

**ARAHAN MODEL ADAPTASI MASYARAKAT TERHADAP
KEKERINGAN PADA DAERAH ALIRAN SUNGAI MAROS**

*The Direction of Community Adaptation Model against Drought
Incident in the Maros Watershed*

Disusun dan Diajukan Oleh

**SEPTIAN PERDANA PUTRA PAHAR
M012172003**



**PROGRAM STUDI PASCASARJANA ILMU KEHUTANAN
FAKULTAS KEHUTANAN
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
2021**

**ARAHAN MODEL ADAPTASI MASYARAKAT TERHADAP
KEKERINGAN PADA DAERAH ALIRAN SUNGAI MAROS**

Tesis

Sebagai Salah Satu Syarat untuk Mencapai Gelar Magister

Program Studi
Ilmu Kehutanan

Disusun dan diajukan oleh

SEPTIAN PERDANA PUTRA PAHAR

Kepada

**PROGRAM STUDI PASCASARJANA ILMU KEHUTANAN
FAKULTAS KEHUTANAN
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
2021**

TESIS**ARAHAN MODEL ADAPTASI MASYARAKAT TERHADAP
KEKERINGAN PADA DAERAH ALIRAN SUNGAI MAROS**

Disusun dan diajukan oleh
SEPTIAN PERDANA PUTRA PAHAR
NOMOR POKOK M012172003

Telah dipertahankan di hadapan panitia ujian yang dibentuk dalam rangka penyelesaian studi Program Magister Program Studi Ilmu Kehutanan Fakultas Kehutanan Universitas Hasanuddin pada tanggal 24 Mei 2021 dan dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan

Menyetujui,

Pembimbing utama,

Pembimbing pendamping,


Prof. Dr. Ir. Samuel A. Paembonan.

NIP.19550115 198102 1 002


Andang Suryana Soma, S.Hut., M.P., Ph.D.

NIP.19780325 200812 1 002

Ketua Program Studi S2
Ilmu Kehutanan,

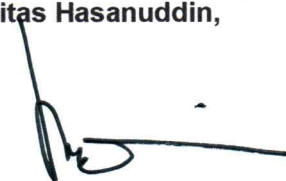


Prof. Dr. Muh Dassir, M.Si

NIP.19671005 199103 1 006



Dekan Fakultas Kehutanan
Universitas Hasanuddin,



Dr. A. Mujetahid M, S.Hut, MP

NIP.19690208 199702 1 002

PERNYATAAN KEASLIAN TESIS

Yang bertandatangan di bawah ini:

Nama : Septian Perdana Putra Pahar
Nomor mahasiswa : M 012172003
Program studi : Ilmu Kehutanan
Jenjang : S2

Menyatakan dengan ini bahwa tesis dengan judul "Arahan Model Adaptasi Masyarakat Terhadap Kekeringan Pada Daerah Aliran Sungai Maros" untuk Membuat arahan model adaptasi masyarakat berbasis penggunaan lahan adalah karya saya sendiri dan tidak melanggar hak cipta pihak lain. Apabila dikemudian hari tesis karya saya ini terbukti bahwa sebagian atau seluruhnya adalah hasil karya orang lain yang saya pergunakan dengan cara melanggar hak cipta pihak lain, maka saya bersedia menerima sanksi.

Makassar, 24 Mei 2021

Yang Menyatakan,


Septian Perdana Putra Pahar

PRAKATA

Segala puji hanya bagi ALLAH SWT yang telah memberikan petunjuk, rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penelitian dan tesis ini. Shalawat serta salam semoga tercurah kepada Rasulullah Muhammad SAW.

Penelitian ini dilatarbelakangi oleh pengamatan yang dilakukan oleh penulis dan menemukan bahwa terjadi masalah ketersediaan air pada kota Makassar. Salah satu sumber air kota Makassar adalah DAS Maros. Salah satu penyebab masalah ketersediaan air adalah pola penggunaan lahan yang tidak sesuai dengan kemampuan lahan tersebut. Hasil dari penelitian ini harapannya dapat menjadi dasar untuk kegiatan pengembangan selanjutnya, khususnya pada permasalahan ketersediaan air. Sebagai tindak lanjut dari penelitian ini, diperlukan penelitian lanjutan untuk mendapatkan arahan penggunaan lahan yang bisa menjadi solusi bagi permasalahan ketersediaan air.

Dengan penuh kerendahan hati, penulis mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah memberikan bantuan dan dukungan sehingga penulis dapat menyelesaikan penelitian dan tesis ini:

1. Komisi pembimbing Prof. Dr.Ir. Samuel A. Paembonan dan Andang Suryana Soma, S.Hut., M.P., Ph.D. yang telah memberikan bimbingan dan arahan dalam melaksanakan penelitian dan penulisan tesis.
2. Komisi penguji Prof. Dr. Ir. Muh. Dassir, M.Si, Dr. Ir. H. Usman Arsyad, M.S, dan Dr. Ir. A. Sadapotto, M.P. atas semua masukan yang telah diberikan kepada penulis dalam kesempurnaan penulisan tesis ini.
3. Bilaluddin Khalil, S.Hut., M.Si. dan Munajat Nur Saputra, S.Hut., M.Sc. atas diskusi dan masukannya selama penelitian dan penulisan tesis ini.
4. Kepala SMK Kehutanan Negeri Makassar, Hariyono S.Pd., dan Mukhamad Ari Hidayanto, S.Hut. atas dukungan yang diberikan.

Akhir kata penulis berharap penelitian dan tesis ini dapat berguna bagi pengembangan kehutanan di Indonesia.

Makassar, 2021

Septian Perdana Putra Pahar

ABSTRAK

SEPTIAN PERDANA PUTRA PAHAR. *Arahan Model Adaptasi Masyarakat Terhadap Kekeringan Pada Daerah Aliran Sungai Maros* (dibimbing oleh Samuel A. Paembonan dan Andang Suryana Soma).

Terjadi masalah ketersediaan air berupa bencana kekeringan pada DAS Maros. Salah satu penyebab kekeringan adalah pengelolaan lahan yang tidak sesuai dengan kemampuan lahan. Penelitian ini bertujuan untuk: 1) mengidentifikasi penggunaan lahan, 2) menganalisis tingkat bencana kekeringan, 3) membuat arahan model adaptasi masyarakat berbasis penggunaan lahan.

Penelitian dilaksanakan selama sepuluh bulan pada beberapa tempat penelitian. Pengambilan data dilakukan pada DAS Maros, dan pengolahan data dilakukan di Laboratorium Perencanaan dan Sistem Informasi Kehutanan Fakultas Kehutanan, Universitas Hasanuddin. Identifikasi penggunaan lahan dilakukan dengan metode *supervised classification* dengan uji akurasi sebanyak 345 titik sampel, dimana setiap penggunaan lahan terdapat 35 – 40 titik sampel. Analisis kekeringan dilakukan dengan metode *Normalize Difference Laten Heat Index* (NDLI) dan tingkat kekeringan menggunakan *Standardized Precipitation-Evapotranspiration Index* (SPEI). Arahan penggunaan lahan sebagai upaya adaptasi bencana kekeringan dilakukan dengan analisis tumpang tindih peta hasil analisis kekeringan, peta hasil analisis kelas kemampuan lahan, peta fungsi kawasan hutan, dan peta hasil identifikasi penggunaan lahan.

Hasil dari penelitian adalah DAS Maros merupakan daerah yang masih memiliki cukup hutan, dengan luas area berhutan mencapai 28.831 ha atau 40% dari total luas DAS Maros. Berdasarkan hasil analisis NDLI, DAS Maros memiliki beberapa daerah yang kering, namun sebagian besar daerah memiliki tingkat kekeringan basah. Hal ini dibuktikan dengan area dengan kategori agak basah dan basah lebih luas daripada area dengan kategori agak kering dan kering. Tingkat kekeringan DAS Maros belum sampai pada kategori amat sangat kering, hanya sampai pada kategori kering. Sekitar 5.373,25 ha lahan diarahkan untuk melakukan perubahan penggunaan lahan sesuai dengan kelas kemampuan lahan dari setiap unit lahan. Sawah merupakan penggunaan lahan yang paling besar yang diarahkan untuk berubah, yaitu sekitar 4.336,98 ha. Sebagian besar sawah diarahkan berubah menjadi sawah dengan tindakan konservasi

Kata kunci: *Penggunaan lahan, kekeringan, adaptasi, genetik*

ABSTRACT

SEPTIAN PERDANA PUTRA PAHAR. *The Directions of Community Adaptation Model against Drought Incident in the Maros Watershed. (under the supervision of Samuel A. Paembonan and Andang Suryana Soma).*

Drought, a form of water availability crisis, usually occurs in Maros watershed. Drought incidents might be caused by land management that does not meet carrying capacity. Thus, this present study tries: 1) to identify the land use, 2) to analyze the level of drought, 3) recommend the appeal of land use-based adaptation models to communities

The ten-month work was implemented at two locations, namely Maros Watershed (data collection) and of Laboratory Forestry Planning and Information Systems, Faculty of Forestry, Hasanuddin University (data analysis). The study applied the supervised classification for land use identification. The accuracy test was performed to 345 sample points –every expected land use consisted of 35-40 sample points. Normalized Difference Latent Heat Index (NDLI) was applied for the drought analysis, while Standardized Precipitation-Evapotranspiration Index (SPEI) was employed to evaluate drought level. Overall maps of drought analysis, carrying capacity class of land, forest function mapping, and land use identification were overlapped to obtain the appeal of land-use adaptation against drought incidents.

The results reveal a moderately available forest area in the Maros watershed (28,831 ha or 40% of the total area of Maros watershed). NDLI analysis shows that the Maros watershed is a fairly wet area, as evidenced by the slightly damp and wet areas that are bigger than moderately dry and dry. The drought level in Maros watershed does not meet the critically dry category yet has been categorized as dry. Approximately 5,373.25 ha of land are directed to make land-use changes according to each land unit's land carrying capacity class. Paddy fields, the most significant type of land use, are directed to change around 4,336.98 ha. Most of the paddy fields are directed to convert into paddy fields with conservation measures.

Keywords: *Land use, drought, adaptation*

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGANTAR	ii
HALAMAN PENGESAHAN	iii
PERNYATAAN KEASLIAN TESIS	iv
PRAKATA	v
ABSTRAK	vii
ABSTRACT	viii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xiii
BAB I	1
A. Latar Belakang	1
B. Rumusan Masalah	4
C. Tujuan dan Manfaat	4
BAB II	5
A. Identifikasi Kekeringan	5
B. Adaptasi terhadap Bencana Kekeringan	9
C. Daerah Aliran Sungai Maros	16
D. Kerangka Pikir Penelitian	18
BAB III	20
A. Waktu dan Tempat	20
B. Jenis dan Sumber Data	21
1. Data Primer	21
2. Data Sekunder	21
C. Pengumpulan Data	21
1. Pengumpulan data primer	22
2. Pengumpulan data sekunder	22
D. Analisis Data	22

1. Pra pengolahan citra	23
2. Klasifikasi penggunaan lahan	24
3. <i>Normalized Difference Latent Heat Index</i> (NDLI)	26
4. Klasifikasi kelas kemampuan lahan	28
5. Analisis overlay	32
BAB IV	33
A. Pola Penggunaan Lahan	33
B. Tingkat kekeringan	36
1. Pra pengolahan citra	36
2. Analisis NDLI	39
C. Arahan adaptasi penggunaan lahan	45
1. Analisis Kelas kemampuan lahan	46
2. Arahan adaptasi penggunaan lahan	48
BAB V	56
A. Kesimpulan	56
B. Saran	56
DAFTAR PUSTAKA	58
LAMPIRAN	61

DAFTAR TABEL

Table 1. Intensitas Kekeringan berdasarkan curah hujan	6
Table 2. Intensitas kekeringan berdasarkan debit air	6
Table 3. Intensitas kekeringan berdasarkan persentase daun kering	7
Table 4. Klasifikasi kerawanan berdasarkan tutupan tajuk	8
Table 5. Alternatif adaptasi perubahan iklim	14
Tabel 6. Indeks acuan presipitasi dan evaporasi (SPEI)	27
Tabel 7. Klasifikasi nilai Q	28
Tabel 8. Parameter kelas kemampuan lahan	29
Tabel 9. Kriteria kemampuan lahan dan faktor pembatas	30
Tabel 10. Penggunaan lahan yang diperkenankan	31
Tabel 11. Jenis penggunaan lahan DAS Maros pada tahun 2019	34
Tabel 12. Nilai reflektansi	37
Tabel 13. Nilai reflektansi terkoreksi	38
Tabel 14. Tingkat kekeringan berdasarkan SPEI	42
Tabel 15. Hasil penilaian kelas kemampuan lahan	42
Tabel 16. Hasil penilaian kelas kemampuan lahan	48
Table 17. Kesesuaian penggunaan dan kemampuan lahan	52
Table 18. Penentuan arahan penggunaan lahan	53

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Kerangka pikir penelitian	19
Gambar 2. Alur kegiatan penelitian	23
Gambar 3. Peta penggunaan lahan DAS Maros tahun 2019	35
Gambar 4. Histogram nilai reflektansi	37
Gambar 5. Histogram nilai reflektansi terkoreksi	38
Gambar 6. Flowchart model NDLI	39
Gambar 7. Peta hasil analisis NDLI	41
Gambar 8. Peta kekeringan berdasarkan SPEI	43
Gambar 9. Hasil interpolasi presipitasi metode IDW	44
Gambar 10. Peta Kelas Kemampuan Lahan	46
Gambar 11. Peta Kesesuaian penggunaan lahan dengan kemampuan lahan	49
Gambar 12. Peta arahan penggunaan lahan	51

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Hasil survei lapangan	59
Lampiran 2. Foto kegiatan survei lapangan	75

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Perubahan iklim menjadi perhatian dunia sejak diadakannya konferensi tingkat tinggi bumi di Rio de Janeiro, Brazil pada tahun 1992. Tema ini menjadi semakin menarik karena banyaknya penelitian yang menunjukkan bahwa perubahan iklim memiliki dampak terhadap kelangsungan hidup yang ada di bumi. Dampak ini mendapatkan tanggapan yang berbeda dari masyarakat. Berdasarkan survey yang dilakukan di kota Makassar, dari 100 responden, 14 % diantaranya berpikir bahwa dampak perubahan iklim ini karena fluktuasi alamiah, sedangkan lainnya berpikir bahwa dampak perubahan iklim dipengaruhi oleh aktivitas manusia (Larson, et al., 2012).

Laporan bank dunia tahun 2010 "*Natural Hazard, UnNatural Disasters*" menuliskan bahwa sekitar 80 % bencana alam yang diakibatkan perubahan iklim terjadi di Asia. Indonesia merupakan negara di Asia yang memiliki karakteristik unik yakni memiliki tiga wilayah hujan yaitu monsun, ekuatorial, dan lokal. Perubahan iklim menyebabkan terjadinya gejala alam yang tidak normal di Indonesia, yaitu ketidakpastian musim hujan dan kemarau (Barkey, et al., 2016). Gejala alam seperti ini hampir terjadi di seluruh wilayah Indonesia, tidak terkecuali di Provinsi Sulawesi Selatan yang memiliki karakteristik ekosistem cukup kompleks, khususnya di kota Makassar yang menjadi pusat aktivitas masyarakat Provinsi Sulawesi Selatan. Iklim di wilayah Provinsi Sulawesi Selatan mengisyaratkan akan

mengalami kenaikan suhu sebesar 0,29-0,39°C per dekade. Proyeksi hujan di masa depan mengisyaratkan adanya kenaikan intensitas curah hujan di wilayah tersebut dan awal musim hujan diperkirakan berubah, namun akhir musim akan datang lebih awal sehingga panjang musim hujan diperkirakan lebih pendek 12 hari (CSIRO, 2012). Gejala alam tersebut berpotensi menyebabkan terjadinya tanah longsor (*landslide*), banjir (*flood*), dan kekeringan (*drought*).

Ketersediaan air sebagai sumber kehidupan di masa depan diperkirakan akan semakin berkurang. Hal ini dijelaskan (CSIRO, 2012), dimana proyeksi pada tahun 2020 - 2040 rata-rata penurunan aliran sungai sekitar Bendungan Lekopancing 17 - 19 %. Kondisi tersebut diproyeksikan mengalami penurunan, kecuali pada musim hujan akan mengalami sedikit kenaikan. Proyeksi serupa juga dijelaskan oleh (Fattahi, et al., 2015) bahwa akan terjadi krisis air akibat perubahan suhu permukaan bumi dan perubahan iklim selama periode 2011 – 2030. Masalah krisis ketersediaan air atau kekeringan juga telah menjadi isu strategis nasional dan menjadi pembahasan pada *Conference of Parties* (COP) 21 pada tahun 2015 di Paris. Karena berbagai alasan tersebut, maka dunia harus mempersiapkan bentuk adaptasi terhadap kekeringan, namun saat ini kajian dan penelitian terhadap penanggulangan, mitigasi, dan adaptasi terhadap bencana kekeringan masih kurang dibandingkan dengan kajian dan penelitian terhadap bencana dampak perubahan iklim lainnya.

DAS Maros merupakan salah satu DAS yang memiliki kontribusi dalam hal ketersediaan air di daerah sekitarnya. Pemerintah daerah telah melakukan upaya untuk menangani masalah ketersediaan air melalui proyek pengembangan sistem penyediaan air bersih dengan pembangunan Instalasi Pengolahan Air (IPA) yang bersumber dari Lekopancing (DAS Maros), namun upaya ini belum mampu mengimbangi laju pertumbuhan penduduk (Asri, 2011). Pertumbuhan suatu daerah yang pesat juga disertai dengan perubahan penggunaan lahan pada daerah hulu DAS Maros yang semakin memperparah kondisi ketersediaan air (Asier, 2005). Perubahan penggunaan lahan di hulu DAS Maros juga disebabkan karena pertambahan jumlah penduduk yang berkaitan langsung dengan persaingan dalam memenuhi kebutuhan hidup. Menurut (Imran, 2015), salah satu cara untuk mengatasi masalah ketersediaan air tersebut adalah masyarakat di DAS Maros perlu dibekali dengan wawasan lingkungan, karena terdapat pengaruh langsung antara pengetahuan ekosistem DAS dan pengetahuan pencemaran DAS dengan sikap masyarakat di DAS Maros yang tentunya akan berpengaruh baik secara sendiri-sendiri maupun bersama-sama. Untuk itu penelitian dengan judul "*Arahan Model Adaptasi Masyarakat terhadap Bencana Kekeringan di DAS Maros*" diharapkan dapat menjadi solusi alternatif untuk permasalahan ketersediaan air di Kota Makassar yang juga dapat menjadi solusi untuk kesejahteraan masyarakat, utamanya di DAS Maros.

B. Rumusan Masalah

Sejalan dengan latar belakang penelitian, maka terdapat beberapa rumusan masalah, yaitu:

1. Bagaimana pola penggunaan lahan masyarakat di DAS Maros?
2. Sejauh mana tingkat kekeringan di DAS Maros?
3. Bentuk adaptasi penggunaan lahan apa yang sebaiknya dilakukan oleh masyarakat yang sesuai dengan kemampuan lahan dalam menghadapi bencana kekeringan di DAS Maros!

C. Tujuan dan Manfaat

Sehubungan dengan rumusan masalah, tujuan penelitian ini adalah:

1. Mengidentifikasi penggunaan lahan di DAS Maros,
2. Menganalisis tingkat kekeringan di DAS Maros,
3. Membuat arahan model adaptasi masyarakat berbasis penggunaan lahan di DAS Maros.

Berdasarkan tujuan tersebut, maka hasil dari penelitian ini diharapkan dapat menjadi dasar dalam pengembangan ilmu pengetahuan terkait adaptasi perubahan iklim khususnya bencana kekeringan.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Identifikasi Kekeringan

Salah satu dari dampak perubahan iklim yang menjadi fokus penelitian adalah bencana kekeringan. Kekeringan merupakan kondisi saat curah hujan rendah dalam satu musim atau lebih (Soentoro, et al., 2015). Hal senada juga disebutkan oleh Beran dan Roider (1985) dalam (Khalid & Rudiarto, 2017) bahwa kekeringan terjadi apabila ketersediaan air kurang dari kebutuhan air dalam jangka waktu tertentu. Lebih lanjut dijelaskan bahwa kekeringan dapat dibedakan dengan kegersangan, dimana kekeringan merupakan fenomena sementara yang merupakan penyimpangan dari kondisi normal. Kekeringan dapat diklasifikasikan menjadi beberapa kelas, yakni kekeringan meteorologi, hidrologi, pertanian, dan sosial ekonomi (Soentoro, et al., 2015).

Kekeringan dibagi menjadi kekeringan meteorologis, hidrologis, dan pertanian. Kekeringan meteorologis merupakan kekeringan yang terkait dengan tingkat curah hujan dalam suatu kawasan tertentu (Pratiwi, 2011). Suatu Kawasan tertentu dapat dikatakan mengalami kekeringan apabila intensitas hujan lebih kecil dibandingkan dengan kondisi rata-rata dalam periode waktu yang lama dengan ambang batas 50% dari curah hujan normal (South Asian Association for Regional Cooperation, 2010). Kelas kekeringan berdasarkan curah hujan dapat dilihat pada Tabel 1.

Table 1. Intensitas Kekeringan berdasarkan curah hujan

No	Intensitas kekeringan	Curah hujan
1	Kering (curah hujan di bawah normal)	70-85% dari normal
2	Sangat kering (curah hujan jauh di bawah normal)	50-70% dari normal
3	Amat sangat kering (curah hujan amat jauh di bawah normal)	<50% dari normal

Sumber: (BNPB, 2016)

Kekeringan hidrologis yang berkaitan dengan kekurangan pasokan air permukaan dan air tanah biasanya didefinisikan pada persediaan air bawah permukaan relatif terhadap kondisi rata-rata pada berbagai titik dalam waktu semusim (South Asian Association for Regional Cooperation, 2010). Kelas kekeringan berdasarkan debit air disajikan pada Tabel 2.

Table 2. Intensitas kekeringan berdasarkan debit air

No	Intensitas Kekeringan Hidrologi	Debit Air Sungai
1	Kering	Mencapai periode ulang aliran periode 5 tahunan
2	Sangat kering	Mencapai periode ulang aliran jauh di bawah periode 25 tahunan
3	Amat sangat kering	Mencapai periode ulang aliran amat jauh di bawah periode 50 tahunan

Sumber: (BNPB, 2016)

Kekeringan pertanian merupakan kondisi kurangnya ketersediaan air tanah untuk mendukung pertumbuhan tanaman dan makanan ternak dari curah hujan dalam jangka waktu tertentu. Selain curah hujan, kemampuan

infiltrasi juga menjadi penyebab kekeringan pertanian. Tingkat infiltrasi dipengaruhi oleh kondisi kelembaban, kemiringan, jenis tanah, kapasitas menyimpan air, dan intensitas hujan (South Asian Association for Regional Cooperation, 2010). Kelas kekeringan berdasarkan persentase daun kering dapat dilihat pada Tabel 3.

Table 3. Intensitas kekeringan berdasarkan persentase daun kering

No	Intensitas kekeringan pertanian	persentase daun kering
1	Kering (terkena kekeringan s/d sedang)	$\frac{1}{4}$ daun kering dimulai pada bagian ujung
2	Sangat kering (terkena berat)	$\frac{1}{4}$ - $\frac{2}{3}$ daun kering dimulai pada bagian ujung
3	Amat sangat kering (Puso)	Semua bagian daun mengering

Sumber: (BNPB, 2016)

Selain dari ketiga jenis kekeringan yang telah disebutkan, terdapat jenis kekeringan yang diakibatkan oleh perilaku manusia yang disebut kekeringan antropogenik. Kekeringan ini dibedakan menjadi dua kondisi, yaitu (Harjadi, et al., 2007):

1. Kebutuhan air lebih besar daripada pasokan air akibat dari kesalahan pola penggunaan air;
2. Kekurangan air yang disebabkan karena rusaknya daerah tangkapan air.

Berdasarkan dua kondisi tersebut maka kekeringan antropogenik diklasifikasikan berdasarkan kerapatan tajuk pada daerah tangkapan air.

Klasifikasi kekeringan berdasarkan kerapatan tajuk dapat dilihat pada Tabel 4.

Table 4. Klasifikasi kerawanan berdasarkan tutupan tajuk

No	Kelas kerawanan	Persentase tutupan tajuk
1	Rawan	40% - 50%
2	Sangat rawan	20% - 40%
3	Amat sangat rawan	< 20%

Sumber: (Harjadi, et al., 2007)

Setiap bencana akan menimbulkan dampak, baik terhadap kondisi sosial, ekosistem, kesehatan, dan pertumbuhan ekonomi dari suatu daerah. Dampak dari kekeringan juga mempengaruhi berbagai aspek seperti kerusakan sumber daya ekologi, berkurangnya produksi pertanian, serta terjadinya kelaparan dan bahkan korban jiwa. Salah satu cara untuk menyikapi bencana kekeringan tersebut adalah dengan mengidentifikasi kekeringan untuk menentukan model adaptasi terhadap bencana kekeringan tersebut. Dalam penelitian ini, pengidentifikasian kekeringan dilakukan dengan metode *Normalize Difference Laten Heat Index* (NDLI). NDLI merupakan salah satu metode yang menggunakan reflektansi permukaan bumi terhadap atmosfer sehingga mampu memprediksi energi panas di atas permukaan bumi. Algoritma NDLI menggunakan indeks multiband satelit dengan menilai gelombang panas yang teredam untuk menentukan ketersediaan air (Liou, et al., 2018). Dalam metode ini, digunakan tiga band dari *Operational Land Imager* (OLI) yaitu ρ_{GREEN} , ρ_{RED} , ρ_{SWIR} . Tiga band ini memiliki karakteristik spektral reflektansi

khusus dalam menanggapi fitur air, dimana biru atau biru kehijauan menunjukkan air jernih atau menunjukkan kandungan klorofil dalam air. Panjang gelombang merah memiliki karakteristik spektral reflektansi khusus untuk vegetasi, karena penyerapan pigmen yang kuat pada tanaman sehat. Sedangkan panjang gelombang *Short Wavelength Infrared* (SWIR) memiliki spektral reflektansi terhadap kandungan air di tanaman dan tanah.

B. Adaptasi terhadap Bencana Kekeringan

Sulawesi Selatan merupakan salah satu daerah yang terkena dampak perubahan iklim, utamanya kekeringan. Pada tahun 2018 dilaporkan oleh BMKG Wilayah IV Makassar bahwa terdapat lebih dari 60 hari tanpa hujan (HTH) di Sulawesi Selatan yang mengakibatkan menurunnya produksi padi (Herlina, 2018). Hal ini tentunya berpengaruh langsung terhadap kondisi kehidupan masyarakat. Selain permasalahan pangan, kekeringan juga memiliki dampak lainnya yang juga berpengaruh langsung kepada masyarakat, seperti ketersediaan air bersih, kesehatan, kemandirian energi, kehidupan ekosistem laut yang mempengaruhi kehidupan masyarakat pesisir, dan lain sebagainya. Dampak yang dirasakan masyarakat hampir tidak bisa dihindari, maka dari itu perlu diadakan suatu adaptasi untuk menyikapi berbagai situasi tersebut.

Adaptasi perubahan iklim mengacu pada penyesuaian komunitas (masyarakat) atau ekosistem untuk mengurangi dampak negatif, bahkan memanfaatkan peluang dari perubahan iklim. Pemahaman tentang

adaptasi perubahan iklim ini sejalan dengan UNFCCC (United Nation Framework for Climate Change Convention) yang menuliskan bahwa adaptasi merupakan upaya menemukan dan menerapkan cara-cara penyesuaian terhadap perubahan iklim. Adaptasi ini harus dilakukan secara sistematis dan menyeluruh karena dampak dari perubahan iklim bersifat masif dan menyeluruh dengan skala yang luas. Hal ini juga bukan hanya untuk manusia, akan tetapi hewan dan tumbuhan juga perlu melakukan penyesuaian terhadap perubahan iklim. Tindakan adaptasi dibagi menjadi dua, yakni reaktif yang menanggapi kondisi yang telah berubah, dan antisipatif dimana dilakukan perencanaan untuk menanggapi perubahan iklim yang telah diamati dan diprediksi. Beberapa daerah sudah banyak yang melakukan tindakan adaptasi reaktif, hanya saja dibutuhkan adaptasi yang antisipatif, proaktif, dan terencana untuk menciptakan masyarakat yang memiliki kapasitas adaptif.

Adaptasi dibagi ke dalam delapan sektor, yaitu (Direktorat Jenderal Pengendalian Perubahan Iklim, 2017):

1. Ketahanan pangan,

Sektor pertanian merupakan yang paling rentan, sehingga adaptasi merupakan keharusan. Beberapa adaptasi yang mungkin dilakukan seperti penanaman varietas yang tahan terhadap suhu ekstrim, perbaikan sistem irigasi yang mampu menampung air pada kondisi kering, dan penerapan sistem pertanian organik yang tidak membutuhkan banyak air dan juga pestisida.

2. Ketahanan ekosistem,

Sasaran utama sektor ini adalah terjaganya ekosistem hutan dan ekosistem esensial untuk menjaga kelestarian keanekaragaman hayati serta layanan jasa ekosistem. Bentuk adaptasi yang disarankan seperti, penurunan luas kerusakan ekosistem alam, peningkatan kualitas dan kuantitas tutupan hutan pada daerah aliran sungai, penurunan tingkat keterancaman spesies kunci, dan peningkatan sistem ketahanan ekosistem.

3. Ketahanan air,

Sektor ini terkait erat dengan ketahanan ekosistem. Terjaganya ekosistem hutan, kawasan esensial, serta keanekaragaman hayati akan menjamin ketersediaan air.

4. Kemandirian energi,

Menghadapi perubahan iklim maka perlu dilakukan perbaikan wilayah tangkapan hujan dan daerah aliran sungai sebagai sumber pembangkit tenaga air dan panas bumi. Pemerintah telah membuat program seperti, perbaikan wilayah tangkapan hujan, perluasan pemanfaatan sumber energi terbarukan, pengembangan teknologi inovatif dan adaptif untuk budidaya tanaman sumber bahan bakar nabati dan hutan tanaman energi, pembuatan program pendukung kajian ilmiah terkait kerentanan sistem daerah aliran sungai terhadap dampak perubahan iklim, serta riset pengembangan teknologi budidaya tanaman.

5. Kesehatan,

Perubahan iklim tentunya mempengaruhi sistem kekebalan tubuh manusia dan kekebalan hidup dari virus dan bakteri penyebab penyakit. Beberapa tindakan adaptasi yang bisa dilakukan pada sektor kesehatan seperti peningkatan kesadaran kesehatan kepada masyarakat agar lebih memperhatikan kebersihan dan penyimpanan air, serta peningkatan kewaspadaan terhadap penyebaran penyakit.

6. Pemukiman perkotaan dan perdesaan,

Strategi dalam perencanaan tata ruang Kawasan perkotaan juga penting dalam menghadapi perubahan iklim. Strategi yang bisa dilakukan seperti, pengelolaan kawasan perkotaan secara berkelanjutan, peningkatan infrastruktur dan fasilitas, peningkatan kapasitas masyarakat dalam menghadapi ancaman perubahan iklim, serta pengembangan dan pengoptimalisasian riset dan sistem informasi perubahan iklim.

7. Pesisir dan pulau-pulau kecil,

Perubahan iklim juga memiliki dampak yang besar terhadap kehidupan para masyarakat pesisir yang sebagian besar berprofesi sebagai nelayan. Beberapa upaya adaptasi yang dapat dilakukan seperti pengembangan *aquaculture*, pembuatan tanggul air laut, pembuatan bangunan yang lebih kokoh dan tahan terhadap hempasan air laut atau pemindahan pemukiman menjauhi pantai,

8. Lain-lain.

Peningkatan kapasitas merupakan salah satu sasaran yang bertujuan untuk memperbaiki kemampuan para pemangku kepentingan dan masyarakat dalam upaya adaptasi perubahan iklim. Program peningkatan kapasitas ini mencakup beberapa tingkatan, yaitu tingkat individu, tingkat institusi, dan tingkat komunitas. Strategi-strategi yang dilakukan seperti, peningkatan kapasitas bagi pemangku kepentingan dalam adaptasi perubahan iklim, pengembangan informasi iklim yang handal dan mutakhir, peningkatan riset dan pengembangan ilmu pengetahuan dan teknologi terkait adaptasi perubahan iklim, perencanaan dan penganggaran serta peraturan perundangan yang dapat merespon perubahan iklim, serta pemantauan dan evaluasi kegiatan adaptasi perubahan iklim.

Selain bentuk adaptasi dari kedelapan sektor yang telah disebutkan, pilihan adaptasi dapat berupa adaptasi reaktif / responsif atau adaptasi antisipatif. Bentuk pilihan adaptasi reaktif / responsif dan antisipatif ditunjukkan pada Tabel 5.

Table 5. Alternatif adaptasi perubahan iklim

Sektor	Reaktif / Responsif	Antisipatif
Sumber daya air	<ul style="list-style-type: none"> - Perlindungan sumber daya air tanah, - Perbaikan manajemen dan pemeliharaan sistem penyediaan air yang ada, - Perlindungan daerah tangkapan air, - Perbaikan penyediaan air, - Air tanah, penampungan air hujan dan desalinasi. 	<ul style="list-style-type: none"> - Penggunaan yang lebih baik dari air yang didaur ulang, - Konservasi daerah tangkapan air, - Perbaikan sistem manajemen air, - Reformasi kebijakan air termasuk kebijakan harga dan irigasi, - Pengembangan pengendalian banjir dan pengawasan kekeringan.
Pertanian	<ul style="list-style-type: none"> - Pengendalian erosi, - Konstruksi bendungan untuk irigasi, - Perubahan penggunaan dan aplikasi pupuk, - Pengenalan jenis tanaman baru, - Pemeliharaan kesuburan tanah, - Perubahan waktu penanaman dan panen, - Peralihan ke tanaman yang berbeda, - Program pendidikan dan penyebaran informasi tentang konservasi dan manajemen tanah dan air. 	<ul style="list-style-type: none"> - Pengembangan jenis tanaman yang toleran / resisten (terhadap kekeringan, garam, serangga / hama), - Litbang, - Manajemen tanah dan air, - Diversifikasi dan intensifikasi tanaman pangan dan perkebunan, - Kebijakan, insentif pajak / subsidi, pasar bebas, - Pengembangan sistem peringatan dini.

- | | | |
|------------------|---|---|
| Kehutanan | <ul style="list-style-type: none"> - Perbaikan sistem manajemen, termasuk pengaturan deforestasi, reforestasi dan aforestasi, - Promosi agroforestry untuk meningkatkan produk dan jasa kehutanan, - Pengembangan / perbaikan rencana manajemen kebakaran hutan, - Perbaikan penyimpanan karbon oleh hutan. | <ul style="list-style-type: none"> - Penciptaan taman / reservasi, cagar alam, dan koridor keanekaragaman hayati, - Identifikasi / pengembangan spesies yang resisten terhadap perubahan iklim, - Kajian yang lebih baik akan kerentanan ekosistem, - Pengawasan spesies, - Pengembangan dan pemeliharaan bank bibit tanaman, - Sistem peringatan dini kebakaran hutan. |
| Pesisir / Bahari | <ul style="list-style-type: none"> - Perlindungan infrastruktur ekonomi, - Penyadaran publik untuk meningkatkan perlindungan ekosistem pesisir dan laut, - Pembuatan dinding laut dan penguatan pantai, - Perlindungan dan konservasi terumbu karang, mangrove, rumput laut, dan vegetasi pinggir pantai. | <ul style="list-style-type: none"> - Manajemen zona pesisir yang terintegrasi, - Perencanaan dan penentuan zona pesisir yang lebih baik, - Pengembangan peraturan untuk perlindungan pesisir, - Penelitian dan pengawasan pesisir dan ekosistem pesisir. |

Kesehatan	- Reformasi manajemen kesehatan publik,	- Pengembangan sistem peringatan dini,
	- Perbaikan kondisi perumahan dan tempat tinggal,	- Pengawasan penyakit yang lebih baik,
	- Perbaikan respons gawat darurat.	- Perbaikan kualitas lingkungan, - Perubahan desain perkotaan dan perumahan.

Sumber: (World Bank, 2019)

C. Daerah Aliran Sungai Maros

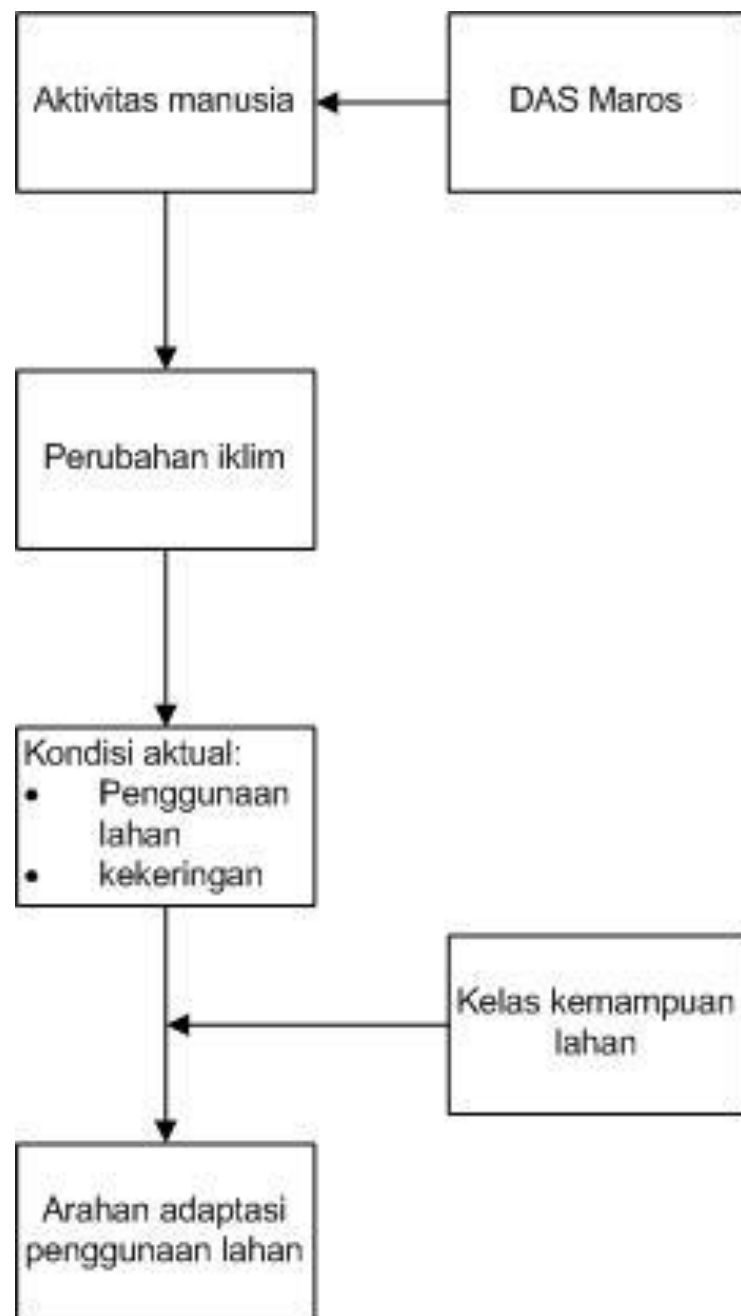
DAS Maros memiliki batas astronomi $4^{\circ}58'37''$ - $5^{\circ}12'5''$ LS dan $119^{\circ}28'34''$ - $119^{\circ}54'53''$ BT dengan panjang sungai utama 65.625 km dan memiliki luas 676.543 km². Arah aliran sungai utama DAS Maros adalah dari timur ke barat, dimana hulunya berada di Kecamatan Tombolo Pao, kabupaten Gowa dan muara di Selat Makassar, sehingga DAS Maros merupakan DAS lintas kabupaten, yaitu Kabupaten Gowa, dan Maros. DAS Maros memiliki tujuh anak sungai, yaitu sungai Bontolangkasa, sungai Karaja, sungai Amarang, sungai Tanralili, sungai Monruluk, sungai Muntia, dan sungai Malenteng (PSDA SulSel, 2019). DAS Maros merupakan salah satu DAS yang memiliki kontribusi untuk ketersediaan air pada wilayah sekitar, sehingga DAS ini menjadi sangat penting untuk diperhatikan, baik dari segi ekologi maupun sosial dan ekonomi.

DAS Maros memiliki keunikan yaitu terdapat kawasan karst. Kawasan karst merupakan sumber daya alam yang tidak terbarukan dan salah satu ekosistem yang sangat penting bagi beberapa jenis flora maupun fauna. Selain itu karst juga mempunyai peran penting dalam siklus hidrologi karena berfungsi sebagai penyimpan dan pengatur tata air. Kawasan karst yang ada pada DAS Maros memiliki keunikan yang tidak dimiliki Kawasan karst lainnya yaitu *tower karst* atau Menara karst, dimana bentangan karst tersebut menjulang tinggi (Achmad & Hamzah, 2016)

Potensi yang dimiliki DAS maros sangat besar, baik dalam hal konservasi flora dan fauna maupun hidrologi. Namun kondisi DAS Maros harus menjadi perhatian, karena terjadinya perubahan penggunaan lahan, dimana hutan terdegradasi lebih dari satu hektar setiap harinya. Hal ini berdampak lebih lanjut terhadap meningkatnya sedimentasi hasil erosi yang mengakibatkan penurunan debit air hingga 80% (Asier, 2005). Selain itu, sebagian besar karst pada DAS Maros yang memiliki *sinkhole* atau lubang sebagai tempat masuknya air yang kemudian dialirkan menuju sungai bawah tanah, sudah banyak yang tertutup akibat tumpukan sedimen yang apabila tidak dilakukan tindakan pencegahan dan perbaikan maka akan menghambat proses karstifikasi yang berdampak pada hidrologi dan menambah beban lingkungan (Rusdianto, 2015).

D. Kerangka Pikir Penelitian

Penelitian ini dibangun dari pemikiran mengenai aktivitas manusia yang semakin berkembang dan juga merupakan satu keharusan demi menjaga kelangsungan hidup manusia. Namun hal ini menyebabkan terjadinya perubahan iklim yang juga memberi dampak bagi kelangsungan hidup manusia. Dampak dari perubahan iklim yang paling besar adalah masalah hidrologi. Salah satu masalah hidrologi yang membahayakan adalah kekeringan. Hal ini sangat terasa di daerah yang padat pemukiman dengan aktivitas manusia yang sangat tinggi. Karena itu, penelitian ini dilakukan dengan tujuan dapat memberikan arahan adaptasi berbasis penggunaan lahan pada daerah-daerah tersebut. Untuk melakukan hal tersebut maka dilakukan pendekatan terhadap DAS Maros sebagai unit lahan kajian ekosistem dengan kondisi aktual di lapangan yang memiliki kontribusi ketersediaan air bagi wilayah sekitar. Arahan adaptasi yang dihasilkan nantinya juga membutuhkan dukungan dari pemerintah daerah / kota dan masyarakat sehingga model adaptasi dapat dilakukan. Berikut konsep dari kajian adaptasi dampak perubahan iklim pada DAS Maros.



Gambar 1. Kerangka pikir penelitian