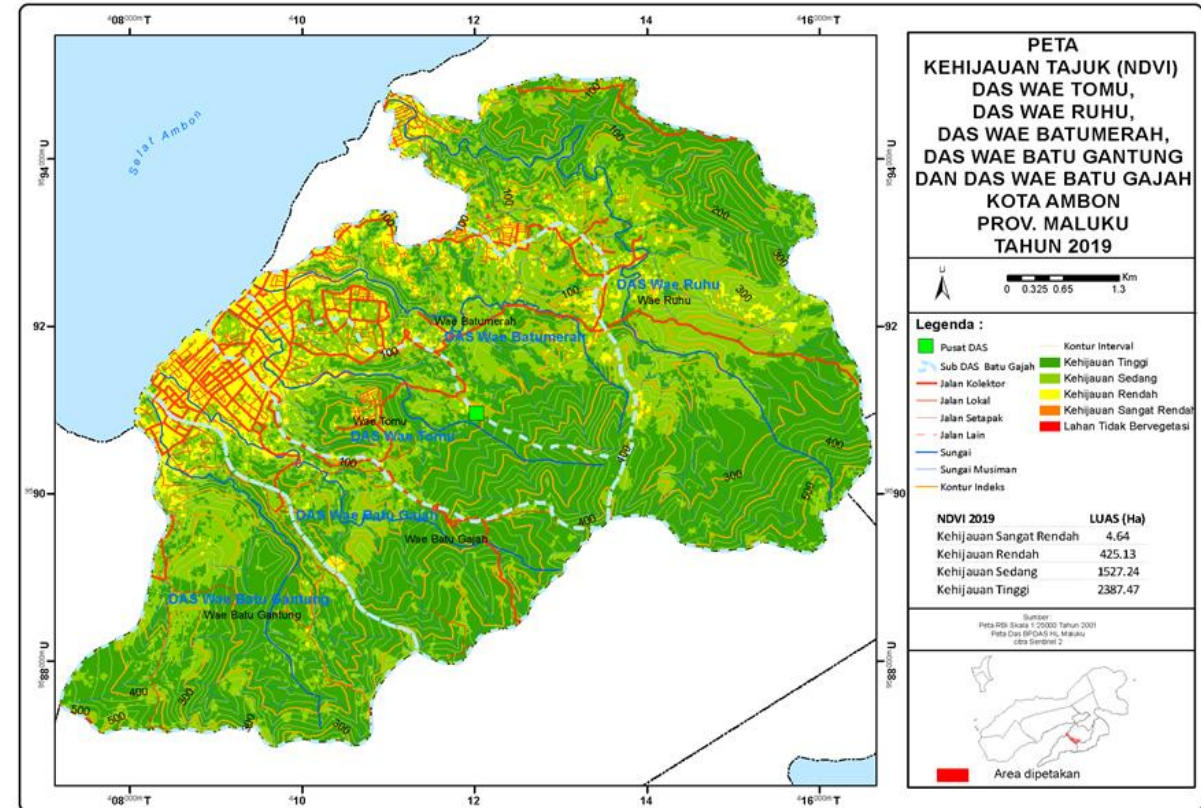
# Kehijauan Tajuk NDVI 2015 & 2019



Tabel 4. Klasifikasi tingkat kehijauan NDVI pada periode 2015 dalam luasan hektar

Kelas Kehijauan tajuk	Wae Batu Merah	Wae Ruhu	Wae Batu Gajah	Wae Gantung	Wae Tomu	Total
Kehijauan sangat rendah	10.59	1.54	17.33	4.5	9.09	43.05
Kehijauan rendah	130.64	102.73	91.48	83.61	72.94	481.4
Kehijauan sedang	122.04	244.74	147.01	122.71	124.54	761.04
Kehijauan tinggi	484.04	764.63	685.19	668.11	457.03	3059
<b>Total</b>	<b>747.31</b>	<b>1113.64</b>	<b>941.01</b>	<b>878.93</b>	<b>663.6</b>	<b>4344.49</b>

Sumber : analisis citra sentinel tahun 2015



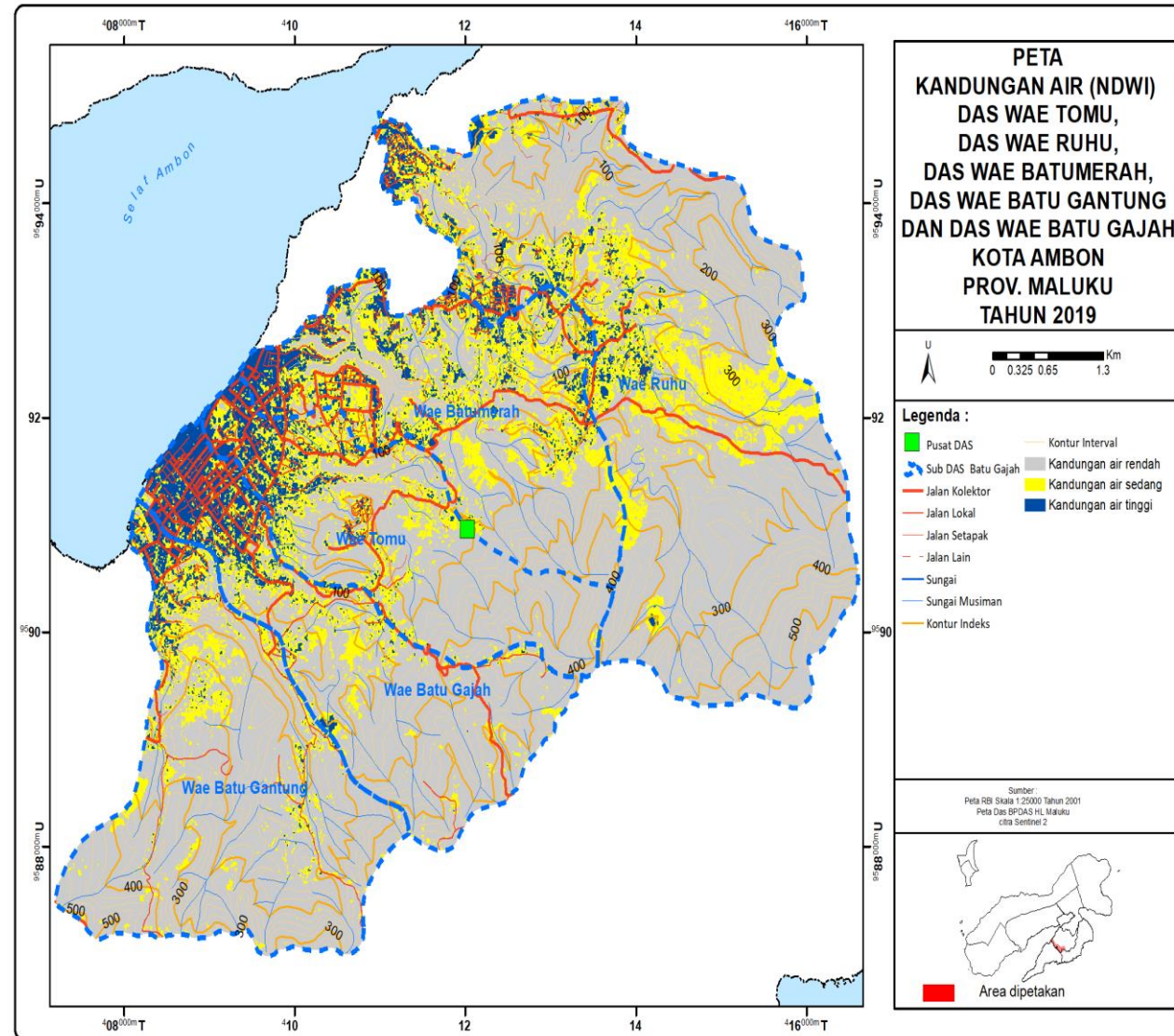
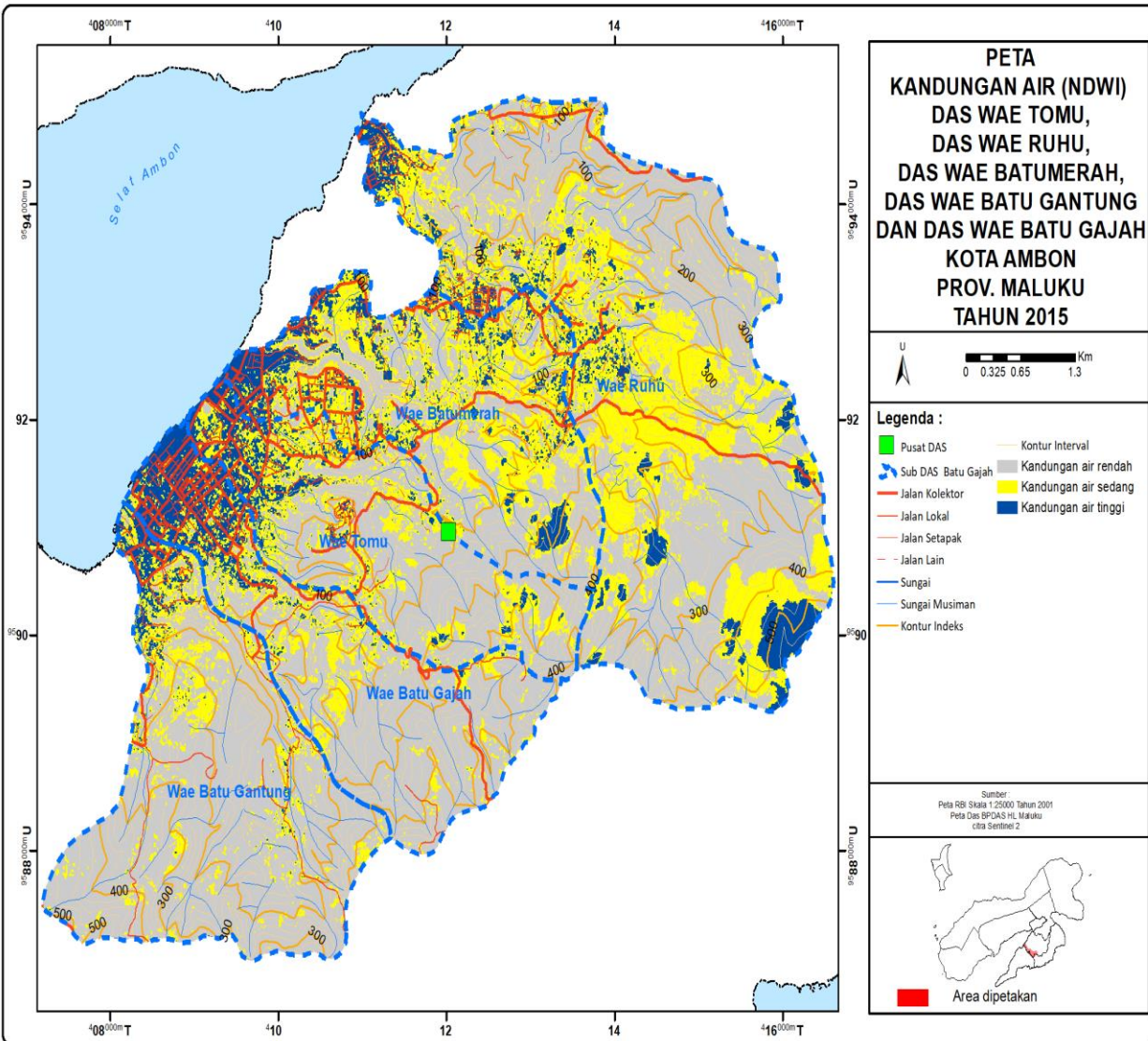
Tabel 5. tingkat kehijauan NDVI pada periode 2019 dalam hektar

Tingkat Kehijauan	Wae Batu Merah	Wae Ruhu	Wae Batu Gajah	Wae Gantung	Wae Tomu	Total
Kehijauan sangat rendah	1.01	1.01	1.02	0.92	0.68	4.64
Kehijauan rendah	109.68	89.14	77.95	81.21	67.15	425.13
Kehijauan sedang	295.76	384.39	333.48	262.19	251.42	1527.24
Kehijauan tinggi	349.94	629.27	541.91	493.92	372.43	2387.47
<b>Total</b>	<b>756.39</b>	<b>1103.81</b>	<b>954.36</b>	<b>838.24</b>	<b>691.68</b>	<b>4344.48</b>

Sumber : analisis citra sentinel tahun 2019



# Data kandungan air (NDWI) Periode 2015 & 2019





## Mitigasi & Adaptasi perubahan iklim dalam Bidang Sumberdaya Air

Komponen Kerentanan	Solusi Jangka Pendek	Solusi Jangka Panjang	Daerah yang berisiko Tinggi
<b>Menurunkan Keterpaparan</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Penghijauan di daerah tangkapan (Gunung Nona, Air Besar dan Halong Atas)</li> <li>• Sosialisasi tentang Dampak Perubahan Iklim terhadap ketersediaan air dan kesehatan lingkungan</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Perlindungan daerah tangkapan air</li> <li>• Perlindungan 5 DAS di Kota Ambon (Waitomo, Wairuhu, Wai Batumerah, Wai Batu Gajah &amp; Wai Batugantung)</li> <li>• Meningkatkan fungsi kelembagaan kewang</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kota Ambon : (Gunung Nona, Air Besar, Halong Atas dan Daerah-daerah ketinggian dan MBD)</li> </ul>
<b>Menurunkan Sensitivitas</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Program Pemerintah : SR (Kota &amp; Provinsi), Pamsimas, PAM STBM,</li> <li>• Pemeliharaan dan Pengelolaan Peralatan</li> <li>• Pembuatan sumur resapan dan Lubang Resapan Biopori</li> <li>• Sosialisasi PHBS</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pembangunan PAH</li> </ul>	
<b>Menambah Kapasitas</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pengelolaan sumber daya air: 1. Pendampingan dengan wilayah tangkapan (Gunung Nona, Air Besar dan Halong Atas)</li> <li>• Kerja sama dengan Program-program Pemerintah: PU Provinsi yang terkait dengan Penyediaan Air seperti Pamsimas (pada 9 Kabupaten), DLH, Dinkes dll yang terkait</li> <li>• Meningkatkan Kapasitas kewang: Training untuk pelestarian lingkungan terutama sumber air</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pemberdayaan Kelompok-kelompok di masyarakat</li> <li>• Perda untuk perlindungan kawasan tangkapan Air</li> <li>• Perneg dan Perdes perlindungan kawasan tangkapan Air</li> <li>• Iuran pengelolaan Air</li> </ul>	

## Mitigasi & Adaptasi perubahan iklim dalam Bidang Sumberdaya Air

Sasaran	Program/ Kegiatan
Tersedianya sarana & pra sarana air bersih	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Pembangunan Sarana Prasarana Air Minum, waduk, Irigasi dan Embung</li> <li>2. Perlindungan terhadap kondisi lingkungan sumber mata air bersih (penghijauan, penerbitan tata ruang wilayah)</li> </ol>
Meningkatkan layanan air minum bagi seluruh masyarakat	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Water meter</li> <li>2. Pemanfaatan Idle Capacity</li> <li>3. Menurunkan tingkat kehilangan air (pola panen air hujan)</li> <li>4. Studi Rencana Pengamanan Air Minum</li> <li>5. Meningkatkan sinergitas antara BUMN-BUMD dalam percepatan pengembangan SPAM.</li> <li>6. Mengembangkan pola pembiayaan melalui Corporate Social Responsibility (CSR)</li> <li>7. Kredit air minum (Kerjasama PDAM &amp; Perbankan atau Koperasi)</li> <li>8. Meningkatkan efisiensi &amp; efektifitas pengelolaan sumberdaya air melalui pendekatan berbasis wilayah sungai.</li> </ol>
Meningkatkan perlindungan sumber air bersih, ekosistem DAS, & daerah resapan	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Peningkatan Konservasi Daerah Tangkapan Air &amp; sumber Air</li> <li>2. Meningkatkan upaya penyediaan air baku untuk air minum.</li> <li>3. Perda Perlindungan sumber air baku</li> <li>4. Penertiban pembangunan di kawasan sumber air minum, DAS, &amp; daerah resapan</li> <li>5. Pembangunan sumur resapan &amp; biopori</li> </ol>
Meningkatkan kuantitas & kualitas tutupan hutan pada wilayah tangkapan hujan di hulu DAS;	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Penghijauan</li> <li>2. Perda tentang pengelolaan sumberdaya alam dan lingkungan hidup</li> <li>3. Kerjasama lintas batas untuk mengelola ekosistem</li> </ol>



# Kesimpulan

- Faktor Iklim , yang berdampak pada sumberdaya air bersih secara musiman (musim penghujan maupun musim kemarau), peningkatan suhu, & berubahnya pola curah hujan**

**(Wilayah dengan potensi terdampak untuk penurunan curah hujan, pada Pulau Buru, Ambon & Aru)**

**Sedang daerah yang berpotensi mengalami peningkatan kekeringan adalah Pulau Wetar**

- Faktor Non Iklim, yang berdampak pada air bersih adalah laju deforestasi dan laju konversi kawasan resapan air menjadi areal terbangun sehingga mengubah siklus aliran pada area tangkapan air**

**(Wilayah yang berpotensi tinggi terdampak akibat penebangan/pembukaan lahan, adalah daerah pegunungan)**

- Kegiatan pembuatan sumur bor (akan meningkatkan potensi intrusi air laut pada daerah pesisir)**
- Kurangnya pengetahuan Sanitasi Total Berbasis Masyarakat**
- Infrastruktur penampung yang membutuhkan pompa dengan mesin/motor penggerak yang cukup besar, membutuhkan listrik & bahan bakar**
- Manajemen pengelolaan air bersih mesti memperhitungkan dampak Perubahan Iklim belum membudaya dalam kehidupan bermasyarakat di pulau-pulau kecil**



THANK YOU