

Kebakaran lahan merupakan peristiwa yang terjadi setiap musim kemarau. Kebakaran lahan meskipun berulang tetapi masih saja belum dapat diatasi secara maksimal. Penyebab kebakaran lahan lebih pada factor manusia. Aktivitas penyiapan lahan, pembalakan liar, dan factor kesengajaan lainnya telah menyebabkan kebakaran menjadi semakin meluas. Melalui Mitigasi kebakaran lahan, diharapkan kebakaran dapat dikurangi, yaitu melalui program restorasi, yang meliputi pembasahan, revegetasi dan revitaliasi ekonomi masyarakat.



Dr. Deasy Arisanty, M.Sc., drk.

Kebakaran Lahan Gambut

# Kebakaran Lahan Gambut: Faktor Penyebab dan Mitigasinya



Dr. Deasy Arisanty, M.Sc.  
Dr. Mohamad Zaenal Arifin Anis, M.Hum.  
Dr. Herry Porda Nugoroho Putro, M.Pd.  
Muhammad Muhaimin, S.Pd., M.Sc.  
Syarifuddin, M.Pd.



Program Studi Pendidikan IPS  
Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan  
Universitas Lambung Mangkurat  
2020

# **KEBAKARAN LAHAN GAMBUT: FAKTOR PENYEBAB DAN MITIGASINYA**

**Dr. Deasy Arisanty, M.Sc.**

**Dr. Mohamad Zaenal Arifin Anis, M.Hum.**

**Dr. Herry Porda Nugoroho Putro. M.Pd.**

**Muhammad Muhaimin, S.Pd., M.Sc.**

**Syarifuddin, M.Pd.**

**Penerbit**

Program Studi Pendidikan IPS  
Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan  
Universitas Lambung Mangkurat  
2020

# **KEBAKARAN LAHAN GAMBUT: FAKTOR PENYEBAB DAB MITIGASINYA**

© Deasy Arisanty, Banjarmasin 2020

VI + 108 Halaman; 17,6 X 25 cm  
ISBN : 978-623-93872-3-5

Penulis:

**Dr. Deasy Arisanty, M.Sc.**  
**Dr. Mohamad Zaenal Arifin Anis, M.Hum.**  
**Dr. Herry Porda Nugorocho Putro, M.Pd.**  
**Muhammad Muhaimin, S.Pd., M.Sc.**  
**Syarifuddin, M.Pd.**

Desain & Layout :  
**E. Dedih**

Penerbit:  
**Program Studi Pendidikan IPS**  
**Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan**  
**Universitas Lambung Mangkurat**

Redaksi:  
Jl. Brigjend. H. Hasan Basry Kayutangi – Banjarmasin 70123  
Telp/Fax +625113304914, E-mail: Email: [pendidikan.ips@ulm.ac.id](mailto:pendidikan.ips@ulm.ac.id)

Cetakan pertama, Juni 2020

Hak cipta dilindungi Undang-Undang  
Dilarang memperbanyak buku ini sebagian atau seluruhnya dalam bentuk apapun juga, baik secara mekanis maupun elektronis, termasuk fotokopi, rekaman dan lain-lain tanpa seizin penerbit

## KATA PENGANTAR

Alhamdulillah, puji syukur kehadirat Allah SWT, telah memberikan kekuatan dan kesehatan sehingga penulis dapat menyelesaikan buku yang berjudul “Kebakaran lahan gambut: faktor penyebab dan mitigasinya”. Buku ini merupakan hasil penelitian yang didanai oleh DIKTI melalui Penelitian Terapan Unggulan Perguruan Tinggi. Pada Bab pertama, buku ini memaparkan mengenai faktor penyebab terjadinya kebakaran lahan, bab ke dua memaparkan mengenai teknologi penginderaan jauh dalam memantau kebakaran lahan gambut, bab ke tiga mengenai karakteristik tanah pada lahan gambut yang mengalami kebakaran dan degradasi, bab ke empat memaparkan mengenai mitigasi kebakaran lahan gambut, bab ke lima dan ke enam memaparkan mengenai kearifan lokal masyarakat dalam rangka pengelolaan lahan gambut. Penulis mengharapkan buku ini mempunyai manfaat sebagai sumber referensi dalam mengatasi kebakaran lahan gambut dan bentuk kearifan lokal masyarakat yang dapat diterapkan dalam rangka pengurangan risiko kebakaran lahan gambut.

Banjarmasin, Mei 2020

Penulis



# DAFTAR ISI

<b>KATA PENGANTAR .....</b>	<b>iii</b>
<b>DAFTAR ISI .....</b>	<b>v</b>
<b>DAFTAR TABEL .....</b>	<b>vii</b>
<b>DAFTAR GAMBAR .....</b>	<b>viii</b>
<b>BAB I KEBAKARAN LAHAN GAMBUT .....</b>	<b>1</b>
A. Konsep Bencana Kebakaran Lahan Gambut .....	1
B. Faktor penyebab kebakaran lahan .....	3
C. Upaya penanggulangan bencana kebakaran .....	6
<b>BAB II PENGINDERAAN JAUH DAN SISTEM INFORMASI GEOGRAFIS DALAM PEMETAAN KEBAKARAN LAHAN .....</b>	<b>11</b>
A. Pemetaan kerentanan kebakaran lahan .....	11
B. Satelit <i>Moderate-resolution Imaging Spectroradiometer</i> (MODIS) dalam Mendeteksi Kebakaran Lahan .....	12
C. Kepercayaan Hotspot dari Data MODIS .....	16
D. Ciri Hotspot Penanda Kebakaran .....	16
E. Kesalahan dalam Interpretasi Hotspot.....	17
F. Satelit <i>Advanced Very High Resolution Radiometer- National Oceanic and Atmospheric Administration</i> (AVHRR-NOAA) dalam Mendeteksi Kebakaran Lahan dalam Mendeteksi Kebakaran Lahan .....	18
G. Deteksi Kejadian Kebakaran menggunakan AVHRR NOAA .....	20
H. Satelit Landsat dalam Mendeteksi Kebakaran Lahan.....	22
I. Deteksi Kejadian Kebakaran menggunakan Landsat.....	25
<b>BAB III DAMPAK KEBAKARAN DAN DEGRADASI LAHAN GAMBUT TERHADAP KARAKTERISTIK TANAH .....</b>	<b>31</b>
A. Karakteristik Fisik Tanah.....	31

B.	Karakteristik Kimia Tanah.....	36
C.	Karakteristik Biologi Tanah .....	40
<b>BAB IV MITIGASI BENCANA KEBAKARAN LAHAN GAMBUT .....</b>		<b>47</b>
A.	Mitigasi Kebakaran Lahan Bergambut.....	47
B.	Kegiatan Pembasahan Lahan ( <i>Rewetting</i> ) .....	50
C.	Kegiatan Revegetasi.....	57
D.	Kegiatan Revitalisasi ekonomi .....	60
<b>BAB V PERPEKTIF MASYARAKAT TENTANG LAHAN GAMBUT.....</b>		<b>67</b>
A.	Pendahuluan.....	67
B.	Pemahaman Tentang Lahan Gambut.....	68
C.	Kearifan Lokal Masyarakat Menilai Kesuburan Lahan Gambut.....	72
D.	Pemahaman Masyarakat Tentang Pengelolaan Lahan Gambut .....	75
E.	Dampak Kebakaran Terhadap Masyarakat .....	77
<b>BAB VI BAHUMA SAWAH PASANG SURUT MENGGAPAI ASA MASA DEPAN PERTANIAN TANPA BAKAR .....</b>		<b>83</b>
A.	Pendahuluan.....	83
B.	Lingkungan Alam dan Sosial yang Diromantiskan.....	83
C.	Penduduk dan Simbol atau Pengetahuan Lokal Bertani .....	86
D.	Pengakhiran.....	98

## DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1	Kanal MODIS yang digunakan untuk menganalisis hotspot (Giglio et al., 2016).....	12
Tabel 2. 2	Makna Kepercayaan dalam Informasi Hotspot .....	16
Tabel 2. 3	Sea Scan AVHRR Fire Detection Configuration File.....	21
Tabel 2. 4	Sea Scan AVHRR Fire Detection Configuration File dari ASMC (malam hari) .....	21
Tabel 2. 5	Sea Scan AVHRR Fire Detection Configuration File dari ASMC (siang hari) .....	22
Tabel 2. 6	karakteristik band Landsat 8 Oli .....	23
Tabel 2. 7	Karakteristik Spektral Sensor TIRS.....	24
Tabel 2. 8	Spesifikasi Noise-Equivalent-Change-In Temperature ( $NE\Delta T$ )....	25

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 4. 1. Sistem Tabat, Sumber: (Suryadiputra et al., 2005) .....	52
Gambar 4. 2. Lokasi beberapa sekat kanal untuk menaikkan permukaan air, Sumber: (Suryadiputra et al., 2005).....	53
Gambar 4. 3. Sumur Bor.....	57
Gambar 4. 4. Tanaman sayuran yang ditanam di Lahan Bergambut .....	58
Gambar 4. 5. Sistem Surjan dengan tanaman jeruk pada bagian atas dan tanaman padi pada bagian bawahnya .....	59
Gambar 4. 6. Panen Sayuran yang Dihasilkan dari Budidaya Lahan Bergambut .....	61
Gambar 5. 1. Ilustrasi Pemanfaatan Lahan Gambut Berbasis Budaya Orang Dayak Kalimantan Tengah .....	76

# **BAB I**

## **KEBAKARAN LAHAN GAMBUT**

### **A. Konsep Bencana Kebakaran Lahan Gambut**

Bencana adalah peristiwa atau rangkaian peristiwa yang mengancam dan mengganggu kehidupan dan penghidupan masyarakat yang disebabkan, baik oleh faktor alam dan/atau faktor non alam maupun faktor manusia sehingga mengakibatkan timbulnya korban jiwa manusia, kerusakan lingkungan, kerugian harta benda, dan dampak psikologis (Undang-undang Nomor 24 Tahun 2007). Bencana menjadi semakin bertambah besar dampaknya dengan adanya bertambahnya semakin bertambahnya manusia yang menempati tempat-tempat rawan bencana.

Bencana dapat dibedakan menjadi bencana alam, bencana non alam, dan bencana sosial. BNPB menjelaskan bahwa bencana alam dapat diakibatkan oleh peristiwa yang berasal dari alam, antara atau serangkaian peristiwa yang disebabkan oleh alam antara lain berupa gempa bumi, tsunami, gunung meletus, banjir, kekeringan, angin topan, dan tanah longsor. Bencana non alam adalah bencana yang diakibatkan oleh peristiwa atau rangkaian peristiwa non alam yang antara lain berupa gagal teknologi, gagal modernisasi, epidemi, dan wabah penyakit (Undang-undang Nomor 24 Tahun 2007). Definisi bencana sosial menurut BNPB adalah peristiwa yang disebabkan kegiatan manusia misalnya konflik sosial antar kelompok atau antar komunitas masyarakat, dan teror.

Bencana alam yang tergantung pada aspek cuaca adalah bencana meteorologis. Bencana meteorologi yang banyak terjadi pada musim penghujan adalah banjir. Bencana yang selalu terjadi pada musim kemarau adalah bencana kebakaran hutan dan lahan. Kebakaran hutan dan lahan menurut BNPB adalah keterdapatan api di hutan dan lahan yang menimbulkan kerusakan sehingga terjadi kerugian baik secara ekonomis maupun lingkungan.

Kebakaran lahan dan kebun menimbulkan berbagai dampak negatif terhadap lingkungan dan perikehidupan manusia di sektor kesehatan, sosial dan ekonomi (Peraturan Menteri Pertanian RI No 47/Permentan/OT.140/4/2014). Kebakaran hutan dan lahan seringkali menyebabkan hilangnya aset dan kerusakan ekologi, dampak yang sangat menonjol dan dirasakan langsung oleh masyarakat adalah terjadinya kabut asap. Bencana asap yang dapat mengganggu aktivitas dan kesehatan masyarakat sekitar, dan sistem transportasi yang mempengaruhi perekonomian, baik lokal, regional maupun internasional (PP Pertanian RI No 47/Permentan/OT.140/4/2014). Asap yang ditimbulkan tidak hanya skala nasional tetapi juga menimbulkan kerugian bagi negara- negara di sekitar wilayah Indonesia (BNPB, 2013). Kerugian lainnya dari kebakaran lahan yang terjadi di Indonesia adalah meningkatnya emisi gas rumah kaca (JICA, 2017). Emisi gas rumah kaca (GRK) terutama adalah CO<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>O, dan CH<sub>4</sub> yang berkontribusi terhadap perubahan iklim (Peraturan Menteri Pertanian RI No 47/Permentan/OT.140/4/2014).

Data kebakaran hutan dan lahan di wilayah Indonesia berdasarkan data sipongi.menlhk.go.id menunjukkan bahwa selama periode 2014-2019, luas hutan dan lahan yang terjadi kebakaran paling tinggi saat musim kemarau panjang pada tahun 2015 dan tahun 2019. Tahun 2015 terjadi kebakaran hutan dan lahan sebesar 2.611.411,44 Ha. Tahun 2019 terjadi kebakaran seluas 1.592.010,00 Ha.

Hutan dan lahan di Kalimantan Selatan yang mengalami kebakaran berdasarkan data sipongi.menlhk.go.id tahun 2015 adalah 196.516,77 Ha, sedangkan tahun 2019 adalah 136.428,00 Ha. Luas kebakaran hutan dan lahan termasuk tinggi jika dibandingkan dengan provinsi lain di Indonesia.

Jumlah titik panas yang terdapat di Indonesia sepanjang tahun 2019 berdasarkan data sipongi.menlhk.go.id adalah 27758. Jumlah titik panas tertinggi ada di Provinsi Kalimantan Tengah yaitu 7059 titik panas. Provinsi Kalimantan Selatan mempunyai titik panas sejumlah 901 titik panas.

Kebakaran yang terjadi di hutan dan lahan sebagian besar terjadi di luar wilayah hutan. Sekitar 70-80 persen kebakaran terjadi di luar wilayah hutan, sedangkan sekitar 20-3 persen di dalam wilayah hutan. Kebakaran di wilayah Indonesia menjadi spesifik karena banyak terjadi di lahan gambut yang menimbulkan masalah kabut asap (BNPB, 2013). Kebakaran di wilayah Indonesia merupakan kebakaran berulang yang terjadi pada musim kemarau (Putra et al., 2018).

Luasan lahan gambut di Indonesia adalah 20,6 juta hektar. Sekitar 5,7 juta ha atau 27,8% dari luasan tersebut terdapat di Kalimantan. Lahan gambut dan vegetasi yang tumbuh di atas lahan gambut merupakan sumber daya alam yang berfungsi pelestarian sumberdaya air, peredam banjir, pencegah intrusi air laut, pendukung berbagai kehidupan keanekaragaman hayati, dan pengendali iklim (Wahyunto, dkk, 2004). Kebakaran pada lahan gambut dapat menyebabkan degradasi pada lahan gambut.

## **B. Faktor penyebab kebakaran lahan**

Kebakaran dibedakan menjadi dua yaitu kondisi iklim dan aktivitas manusia dalam mengelola hutan dan lahan. Kondisi iklim mempengaruhi sekitar 99 persen baik yang disengaja maupun tidak disengaja. Motif kebakaran yang disebabkan oleh manusia adalah motif ekonomi (BNPB, 2013) (JICA, 2017). Kegiatan manusia yang menyebabkan kebakaran hutan dan lahan di Indonesia adalah konversi lahan sebanyak 34%, perladangan liar 25%, pertanian 17%, kecemburuan sosial 14%, dan proyek transmigrasi 8% (BNPB, 2013).

Kebakaran hutan yang disebabkan oleh faktor-faktor alam seperti kekeringan, angin kencang, batu bara, dll. Kebakaran di daerah sub tropis lebih sering terjadi karena faktor alam (kekeringan) dibandingkan dengan faktor manusia. Adanya akumulasi dedaunan/serasah, panas, angin dan gesekan batuan pada musim kemarau dapat memicu terjadinya kebakaran. Kebanyakan masyarakat kurang memahami tentang kondisi faktor penyebab terjadinya kebakaran (Zulkifli, 2017).

Lahan gambut Indonesia telah mengalami deforestasi dan degradasi yang luas sebagai akibat dari penebangan, drainase, kebakaran dan konversi ke penggunaan lahan lainnya. Sejumlah inisiatif restorasi telah dicoba untuk mengatasi degradasi ini, namun, hingga saat ini, hanya ada sedikit refleksi yang koheren atau keras tentang efektivitas intervensi ini (Dohong et al., 2018). Kebakaran hutan merupakan salah satu permasalahan lingkungan dan kehutanan yang krusial serta menjadi perhatian lokal dan global. Upaya penanggulangannya sudah lama dilakukan tetapi keberhasilannya relatif rendah (Cahyono et al., 2015).

Penyebab kebakaran langsung menurut (BNPB, 2013) adalah api digunakan dalam pembukaan dan/atau penyiapan lahan baik oleh aktivitas pertanian, perkebunan, hutan tanaman industri maupun penyiapan lahan untuk transmigrasi. Ekspansi yang cepat dari sektor perkebunan mendorong drainase berskala luas dan konversi ekosistem rawa gambut (Thorburn & Kull, 2015). Pembukaan lahan adalah serangkaian kegiatan yang dilakukan sesuai perencanaan tata ruang dan tata letak, pengukuran areal, dan pembersihan lahan sampai dengan lahan siap untuk ditanami (Peraturan Menteri Pertanian RI No 47/Permentan/OT.140/4/2014).

Selain itu, kebakaran juga dapat disebabkan karena kebakaran yang tidak disengaja. Kegiatan penyiapan lahan dapat menyebabkan kebakaran yang tidak terkendali dan menyebar ke wilayah hutan (Peraturan Menteri Pertanian RI No 47/Permentan/OT.140/4/2014). Keterdapatan api yang berkaitan dengan ekstraksi sumberdaya lahan juga dapat menyebabkan terjadinya kebakaran hutan dan lahan, seperti pengambilan ikan, madu dan berburu. Kebakaran juga disebabkan adanya konflik kepemilikan lahan. Pembakaran lahan konflik digunakan untuk mempercepat proses penyelesaian konflik kepemilikan lahan.

Membakar lahan gambut dianggap sebagai cara cepat untuk melakukan penyiapan lahan (Febrie et al., 2017). Membuka lahan gambut dengan membakar dianggap lebih ekonomis dan lebih mudah. Masyarakat juga

beranggapan membakar lahan gambut dianggap menambah kesuburan tanah (Tahrin et al., 2015).

Kebakaran hutan dan lahan (karhutla) terutama pada lahan gambut sering dialami Indonesia. Sepuluh tahun terakhir, Indonesia menempati urutan ketiga dunia dalam hal pencemaran udara akibat pembakaran hutan, di mana sebelumnya menempati urutan ke-25. Karhutla tahun 1997 merupakan yang terparah sepanjang sejarah Indonesia. Sementara itu, karhutla tahun 2015 yang juga cukup parah menunjukkan bahwa Indonesia telah abai terhadap permasalahan ini. Adanya anomali iklim EL Nino yang dibarengi dengan pengeringan lahan gambut dan pembakaran sengaja oleh manusia untuk membuka lahan memicu terjadinya karhutla yang masif. Karhutla tahun 1997 jauh lebih parah dilihat dari luasan areal terbakar, korban jiwa, dan kerugian ekonomi yang ditimbulkan. Rekomendasi solusi permasalahan ini adalah menegakkan dan mempertegas peraturan, konservasi berbasis masyarakat, dan melakukan restorasi gambut. Ketiga solusi tersebut telah mengakomodir 3 elemen penting, yaitu pemerintah, masyarakat, dan korporat (Nurkholis et al., 2018).

Deforestasi dan pengeringan lahan gambut ternyata meningkatkan kemudahan terjadinya kebakaran (Turetsky et al., 2014; Wooster et al., 2018). Kegiatan pembalakan yang tidak berkelanjutan, drainase, konversi ke pertanian telah menyebabkan terjadinya degradasi lahan gambut (M. A. Cochrane et al., 2018).

Faktor-faktor lainnya yang menyebabkan terjadinya peningkatan kebakaran hutan dan hutan rawa di Indonesia adalah harga kayu bulat, harga ekspor CPO, el nino, anggaran Kementerian Kehutanan, krisis ekonomi, jumlah hotspot. Jumlah hotspot menjadi penentu utama peningkatan kebakaran hutan di wilayah Indonesia (Cahyono et al., 2015).

Kebakaran gambut yang nyata adalah menyebabkan terjadinya degradasi lahan gambut. Degradasi lahan gambut dapat berupa hilangnya vegetasi alami dan rusaknya fungsi hidrologis (Novryandi, 2018).

Pengembangan lahan gambut yang luas sebagai perkebunan kayu dan perkebunan kelapa sawit telah menyebabkan ancaman serius bagi ekosistem hutan rawa gambut yang tersisa. Kebakaran hutan dan lahan terjadi setiap tahun, terutama di musim kemarau, dan sisa hutan rawa gambut menjadi sasaran kegiatan penebangan liar dan gangguan alam. Penduduk desa terus mengubah hutan rawa gambut alami yang tersisa menjadi kebun karet hutan dan perkebunan kelapa sawit (Gunawan et al., 2016).



**Gambar 1. 1.** Lahan Bergambut yang Mengalami Kebakaran

### **C. Upaya penanggulangan bencana kebakaran**

Pengendalian Kebakaran Lahan dan Kebun adalah serangkaian kegiatan yang dilakukan mulai dari pencegahan, pemadaman dan penanganan pasca kebakaran di lahan dan kebun (Peraturan Menteri Pertanian RI No 47/Permentan/OT.140/4/2014). Kebijakan pengendalian kebakaran hutan sebaiknya diarahkan pada upaya pencegahan terjadinya hotspot dibandingkan dengan upaya pemadaman kebakaran hutan. Perubahan paradigma ke pengendalian hotspot perlu dukungan dengan sosialisasi, anggaran, sumber daya manusia, dan peralatan. Pemanfaatan citra satelit dapat dilakukan untuk memantau hotspot untuk memantau hotspot agar masyarakat dapat menentukan penanganan hotspot (Cahyono et al., 2015).

Kebakaran hutan merupakan salah satu faktor penyebab kerusakan hutan. Perlindungan kerusakan hutan yang disebabkan oleh kebakaran dilakukan melalui kegiatan pengendalian kebakaran hutan yang meliputi: a. Pencegahan; b. Pemadaman; c. Penanganan pasca kebakaran (PP No. 45 tahun 2004 tentang Perlindungan Hutan). Pengendalian kebakaran hutan adalah: semua usaha, pencegahan, pemadaman, penanganan pasca kebakaran hutan dan penyelamatan. Pencegahan kebakaran hutan adalah: semua usaha, tindakan atau kegiatan yang dilakukan untuk mencegah atau mengurangi kemungkinan terjadinya kebakaran hutan (Zulkifli, 2017).

Meskipun berbagai aturan dan petunjuk teknis terkait dengan pengendalian kebakaran lahan telah diterbitkan, namun dalam kenyataannya masih terjadi kebakaran lahan dan kebun. Kebijakan pembukaan lahan tanpa bakar (PLTB) dalam penerapannya masih terkendala antara lain belum tersedianya teknologi tepat guna, murah, dan ramah lingkungan serta belum dapat memanfaatkan limbah hasil bukaan lahan dan kebun. Pada sisi lain keinginan untuk membuka lahan dengan cara mudah, murah dan cepat, merupakan faktor yang mempengaruhi terjadinya pembakaran lahan dan kebun (Peraturan Menteri Pertanian RI No 47/Permentan/OT.140/4/2014).

Membatasi meluasnya kebakaran hutan dan mempercepat pemadaman kebakaran setiap orang yang berada di dalam dan di sekitar hutan wajib: a. melaporkan kejadian kebakaran hutan kepada Kepala Desa setempat, petugas kehutanan, Kepala Kesatuan Pengelolaan Hutan, Pemegang Izin Pemanfaatan Hutan, Pemegang Izin Penggunaan Kawasan Hutan atau Pemilik Hutan Hak; b. membantu memadamkan kebakaran hutan (PP No. 45 tahun 2004 tentang Perlindungan Hutan).

Upaya peningkatan pengendalian kebakaran hutan dan lahan juga dilakukan oleh Menteri Pertanian. Menteri Pertanian mempunyai tugas untuk: 1. Menyusun pedoman yang terkait dengan pengendalian kebakaran lahan pertanian; 2. Meningkatkan kinerja Pejabat Penyidik Pegawai Negeri Sipil Pertanian dalam rangka penegakan hukum terhadap pelaku pelanggaran di

bidang kebakaran lahan pertanian; 3. Meningkatkan kualitas dan kuantitas sumber daya manusia dalam pengendalian kebakaran lahan pertanian; dan 4. Memfasilitasi penerapan teknologi pertanian yang dapat meningkatkan upaya pengendalian kebakaran lahan pertanian (Peraturan Menteri Pertanian RI No 47/Permentan/OT.140/4/2014).

Pemadaman kebakaran terbagi atas 3 (tiga) tingkatan yaitu: 1. Kebakaran awal; 2. Kebakaran lanjut; dan 3. Kebakaran luar biasa. Kebakaran tingkat awal, yaitu kebakaran yang dapat dipadamkan dalam waktu 3 (tiga) hari. Kebakaran tingkat lanjut yaitu kebakaran yang dapat dipadamkan dalam waktu 4-7 hari. Kebakaran tingkat luar biasa yaitu kebakaran yang tidak dapat dipadamkan dalam waktu di atas 7 (tujuh) hari (Peraturan Menteri Pertanian RI No 47/Permentan/OT.140/4/2014). Upaya preventif untuk pencegahan kebakaran dengan berbasis masyarakat adalah pemadaman secara dini, penyuluhan kepada masyarakat, dan memberikan peringatan tentang bahaya kebakaran melalui papan peringatan. Masyarakat turut berpartisipasi dalam upaya pengendalian kebakaran hutan secara aktif baik secara perorangan maupun secara kelembagaan (Zulkifli, 2017).

Upaya lainnya untuk mencegah kebakaran hutan dan lahan gambut adalah dengan mengetahui potensi titik api, mekanisme penyebaran api, dan penyebab utama kebakaran hutan dan lahan gambut (R. Hidayat et al., 2019). Saat ini, sumber api (yaitu hotspot) terletak berdasarkan data satelit. Sensor seperti MODIS dan AVHRR mendeteksi ekstrem dalam suhu rata-rata suatu daerah. Hotspot memiliki resolusi spasial yang rendah dan jejak spasial yang besar, sehingga mempersulit mendeteksi kebakaran (Aditya et al., 2019).

## DAFTAR PUSTAKA

Aditya, T., Laksono, D., & Izzahuddin, N. (2019). Crowdsourced hotspot validation and data visualisation for location-based haze mitigation. *Journal of Location Based Services*, 13(4), 239–269. <https://doi.org/10.1080/17489725.2019.1619851>

- BNPB. (2013). *Rencana Kontinjensi Nasional Menghadapi Ancaman Bencana Asap Akibat Kebakaran Hutan dan Lahan*. [https://bnpb.go.id/uploads/publication/597/rencana\\_kontijensi.pdf](https://bnpb.go.id/uploads/publication/597/rencana_kontijensi.pdf)
- Cahyono, S. A., Warsito, S. P., Andayani, W., & Darwanto, D. H. (2015). Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Kebakaran Hutan Di Indonesia Dan Implikasi Kebijakannya. *Jurnal Sylva Lestari*, 3(1), 103–112. <https://doi.org/10.23960/jsl13103-112>
- Cochrane, M. A., Graham, L., Yokelson, R. J., & Saharjo, B. H., Sr. (2018). Tropical Peat Fire Behavior, Emission Factors and Challenges for Making Regional Carbon Emission Estimates. *AGU Fall Meeting Abstracts*, 42. <http://adsabs.harvard.edu/abs/2018AGUFM.B42A..07C>
- Dohong, A., Abdul Aziz, A., & Dargusch, P. (2018). A Review of Techniques for Effective Tropical Peatland Restoration. *Wetlands*, 38(2), 275–292. <https://doi.org/10.1007/s13157-018-1017-6>
- Febrie, H., Muhardi, & Wibisono, G. (2017). *Karakteristik Tanah Gambut Yang Distabilisasi Terhadap Pebakaran*. <https://media.neliti.com/media/publications/185590-ID-karakteristik-tanah-gambut-yang-distabil.pdf>
- Gunawan, H., Kobayashi, S., Mizuno, K., Kono, Y., & Kozan, O. (2016). Sustainable Management Model for Peatland Ecosystems in the Riau, Sumatra. In M. Osaki & N. Tsuji (Eds.), *Tropical Peatland Ecosystems* (pp. 113–123). Springer Japan. [https://doi.org/10.1007/978-4-431-55681-7\\_7](https://doi.org/10.1007/978-4-431-55681-7_7)
- Hidayat, R., Purwanto, W., & Fauzan, F. (2019, January 1). *Utilization of Geographic Information System (GIS) For The Prevention of Land And Forest Fires As Mitigation Efforts For Peatland Disasters*. <https://doi.org/10.2991/iclick-18.2019.27>
- JICA. 2017. Survei Pengumpulan Data Mengenai Pengendalian Kebakaran Hutan & Lahan Gambut dan Restorasi Lahan Gambut di Indonesia. Laporan Akhir. Jakarta
- Novryandi, H. (2018). Kajian Beberapa Karakteristik Gambut Pada Hutan Lindung Gambut (HLG) Londerang Pasca Terbakar di Kecamatan Berbak Kabupaten Tanjung Jabung Timur. *Agroekoteknologi*. <https://repository.unja.ac.id/3028/>
- Nurkholis, A., Rahma, A., Widyaningsih, Y., Maretya, D., Wangge, G., Widiastuti, A., Suci, A., & Abdillah, A. (2018). *Analisis Temporal Kebakaran Hutan dan Lahan di Indonesia Tahun 1997 dan 2015 (Studi Kasus Provinsi Riau)*. <https://doi.org/10.31227/osf.io/cmzuf>
- Peraturan Menteri Pertanian RI No 47/Permentan/OT.140/4/2014. Tentang Brigade Dan Pedoman Pelaksanaan Pencegahan Serta Pengendalian

Kebakaran Lahan Dan Kebun PP No. 45 tahun 2004 tentang  
Perlindungan Hutan

PP No. 45 tahun 2004 tentang Perlindungan Hutan

- Putra, E. I., Cochrane, M. A., Vetrita, Y., Graham, L., & Saharjo, B. H. (2018). Determining critical groundwater level to prevent degraded peatland from severe peat fire. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 149, 012027. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/149/1/012027>
- Tahrur, M., Wawan, W., & Amri, A. I. (2015). *Perubahan Sifat Fisik Gambut Akibat Kebakaran di Desa Teluk Binjai Kecamatan Teluk Meranti Kabupaten Pelalawan*. 1. <https://www.neliti.com>
- Thorburn, C. C., & Kull, C. A. (2015). Peatlands and plantations in Sumatra, Indonesia: Complex realities for resource governance, rural development and climate change mitigation. *Asia Pacific Viewpoint*, 56(1), 153–168. <https://doi.org/10.1111/apv.12045>
- Turetsky, M., Benscoter, B., Page, S., Rein, G., Werf, G., & Watts, A. (2014). Global vulnerability of peatlands to fire and carbon loss. *Nature Geoscience*, 8, 11–14. <https://doi.org/10.1038/ngeo2325>
- Undang-undang Nomor 24 Tahun 2007 Tentang Penanggulangan Bencana.
- Wahyunto, S. Ritung dan H. Subagjo (2004). Peta Sebaran Lahan Gambut, Luas dan Kandungan Karbon di Kalimantan/Map of Peatland Distribution Area and Carbon Content in Kalimantan, 2000 – 2002. Wetlands International - Indonesia Programme & Wildlife Habitat Canada (WHC).
- Wooster, M. J., Gaveau, D. L. A., Salim, M. A., Zhang, T., Xu, W., Green, D. C., Huijnen, V., Murdiyarso, D., Gunawan, D., Borchard, N., Schirrmann, M., Main, B., & Sepriando, A. (2018). New Tropical Peatland Gas and Particulate Emissions Factors Indicate 2015 Indonesian Fires Released Far More Particulate Matter (but Less Methane) than Current Inventories Imply. *Remote Sensing*, 10(4), 495. <https://doi.org/10.3390/rs10040495>
- Zulkifli, I. (2017). Studi Pengendalian Kebakaran Hutan Di Wilayah Kelurahan Merdeka Kecamatan Samboja Kalimantan Timur. *AGRIFOR*, 16(1), 141–150. <https://doi.org/10.31293/af.v16i1.2600>

## **BAB II**

# **PENGINDERAAN JAUH DAN SISTEM INFORMASI GEOGRAFIS DALAM PEMETAAN KEBAKARAN LAHAN**

### **A. Pemetaan kerentanan kebakaran lahan**

Bencana kebakaran hutan dan lahan berpengaruh negatif secara ekologis yang menyebabkan kerusakan lingkungan sebagai konsekuensi dari perubahan tutupan lahan dan efek yang terakumulasi dari gangguan antropogenik (Adam et al., 2019). Pada konteks kajian kerentanan kebakaran hutan dan lahan pemanfaatan penginderaan jauh dan Sistem Informasi Geografis (SIG) sudah digunakan untuk analisa dan pengamatan sejak tahun 1990-an. Melalui citra penginderaan jauh dapat dilakukan pemantauan kebakaran hutan dan lahan secara temporal (Arisanty, Adyatma, et al., 2019) sedang pemanfaatan SIG digunakan untuk membuat rencana antisipasi kebakaran dengan pembuatan peta rawan kebakaran melalui teknik pemodelan (Tarigan et al., 2016).

Kemampuan citra penginderaan jauh dalam identifikasi kerentanan kebakaran hutan dan lahan dapat melalui sensor satelit yang peka terhadap suhu permukaan yang tinggi sebagai praduga titik kebakaran/hotspot (Chrisnawati, 2008; LAPAN, 2017), estimasi areal kebakaran dengan analisis kerapatan titik panas (Endrawati et al., 2018), pemantauan perubahan vegetasi sebelum, saat, dan setelah kebakaran sebagai jasa lingkungan (Arisanty, Adyatma, et al., 2019). Kemampuan SIG dalam strategi prediktif menjadikannya sangat handal dalam pemetaan sehingga dapat menghasilkan produk berupa peta kawasan yang rawan terbakar serta dapat digunakan untuk menghitung luasan areal yang terbakar dan strategi adaptasi penanganannya (Adam et al., 2019).

SIG dapat menganalisis kerusakan lingkungan dengan menumpangsusunkan sebaran titik kebakaran dengan data administrasi,

penutup lahan (*drylands* dan *wetlands*), penggunaan lahan (fungsi kawasan hutan, izin kehutanan, unit kesatuan pengelolaan hutan) sebagai pemberian tanggung jawab terhadap kepemilikan lahan yang dibakar (Endrawati, 2016).

Satelit penginderaan jauh memindai informasi permukaan bumi yang di permukaannya terdapat kebakaran hutan dan lahan kemudian dikirimkan melalui antena ke stasiun bumi dan disimpan dalam media penyimpanan data. Data citra diproses secara otomatis dengan menggunakan algoritma tertentu sehingga menghasilkan informasi titik kebakaran. Menganalisis titik kebakaran hutan dan lahan menggunakan citra penginderaan jauh yang datanya mudah didapatkan dan resolusi temporalnya yang tinggi di Indonesia diantaranya MODIS, NOAA dan Landsat (Aini & Sukojo, 2016; Sukojo & Aini, 2018; Suwarsono et al., 2013).

**B. Satelit *Moderate-resolution Imaging Spectroradiometer* (MODIS) dalam Mendeteksi Kebakaran Lahan**

Menganalisis hotspot dari data MODIS ada 7 spektrum gelombang elektromagnetik yang digunakan yaitu spektrum *thermal* 4  $\mu\text{m}$ , 11  $\mu\text{m}$  dan 12  $\mu\text{m}$ , serta reflektansi *spectrum* 0.65  $\mu\text{m}$ , 0.86  $\mu\text{m}$  dan 2.1  $\mu\text{m}$  yang digunakan untuk meminimalisir gangguan awan, pantulan sinar matahari terhadap lautan (*sun glint*), pesisir, serta pembukaan hutan. Kanal MODIS yang digunakan untuk menganalisis hotspot ditunjukkan pada Tabel 2.1.

**Tabel 2. 1** Kanal MODIS yang digunakan untuk menganalisis hotspot (Giglio et al., 2016)

No Kanal	Panjang Gelombang ( $\mu\text{m}$ )	Kegunaan
1	0.65	Meminimalisir kesalahan deteksi akibat pantulan sinar matahari terhadap lautan (sun glint), pesisir, dan awan

No Kanal	Panjang Gelombang ( $\mu\text{m}$ )	Kegunaan
2	0.86	Meminimalisir kesalahan deteksi akibat sun glint dan pesisir
7	21	Meminimalisir kesalahan deteksi akibat sun glint dan pesisir
21	4.0	Merupakan kanal yang mempunyai kisaran tinggi untuk deteksi kebakaran
22	4.0	Merupakan kanal yang mempunyai kisaran rendah untuk deteksi kebakaran
31	11.0	Untuk deteksi kebakaran, serta meminimalisir kesalahan deteksi dari awan dan pembukaan hutan (forest clearing),
32	12.0	Untuk meminimalisir kesalahan deteksi akibat awan

Urutan proses deteksi hotspot meliputi pengolahan (1) pemisahan darat dan air, (2) pemisahan awan, (3) identifikasi piksel yang berpotensi terdapat kebakaran, (4) analisis piksel sekitarnya (dimensi 21 piksel x 21 piksel), (5) uji nilai ambang batas (*threshold*), dan (6) uji kesalahan deteksi (*sun glint*, gurun, pesisir, pembukaan hutan) dan (7) analisis tingkat kepercayaan hotspot. Algoritma deteksi hotspot mengutip pada (Giglio et al., 2003, 2016; Justice et al., 2002; A. Kaufman & McLean, 1998).

Parameter utama untuk deteksi hotspot berupa suhu kecerahan di atas atmosfer dari panjang gelombang 4  $\mu\text{m}$  dan 11  $\mu\text{m}$ , disimbolkan berturut-turut dengan  $T_4$  dan  $T_{11}$ . Sebagaimana diketahui bahwa MODIS memiliki dua spektrum 4  $\mu\text{m}$ , yaitu kanal 21 dan 22. Keduanya dipergunakan untuk pendeteksian hotspot. Kanal 21 jenuh pada titik sekitar 500 K, sedang kanal 22 jenuh pada sekitar 331 K. Oleh karena kanal 22 memiliki saturasi yang rendah,

maka kanal ini rendah gangguan (noise) dan memiliki kesalahan kuantisasi yang lebih rendah. Oleh sebab itu, sedapat mungkin,  $T_4$  yang dipergunakan berasal dari kanal ini. Apabila kanal ini mengalami saturasi atau hilang datanya, baru diganti dengan kanal 21.

$T_{11}$  diolah dari spektrum 11  $\mu\text{m}$  (kanal 31). Kanal ini memiliki saturasi sekitar 400 K (untuk Terra MODIS) dan 340 K (untuk Aqua MODIS). Spektrum 12  $\mu\text{m}$  (kanal 32) dipergunakan untuk pemisahan awan. Suhu kecerahan untuk kanal ini dilambangkan dengan  $T_{12}$ . Kanal-kanal merah dan inframerah resolusi 250 m, diagregat menjadi 1 km, dipergunakan untuk meniadakan hotspot semu dan masking awan. Reflektansi kanal-kanal ini berturut-turut dilambangkan dengan  $\rho_{0.65}$  dan  $\rho_{0.86}$ . Kanal 2,1  $\mu\text{m}$ , juga diagregat menjadi 1 km, dipergunakan untuk meniadakan hotspot semu akibat pengaruh tubuh perairan. Reflektansi dari kanal ini dilambangkan dengan  $\rho_{2.1}$ . Langkah pengolahan untuk deteksi hotspot sebagai berikut:

#### 1. Pemisahan awan dan air

- a. Siang hari: suatu piksel dianggap sebagai awan jika memenuhi persyaratan sebagai berikut:

$$(\rho_{0.65} + \rho_{0.86} > 0.9) \text{ atau } (T_{12} < 265 \text{ K}) \text{ atau } (\rho_{0.65} + \rho_{0.86} > 0.7 \text{ dan } T_{12} < 285 \text{ K})$$

- b. Malam hari: suatu piksel dianggap sebagai awan jika memiliki nilai  $T_{12} < 265 \text{ K}$ .

#### 2. Komponen algoritma pendeteksian

- a. Identifikasi piksel potensial api (*Identification of potential fire pixel*)

- 1) Siang hari: suatu piksel diidentifikasi sebagai piksel potensial api jika memenuhi persyaratan sebagai berikut: ( $T_4 > 310 \text{ K}$ ,  $\Delta T > 10 \text{ K}$  dan  $\rho_{0.86} > 0.3$ ) dimana  $\Delta T = T_4 - T_{11}$

- 2) Untuk data malam hari, memiliki persyaratan yang sama dengan data siang, hanya untuk nilai ambang  $T_4$  berkurang menjadi 305 K.

- 3) Selanjutnya, terdapat dua jalur logis dimana piksel-piksel api dapat diidentifikasi. Pertama terdiri dari tes ambang mutlak sederhana. Ambang batas ini harus diatur cukup tinggi sehingga ini hanya dipicu oleh piksel api yang sangat tidak ambigu, yaitu memiliki kesempatan yang sedikit untuk menjadi kebakaran semu.
3. Karakterisasi latar belakang (*Background characterization*)
  - a. Nilai rata-rata dan standar deviasi suhu kecerahan diambil dari setiap luasan 21 x 21 piksel. Nilai ini akan menjadi dasar deteksi hotspot di wilayah sekitarnya
4. Uji ambang batas absolut (*Absolute threshold test*)
  - a. Suatu piksel diidentifikasi sebagai hotspot apabila:
    - 1)  $T_4 > 360$  K (pada siang hari), atau 320 K (malam hari)
  - b. Selanjutnya dilakukan uji dengan menggunakan nilai pixel di sekitarnya (21 x 21 piksel), yaitu:
    - 1) Selisih suhu kecerahan  $T_4$  dan  $T_{11}$  ( $\Delta T$ ) lebih besar dari rata-rata dari  $\Delta T$  ditambah dengan 3.5 kali standar deviasi dari  $\Delta T$ .
    - 2) Selisih suhu kecerahan  $T_4$  dan  $T_{11}$  ( $\Delta T$ ) lebih besar dari rata-rata dari  $\Delta T$  ditambah dengan 6 K
    - 3) Suhu kecerahan  $T_4$  lebih besar dari nilai rata-rata  $\Delta T$  disekitarnya ditambah 3 kali standar deviasi  $T_4$
    - 4) Suhu kecerahan  $T_{11}$  lebih besar dari rata-rata  $T_{11}$  ditambah standar deviasi  $T_{11}$  dikurangi 4 K
    - 5) Standar deviasi  $T_4$  lebih besar dari 5 K
  - c. Pada siang hari, suatu piksel disebut hotspot apabila uji 1 terpenuhi atau uji 2 hingga uji 4 terpenuhi dan apabila uji 5 atau uji 6 terpenuhi. Jika tidak maka diklasifikasikan sebagai bukan hotspot.

- d. Malam hari, suatu piksel disebut hotspot apabila uji 1 terpenuhi atau uji 2 hingga 4 terpenuhi. Jika tidak maka diklasifikasikan sebagai bukan hotspot.

### C. Kepercayaan Hotspot dari Data MODIS

Kepercayaan atau *confidence level* menunjukkan tingkat kepercayaan bahwa hotspot yang dipantau dari data satelit penginderaan jauh merupakan benar-benar kejadian kebakaran yang terjadi di lapangan. Semakin tinggi kepercayaan, maka semakin tinggi potensi bahwa hotspot tersebut benar-benar kebakaran lahan atau hutan yang terjadi (Giglio et al., 2018). Membagi tiga kelas tingkat kepercayaan yang ditunjukkan pada Tabel 2.2.

**Tabel 2. 2** Makna Kepercayaan dalam Informasi Hotspot

Tingkat kepercayaan ( <i>confidence</i> )	Kelas	Tindakan
$0\% \leq C < 30\%$	Rendah	Perlu diperhatikan
$30\% \leq C < 80\%$	Nominal	Waspada
$80\% \leq C \leq 100\%$	Tinggi	Segera penanggulangan

### D. Ciri Hotspot Penanda Kebakaran

Selain informasi kepercayaan sebagai penanda adanya kebakaran lahan dan hutan, berikut adalah ciri-ciri hotspot yang benar-benar terjadi kebakaran lahan atau hutan:

1. Hotspot bergerombol, biasanya kebakaran lahan yang cukup besar tidak dideteksi hanya sebagai satu hotspot karena efek panasnya menyebar ke lingkungannya sehingga jika hotspot bergerombol maka dapat dipastikan terjadi kebakaran lahan dan hutan.

2. Hotspot disertai dengan asap. Dalam menganalisa titik api sebagai penanda kebakaran lahan/hutan, maka perlu juga dilihat RGB citra yang bersangkutan sehingga dapat diketahui apakah titik hotspot tersebut terdapat asap atau tidak dalam citra.
3. Titik hotspot terjadi berulang, sehingga dimungkinkan adanya kebakaran di wilayah tersebut.

Jumlah titik hotspot bukanlah jumlah kejadian kebakaran lahan dan hutan yang terjadi, melainkan indikator adanya kebakaran lahan dan hutan.

#### **E. Kesalahan dalam Interpretasi Hotspot**

Kesalahan-kesalahan yang sering dianggap benar dalam menginterpretasikan titik panas/hotspot antara lain adalah sebagai berikut:

1. Koordinat titik panas/hotspot merupakan lokasi kejadian kebakaran lahan/hutan. Beberapa Pemerintah Daerah yang melaporkan dalam kuisisioner yang dikirimkan oleh LAPAN, bahwa akurasi hotspot untuk kebakaran lahan/hutan hanya berkisar 30-50%. Setelah dilakukan klarifikasi, apakah dilihat dalam radius 1 s.d 2 km, ternyata orang tersebut tidak melakukannya. Hasil penelitian LAPAN (Khomarudin et al., 2013; Zubaidah et al., 2014) menunjukkan bahwa error horizontal hotspot adalah sekitar 1 s.d 2 km dari koordinat ditunjukkan. Hal ini dapat dijelaskan bahwa resolusi spasial (ukuran piksel dari citra) baik NOAA maupun Terra/Aqua MODIS adalah 1 km x 1 km di bagian tengah citra yang dihasilkannya. Di wilayah pinggir, resolusi spasialnya dapat 2 km x 2 km, sehingga kesalahan lokasi dapat mencapai maksimal 2 km. Koordinat titik panas/hotspot adalah titik tengah dari piksel citra satelit NOAA atau Terra/Aqua MODIS. Sumber kebakaran yang diidentifikasi sebagai hotspot dapat berada di area piksel satelit tersebut.
2. Jumlah hotspot merupakan jumlah kebakaran lahan/hutan yang terjadi di lapangan. Jumlah hotspot bukan merupakan jumlah kejadian kebakaran

- lahan/hutan di lapangan. Dua kejadian kebakaran yang masih dalam radius 500 m dapat dideteksi hanya satu hotspot,
3. dan sebaliknya kejadian kebakaran lahan/hutan yang sangat besar dapat dideteksi lebih dari 2 hotspot. Bahkan satu kebakaran kecil, tetapi panasnya sangat tinggi dapat menghasilkan lebih dari 2 hotspot.
  4. Jumlah hotspot dapat dikonversi menjadi luas kebakaran. Merujuk pada kesalahan point 2 maka, hotspot tidak dapat dikonversi menjadi luas kebakaran lahan/hutan. Jika hal ini dipaksakan maka kesalahan yang terjadi sangat besar. Sebaiknya untuk menghitung luas kebakaran lahan/hutan digunakan data satelit dengan resolusi lebih tinggi seperti Landsat atau SPOT.
  5. Satelit Terra/Aqua lebih baik dari NOAA. Ini yang diperdebatkan dalam masyarakat yang memantau hotspot. Padahal jika semua satelit digunakan, maka kita akan mendapatkan informasi hotspot yang lebih baik. Satelit memotret permukaan bumi tergantung dari kapan melintas di wilayah yang di potret, pada saat pemotretan tersebut hotspot akan terpantau jika terjadi kebakaran. Jika ada kebakaran lahan/hutan pada saat satelit tidak melintas, maka hotspot tidak akan terpantau dari satelit. Hal ini menyebabkan bahwa penggunaan kedua satelit baik Terra/Aqua dan NOAA akan memperbanyak jumlah lintasan satelit sehingga hotspot akan terpantau lebih baik.

**F. Satelit *Advanced Very High Resolution Radiometer- National Oceanic and Atmospheric Administration (AVHRR-NOAA)* dalam Mendeteksi Kebakaran Lahan dalam Mendeteksi Kebakaran Lahan**

Sensor AVHRR didesain untuk aplikasi ilmu meteorology dan kelautan. Sensor ini dapat digunakan sebagai pendeteksi kebakaran dengan cara dilakukan modifikasi khusus pada algoritma spektralnya. Saluran yang paling sesuai untuk pendeteksian kebakaran adalah dua saluran infra merah thermal yang pertama, yaitu saluran 3 dan 4. Proses pendeteksian kebakaran berdasarkan pada pengukuran temperatur permukaan bumi yang diperoleh dari

saluran 3. Sebuah piksel dideteksi sebagai piksel kebakaran atau hotspots ketika saluran 3 dipenuhi oleh temperatur spesifik vegetasi yang terbakar (Malingreau, 1990).

Data hotspot dari citra NOAA-AVHRR dapat dijadikan sebagai indikasi kebakaran hutan/lahan, baik kebakaran tajuk (*Crown Fire*), kebakaran permukaan (*Surface Fire*) atau kebakaran bawah (*Ground Fire*). Daerah sekitar lokasi hotspot merupakan daerah yang rawan terhadap kebakaran (Ratnasari, 2000).

Keadaan normal suhu kecerahan (*Brightness temperature*) dari piksel citra NOAA-AVHRR band 3 selalu lebih kecil dari suhu kecerahan band 4. Apabila band 3 > band 4 maka terjadi anomaly yang disebabkan oleh adanya sumber panas seperti kebakaran hutan atau pengaruh kilauan matahari (*sunglind*). Apabila band 3-band 4 > 20 maka piksel tersebut adalah hotspot karena untuk seri NOAA 12 dan NOAA 14 konstanta sebesar 20 di lapangan mendekati kebenaran (Ratnasari, 2000).

Pengamatan hotspot beserta lokasinya akan lebih mudah dilakukan dengan menggunakan data malam hari dibandingkan data siang hari, karena pantulan sinar matahari dari awan dan asap dapat mengaburkan kenampakan dari hotspot. Mudah tidaknya mendeteksi hotspot tergantung pada ukuran objek yang terbakar.

Satelit NOAA memiliki cakupan yang sangat luas. Hal ini memungkinkan pengguna dapat menganalisa wilayah yang sangat luas dalam waktu yang relative singkat. Cakupan stasiun penerima NOAA Si Pongi di Jakarta misalny, meliputi Pulau Sumatera, Kalimantan dan Semenanjung Malaysia.

Data hotspot saat ini dapat dengan mudah diakses oleh berbagai kalangan. Akses mudah, murah dan cepat melalui internet pada berbagai sumber penyedia informasi data hotspot. Salah satu penyedia layanan tersebut yaitu FFPMP, Forest Fire Prevention Management Project, (proyek kerja sama Dephut dan JICA) dengan system penyebaran informasi.

### **G. Deteksi Kejadian Kebakaran menggunakan AVHRR NOAA**

Sensor yang paling luas digunakan untuk deteksi kebakaran dalam pemantauan kebakaran jangka panjang dan skala area luas adalah AVHRR yang terpasang pada satelit orbit polar NOAA. AVHRR mempunyai dua manfaat utama dalam monitoring kebakaran. Pertama cakupan pengamatan di seluruh bumi setiap hari pada resolusi sedang ( $1 \text{ Km}^2$ ). Kedua mempunyai kisaran spektral yang luas dari visible (saluran 1 –  $0.63 \mu\text{m}$ ), near-infrared (saluran 2 –  $0.83 \mu\text{m}$ ), mid-infrared (saluran 3 –  $0.37 \mu\text{m}$ ) dan panjang gelombang termal (saluran 4 dan 5 –  $10 - 12 \mu\text{m}$ ). Masing masing saluran memiliki fungsi untuk deteksi kebakaran hutan dan lahan (Li et al., 2001). Teknik NOAA hanya merekam kejadian kebakaran dengan nyala api yang melebihi 20 – 30meter. Kebakaran permukaan kecil atau kebakaran bawah tidak terekam atau tidak tertangkap jelas karena liputan awan tebal dan asap.

Pemantauan kebakaran hutan dapat mencakup lokasi kejadian kebakaran, perkiraan luas dan dampak kebakaran pada hutan dan lahan, perkiraan resiko kebakaran hutan dan intensitas kerusakan akibat kebakaran hutan. Melalui Sistem Informasi Geografis (SIG) dapat dibangun sebuah model statistik ke dalam model prediksi spasial.

Standar pengamatan dan pemrosesan citra NOAA memiliki perbedaan karena belum adanya standar internasional, khususnya deteksi hotspot, perbedaan ini diantaranya penentuan threshold antar stasiun pengamat. Perbedaan jumlah hotspot yang terpantau biasanya disebabkan karena algoritma yang digunakan oleh setiap stasiun bumi yang berlainan, misalnya mabnag batas suhu yang digunakan untuk menentukan sebuah titik adalah hotspot atau bukan (A. Hidayat et al., 2003). Parameter untuk mendeteksi hotspot yang digunakan oleh LAPAN disajikan pada Tabel 2.3.

**Tabel 2. 3** Sea Scan AVHRR Fire Detection Configuration File

Parameter	Threshold
Channel 3 temperature degrees K above which a fire exist	322.0
Temperature Difference (Channel 3 > Channel 4) above which a fire exist	20.0
Channel 4 threshold of clouds	245.0
Channel 1 albedo threshold	25.0
Channel 1, channel 2 difference threshold	1.0
Time in hours for dusk and dawn	1.0

Nilai ambang batas berbagai parameter yang digunakan LAPAN berbeda dengan stasiun pengamat lainnya seperti PONGI (Dept. Kehutanan) dan ASMC (Singapura) yang sekarang menjadi rujukan di ASEAN. Nilai ambang yang digunakan oleh ASMC ditunjukkan pada Tabel 2.4 dan 2.5.

**Tabel 2. 4** Sea Scan AVHRR Fire Detection Configuration File dari ASMC (malam hari)

Parameter	Threshold
Channel 3 temperature degrees K above which a fire exist	314.0
Temperature Difference (Channel 3 > Channel 4) above which a fire exist	15.0
Channel 4 threshold of clouds	245.0
Channel 1 albedo threshold	25.0
Channel 1, channel 2 difference threshold	1.0
Time in hours for dusk and dawn	0.5

**Tabel 2. 5** Sea Scan AVHRR Fire Detection Configuration File dari ASMC (siang hari)

Parameter	Threshold
Channel 3 temperature degrees K above which a fire exist	320.0
Temperature Difference (Channel 3 > Channel 4) above which a fire exists	15.0
Channel 4 threshold of clouds	245.0
Channel 1 albedo threshold	25.0
Channel 1, channel 2 difference threshold	1.0
Time in hours for dusk and dawn	0.5

#### **H. Satelit Landsat dalam Mendeteksi Kebakaran Lahan**

Pada saat ini telah tersedia data Landsat 8 sebagai generasi terbaru dari Landsat. Landsat 8 sebelumnya dikenal sebagai Landsat Continuity Mission (LDCM), merupakan misi bersama NASA dan USGS, diluncurkan pada tanggal 11 Februari 2013. Satelit ini membawa dua instrument yang dioperasikan secara bersamaan sensor *Operational Land Imager* (OLI) dan *Thermal Infrared Sensor* (TIRS) yang dirancang untuk menyempurnakan sensor pada satelit Landsat 7 ETM+ (Irons et al., 2012; Suwarsono et al., 2015).

Satelit Landsat 8 adalah penerus Landsat sebelumnya yang bertujuan untuk menyediakan data secara kontinyu ke depannya yang cukup konsisten dari data Landsat sebelumnya sehingga memungkinkan deteksi dan karakterisasi secara kuantitatif perubahan permukaan bumi dan memungkinkan untuk penelitian perubahan penutup dan penggunaan lahan secara temporal (Reuter et al., 2015).

Satelit ini memiliki keunggulan dibandingkan dengan generasi sebelumnya dan dirancang untuk menyempurnakan sensor pada satelit Landsat 7 ETM+. Sensor satelit Landsat 8 OLI merekam pada sembilan kanal

spektral dengan resolusi 30 meter (15meter untuk kanal pankromatik), lebar sapuan 185 km yang direkam pada ketinggian 705 km. lebar dari beberapa kanal OLI disempurnakan untuk menghindari fitur penyerapan atmosfer dalam band ETM+. Perubahan terbesar terjadi pada OLI band 5 (0,845 – 0,885  $\mu\text{m}$ ) untuk meniadakan fitur penyerapan uap air pada 0,825  $\mu\text{m}$  di tengah ETM+ kanal inframerah dekat (kanal 4; 0,775 – 0,900  $\mu\text{m}$ ). Pada kanal pankromatik OLI (band 8), juga relative sempit dibandingkan kanal pankromatik ETM+, untuk menciptakan kontras yang lebih besar antara daerah bervegetasi dan permukaan tanpa vegetasi pada citra pankromatik. Selain itu, dua kanal baru ditentukan pada OLI, yaitu kanal biru (Band 1; 0,433 – 0,453  $\mu\text{m}$ ) terutama untuk obsevasi warna laut (*ocean color*) di wilayah pesisir dan band inframerah gelombang pendek (band 9; 1,360 – 1,390  $\mu\text{m}$ ) yang jatuh di atas fitur penyerapan uap air yang kuat dan memungkinkan deteksi awan cirrus akan tampak terang sementara sebagian besar permukaan tanah akan tampak gelap melalui atmosfer bebas awan yang mengandung uap air (Irons et al., 2012). karakteristik band Landsat 8 OLI ditunjukkan pada Tabel 2.6.

**Tabel 2. 6** karakteristik band Landsat 8 Oli

<b>Bands</b>	<b>Panjang Gelombang (<math>\mu\text{m}</math>)</b>	<b>Resolusi Spasial (Meter)</b>
Band 1 Coastal aerosol	0.43 – 0.45	30
Band 2 Blue	0.45 – 0.51	30
Band 3 Green	0.53 – 0.59	30
Band 4 Red	0.64 – 0.67	30
Band 5 Near Infrared (NIR)	0.85 – 0.88	30
Band 6 SWIR 1	1.57 – 1.65	30
Band 7 SWIR 2	2.11 – 2.29	30
Band 8 Pancrhomatic	0.50 – 0.68	15
Band 9 Cirrus	1.36 – 1.38	30

<b>Bands</b>	<b>Panjang Gelombang (<math>\mu\text{m}</math>)</b>	<b>Resolusi Spasial (Meter)</b>
Band 10 TIRS 1	10.60 – 11.19	100
Band 11 TIRS 2	11.50 – 12.51	100

Sensor TIRS merekam data pada dua kanal spektral inframerah termal dengan resolusi 100 meter, lebar sapuan 185 km yang direkam pada ketinggian 705 km. kedua band yang dipilih tersebut untuk mengaktifkan koreksi atmosfer data termal menggunakan algoritma split-window dan merepresentasikan keunggulan atas data termal band tunggal yang direkam oleh satelit Landsat sebelumnya (Caselles et al., 1998; Irons et al., 2012).

Implementasi deteksi hotspot berbasiskan data citra penginderaan jauh optis sebagian besar mengandalkan variabel indeks vegetasi, indeks kebakaran, dan nilai pantulan (Suwarsono et al., 2015). Padahal, kebakaran hutan/lahan sangat terkait dengan termal, karena proses kebakaran akan menghasilkan panas yang dapat direkam oleh sensor termal pada satelit. Hasil penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa band termal pada sensor Landsat 8 OLI telah terbukti memberikan informasi tentang suhu permukaan secara efektif (Kurnia et al., 2016). Karakteristik spektral sensor TIRS ditunjukkan pada Tabel 2.7 dan saturasi radiansi TIRS dan spesifikasi *Noise-Equivalent-Chance-In-Temperature* ( $NE\Delta T$ ) ditunjukkan pada Tabel 2.8.

**Tabel 2. 7** Karakteristik Spektral Sensor TIRS

<b>Band</b>	<b>Center Wavelength (<math>\mu\text{m}</math>)</b>	<b>Minimum lower band edge (<math>\mu\text{m}</math>)</b>	<b>Maximum upper band edge (<math>\mu\text{m}</math>)</b>	<b>Spatial reolution (m)</b>
10	10.9	10.6	11.2	100
11	12.0	11.5	12.5	100

**Tabel 2. 8** Spesifikasi Noise-Equivalent-Change-In Temperature (NE $\Delta$ T)

Band	Saturasi suhu (K)	Saturasi Radians (W/m <sup>2</sup> sr $\mu$ m)	NE $\Delta$ T pada 240 K	NE $\Delta$ T pada 300 K	NE $\Delta$ T pada 360 K
10	360	20.5	0.80 K	0.4 K	0.27 K
11	360	17.8	0.71 K	0.4 K	0.29 K

### I. Deteksi Kejadian Kebakaran menggunakan Landsat

Metode yang digunakan meliputi metode pengolahan data dan analisis data meliputi, perhitungan nilai radiansi, perhitungan nilai suhu kecerahan (*brightness temperature*), perhitungan nilai reflektansi (keonversi dari *brightness value* menjadi *reflectance*), pembuatan citra komposit warna (RGB), pengambilan *training sample burned area*, dan perhitungan statistik nilai piksel *burned area*.

#### 1. Konversi dari nilai Brightness Values (Bv) ke *radiance*

Data Landsat-8 yang masih berupa nilai DN dapat dikonversi ke dalam radiance. Nilai reflektansi disini adalah TOA radiance. Untuk mengkonversi menjadi nilai TOA radiance, menggunakan persamaan sebagai berikut (USGS, 2019):

$$L_{\lambda} = M_L Q_{cal} + A_L$$

$L_{\lambda}$  = TOA spectral radiance (watt/(m<sup>2</sup>\*sr\* $\mu$ m))

$M_L$  = Bandspecific multiplicative rescaling factor yang diperoleh dari file metadata (RADIANCE\_MULT\_BAND\_x, dimana x adalah nomor kanal)

$A_L$  = Band-specific additive rescaling factor yang diperoleh dari file metadata (RADIANCE\_ADD\_BAND\_x, dimana x adalah nomor kanal)

$Q_{cal}$  = Quantized and calibrated standard product pixel values (DN).

## 2. Konversi dari nilai brightness values ke reflectance

Data OLI dikonversi ke TOA reflectance menggunakan faktor skala yang disediakan di dalam file metadata (MTL file). Mengkonversi menjadi nilai TOA planetary reflectance, menggunakan persamaan sebagai berikut (USGS, 2019):

$$\rho\lambda' = M\rho Q_{cal} + A\rho$$

$\rho\lambda'$  = TOA reflectance (tanpa koreksi *solar angle*).

$M\rho$  = Band-specific multiplicative rescaling factor diambil dari metadata (REFLECTANCE\_MULT\_BAND\_x,

$Q_{cal}$  = quantized and calibrated standard product pixel values (DN).

$A\rho$  = band-specific additive rescaling factor diambil dari metadata

Kemudian, *sun angle correction of TOA reflectance* dapat dihitung dengan menggunakan persamaan berikut (USGS, 2019):

$$\rho\lambda = \frac{\rho\lambda'}{\cos(\theta_{sz})} = \frac{\rho\lambda'}{\sin(\theta_{se})}$$

$\rho\lambda'$  = TOA planetary reflectance

$\theta_{SE}$  = Local sun elevation angle. Sun elevation angle (dalam derajat) untuk pusat scene tersedia dalam file metadata (SUN\_ELEVATION)

$\theta_{SZ}$  = local solar zenith angle,  $\theta_{SZ} = 90^\circ - \theta_{SE}$ .

## 3. Konversi ke suhu (kecerahan brightness temperatures)

Konversi menjadi nilai brightness temperature dilakukan dengan menggunakan persamaan sebagai berikut (USGS, 2019):

$$T = \frac{K_2}{\ln\left(\frac{K_1}{L_\lambda} + 1\right)}$$

T = Brightness temperature pada satelit (K)

$L_\lambda$  = TOA spectral radiance (Watts/(m<sup>2</sup> \* srad \*  $\mu$ m))

Bandspecific thermal conversion constant yang diperoleh  
K1 = dari file metadata (K1\_ CONSTANT\_BAND\_x, dimana x  
adalah nomor band, 10 or 11)

Bandspecific thermal conversion constant yang diperoleh  
K2 = dari file metadata (K2\_ CONSTANT\_BAND\_x, dimana x  
adalah nomor band, 10 or 11)

#### 4. Deteksi burned area

Secara kuantitatif, untuk mengetahui seberapa besar kemampuan data BT 10 dan BT 11 dalam memisahkan antara burned area dan lahan terbuka serta burned area dan permukiman kota, maka dilakukan perhitungan nilai separabilitas dengan menggunakan formula sebagai berikut (Y. J. Kaufman & Remer, 1994).

$$D = \left| \frac{\mu_2 - \mu_1}{\sigma_2 + \sigma_1} \right|$$

Nilai D-value > 1 menunjukkan bahwa kanal tersebut memiliki kemampuan yang baik dalam memisahkan kedua obyek. Dimana Dvalue adalah nilai Normalized Distance,  $\mu_1$  dan  $\mu_2$  berturut-turut adalah nilai rerata piksel obyek 1 dan obyek 2. Sedangkan  $\sigma_1$  dan  $\sigma_2$  berturut-turut adalah nilai standar deviasi piksel obyek 1 dan obyek 2.

### DAFTAR PUSTAKA

- Adam, S. S., Rindarjono, M. G., & Karyanto, P. (2019). *Sistem Informasi Geografi untuk Zonasi Kerentanan Kebakaran Lahan dan Hutan di Kecamatan Malifut, Halmahera Utara*. <http://jtiik.ub.ac.id/index.php/jtiik/article/view/1674>
- Aini, N., & Sukojo, B. M. (2016). Pemanfaatan Data Landsat-8 dan MODIS untuk Identifikasi Daerah Bekas Terbakar Menggunakan Metode NDVI (Studi Kasus: Kawasan Gunung Bromo). *Jurnal Teknik ITS*, 5(2), A830–A836. <https://doi.org/10.12962/j23373539.v5i2.17155>
- Arisanty, D., Adyatma, S., Muhaimin, M., & Nursaputra, A. (2019). *Landsat 8 OLI TIRS Imagery Ability for Monitoring Post Forest Fire Changes*. 16.

- Caselles, V., Rubio, E., Coll, C., & Valor, E. (1998). Thermal band selection for the PRISM instrument: 3. Optimal band configurations. *Journal of Geophysical Research: Atmospheres*, 103(D14), 17057–17067. <https://doi.org/10.1029/98JD01480>
- Chrisnawati, G. (2008). *Analisa Sebaran Titik Panas dan Suhu Permukaan Daratan Sebagai Penduga Terjadinya Kebakaran Hutan Menggunakan Sensor Satelit NOAA/AVHRR dan EOS AQUA-TERRA/MODIS*. Universitas Indonesia.
- Endrawati. (2016). *Analisa Data Titik Panas (Hotspot) dan Areal Kebakaran Hutan dan Lahan Tahun 2016*. Direktorat Inventarisasi dan Pemantauan Sumber Daya Hutan, Ditjen Planologi Kehutanan dan Tata Lingkungan Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan.
- Endrawati, E., Purwanto, J., Nugroho, S., & S, R. A. (2018). Identifikasi Areal Bekas Kebakaran Hutan dan Lahan Menggunakan Analisis Semi Otomatis Citra Satelit Landsat. *Seminar Nasional Geomatika*, 2(0), 273–282. <https://doi.org/10.24895/SNG.2017.2-0.420>
- Giglio, L., Descloitres, J., Justice, C. O., & Kaufman, Y. J. (2003). An Enhanced Contextual Fire Detection Algorithm for MODIS. *Remote Sensing of Environment*, 87(2), 273–282. [https://doi.org/10.1016/S0034-4257\(03\)00184-6](https://doi.org/10.1016/S0034-4257(03)00184-6)
- Giglio, L., Schroeder, W., & Hall, J. V. (2018). *MODIS Collection 6 Active Fire Product User's Guide Revision B*.
- Giglio, L., Schroeder, W., & Justice, C. O. (2016). The collection 6 MODIS active fire detection algorithm and fire products. *Remote Sensing of Environment*, 178, 31–41. <https://doi.org/10.1016/j.rse.2016.02.054>
- Hidayat, A., Kushardono, W., Asriningrum, Zubaedah, A., & Effendy, I. (2003). *Laporan Verifikasi dan Validasi Metode Pemantauan Mitigasi Bencana Kebakaran Hutan dan Kekeringan*. LAPAN.
- Irons, J., Dwyer, J., & Barsi, J. (2012). The next Landsat satellite: The Landsat Data Continuity Mission. *Remote Sensing of Environment*, 122, 11–21. <https://doi.org/10.1016/j.rse.2011.08.026>
- Justice, C. O., Giglio, L., Korontzi, S., Owens, J., Morisette, J. T., Roy, D., Descloitres, J., Alleaume, S., Petitcolin, F., & Kaufman, Y. (2002). The MODIS fire products. *Remote Sensing of Environment*, 83(1–2), 244–262. [https://doi.org/10.1016/S0034-4257\(02\)00076-7](https://doi.org/10.1016/S0034-4257(02)00076-7)
- Kaufman, A., & McLean, J. (1998). An investigation into the relationship between interests and intelligence. *Journal of Clinical Psychology*, 54, 279–295. [https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1097-4679\(199802\)54:23.3.CO;2-8](https://doi.org/10.1002/(SICI)1097-4679(199802)54:23.3.CO;2-8)

- Kaufman, Y. J., & Remer, L. A. (1994). Detection of forests using mid-IR reflectance: An application for aerosol studies. *IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing (Institute of Electrical and Electronics Engineers); (United States)*, 32:3. <https://doi.org/10.1109/36.297984>
- Khomarudin, R., Vetrita, Y., Zubaidah, A., & Suwarsono. (2013, October 21). *Lesson Learn of The Forest/Land Fire Occurrences in Riau Province to Enhance The Monitoring Methodology*.
- Kurnia, E., Jaya, N. S., & Widiatmaka. (2016). *Satellite-Based Land Surface Temperature Estimation of Bogor Municipality, Indonesia*. <http://repository.ipb.ac.id/handle/123456789/79915>
- LAPAN. (2017). *Dokumen Litbangyasa Pusat Pemanfaatan Penginderaan Jauh Deputi Bidang Penginderaan Jauh LAPAN*. PUSFATJA LAPAN.
- Li, X., Pichel, W., Maturi, E., & Clemente-colón, P. (2001). *Deriving the operational nonlinear multichannel sea surface temperature algorithm coefficients for NOAA-15 AVHRR/3*.
- Malingreau, J.-P. (1990). The Contribution of Remote Sensing to the Global Monitoring of Fires in Tropical and Subtropical Ecosystems. In J. G. Goldammer (Ed.), *Fire in the Tropical Biota: Ecosystem Processes and Global Challenges* (pp. 337–370). Springer. [https://doi.org/10.1007/978-3-642-75395-4\\_15](https://doi.org/10.1007/978-3-642-75395-4_15)
- Ratnasari, E. (2000). *Pemantauan Kebakaran Hutan dengan Menggunakan Data Citra NOAA-AVHRR dan Citra Landsat-TM (Studi Kasus Di Daerah Kalimantan Tirnur)*. <http://repository.ipb.ac.id/handle/123456789/15413>
- Reuter, D. C., Richardson, C. M., Pellerano, F. A., Irons, J. R., Allen, R. G., Anderson, M., Jhabvala, M. D., Lunsford, A. W., Montanaro, M., Smith, R. L., Tesfaye, Z., & Thome, K. J. (2015). The Thermal Infrared Sensor (TIRS) on Landsat 8: Design Overview and Pre-Launch Characterization. *Remote Sensing*, 7(1), 1135–1153. <https://doi.org/10.3390/rs70101135>
- Sukojo, B. M., & Aini, N. (2018). Analisa Perbandingan Berdasarkan Identifikasi Area Kebakaran dengan Menggunakan Citra Landsat-8 dan Citra Modis (Studi Kasus: Kawasan Gunung Bromo). *Geoid*, 13(2), 174–180. <https://doi.org/10.12962/j24423998.v13i2.3665>
- Suwarsono, Rokhmatuloh, & Waryono, T. (2013). *Pengembangan Model Identifikasi Daerah Bekas Kebakaran Hutan dan Lahan (Burned Area) Menggunakan Citra Modis di Kalimantan*. [http://jurnal.lapan.go.id/index.php/jurnal\\_inderaja/article/view/1904](http://jurnal.lapan.go.id/index.php/jurnal_inderaja/article/view/1904)
- Suwarsono, Zubaidah, A., Vetrita, Y., Parwati, & Komarudin, M. R. (2015). *Deteksi Titik Api (Fire Spot) Kebakaran Hutan dan Lahan Menggunakan Citra Landsat-8 TIRS*. <http://repository.lapan.go.id/index.php?p=fstream&fid=3530&bid=4635>

Tarigan, M. L., Nugroho, D., Firman, B., & Kunarso, A. (2016). *Pemutakhiran Peta Rawan Kebakaran Hutan dan Lahan dan di Provinsi Sumatera Selatan Tahun 2015*.

USGS. (2019). *Landsat 8 (L8) Data Users Handbook*.

Zubaidah, A., Vetrira, Y., & Khomarudin, R. (2014, April 21). *Validasi Hotspot Modis di Wilayah Sumatera dan Kalimantan Berdasarkan Data Penginderaan Jauh Spot-4 Tahun 2012*.  
<https://doi.org/10.13140/2.1.4064.3848>

## **BAB III**

# **DAMPAK KEBAKARAN DAN DEGRADASI LAHAN GAMBUS TERHADAP KARAKTERISTIK TANAH**

### **A. Karakteristik Fisik Tanah**

Ekosistem lahan gambut tropis dianggap sebagai peran kunci tidak hanya dalam penyimpanan karbon di hutan dan gambut, tetapi juga dalam mengendalikan sumber daya air dan dalam melestarikan sumber daya hayati dan keanekaragaman hayati. Kementerian Lingkungan Hidup Indonesia mendefinisikan 'gambut' sebagai residu tanaman yang terbentuk secara alami melalui proses dekomposisi jangka panjang, terakumulasi di daerah rawa atau waduk statis. Kementerian Pertanian mendefinisikan 'gambut' sebagai tanah yang terbentuk sebagai akibat akumulasi bahan organik dengan komposisi alami lebih dari 65% dari vegetasi yang membusuk yang tumbuh di atasnya, yang dekomposisi diperlambat oleh kondisi anaerobik dan basah. Sementara itu, Kementerian Kehutanan mendefinisikan 'gambut' sebagai residu bahan organik yang terakumulasi dalam jangka waktu yang lama (Osaki et al., 2016).

Lahan gambut adalah habitat unik yang mencakup sekitar 3% dari luas lahan dan dicirikan oleh sensitivitas tinggi terhadap iklim. Ekosistem yang sangat kompleks ini berdampak pada siklus air dan karbon pada skala lokal maupun global. Lahan gambut juga merupakan ekosistem yang berharga karena fitur mitigasinya dalam hal banjir atau erosi tanah dan mereka dapat menyimpan dan menyaring air di lanskap juga. Sebagai hasil dari kelembaban yang tinggi, mereka juga dapat mengumpulkan sejumlah besar karbon dan kemampuan ini membuat pendingin iklim lahan gambut. Di sisi lain karbon yang tersimpan dapat dilepaskan ke atmosfer karena penurunan kelembaban gambut dan mempercepat proses pemanasan global. Selain perubahan iklim, lahan gambut berada di bawah tekanan yang disebabkan oleh aktivitas manusia seperti perubahan penggunaan lahan atau kebakaran (Harenda et al., 2018).

Tanah gambut dicirikan oleh muka air yang tinggi, tidak adanya oksigen, kondisi peredaman, kondisi reduksi dan kapasitas dukung yang rendah, substratum bunga spon lunak, kesuburan rendah, dan biasanya keasaman tinggi. Kejenuhan atau perendaman substratum dan ketiadaan oksigen bebas sama sekali menyebabkan dekomposisi bahan organik anaerob yang sangat lambat sehingga tanah organik dalam atau Histosol dapat berevolusi. Namun, hamparan luas tanah gambut disebut lahan gambut. Lebih dari setengah lahan basah global terdiri dari lahan gambut; mereka mencakup 3 persen dari permukaan tanah dan air tawar bumi. Tanah gambut berkembang di beberapa tipe lahan basah, termasuk mires (rawa, fens), rawa-rawa, rawa-rawa, dan pocosins. Vegetasi lahan gambut termasuk lumut Sphagnum, serbuan dan sedges, kapas rawa, ling heather, rawa rosemary, rawa asphodel dan sundew. Ada juga lahan gambut berhutan di Eropa (hutan Alder) dan di daerah tropis lembab dataran rendah di Asia Tenggara (hutan rawa air tawar dan hutan bakau) (Osman, 2018).

Kebakaran gambut di lahan gambut tropis menyebabkan kerusakan signifikan pada ekologi dan lanskap lahan gambut. Kebakaran gambut biasanya terjadi selama musim kemarau reguler untuk tujuan pertanian seperti perkebunan kelapa sawit. Tanah gambut adalah salah satu tanah bermasalah karena kandungan airnya yang tinggi, kekuatan geser rendah, organik tinggi, daya dukung rendah dan kompresibilitas tinggi (Wibisono, 2019).

Lahan gambut yang terbuka dan kering memiliki kemampuan menahan air yang rendah dan, karenanya, relatif mudah terbakar pada musim kemarau tetapi banjir pada musim hujan. Kebakaran gambut hutan tropis secara signifikan mengurangi keanekaragaman tanaman dan mengubah sifat kimia tanah. Kebakaran hutan gambut ini berpotensi kehilangan fungsinya, terutama penyimpanan kelembaban, karbon, nutrisi dan keanekaragaman hayati (Agus et al., 2019).

Sifat kimia dan fisika tanah gambut merupakan sifat-sifat tanah gambut yang penting diperhatikan dalam pengelolaan lahan gambut. Sifat kimia seperti

pH, kadar abu, kadar N, P, K, kejenuhan basa (KB), dan hara mikro merupakan informasi yang perlu diperhatikan dalam pemupukan di tanah gambut. Sifat fisika gambut yang spesifik yaitu berat isi (*bulk density*) yang rendah berimplikasi terhadap daya menahan beban tanaman yang rendah. Selain itu agar tanah gambut dapat dipergunakan dalam jangka waktu yang lama, maka laju subsiden (penurunan permukaan tanah) dan sifat mengering tidak balik (*irreversible drying*) perlu dikendalikan agar gambut tidak cepat habis (Hartatik et al., 2011).

Kebakaran lahan gambut telah menyebabkan terjadinya perubahan sifat fisik tanah. Pembakaran vegetasi lahan gambut mengubah rezim termal tanah. Tanah yang terbakar <2 tahun sebelumnya menunjukkan suhu mencapai +6.2°C untuk suhu rata-rata harian dan +19.6°C untuk maksimum harian (Brown et al., 2015). Kebakaran juga telah menyebabkan kerusakan struktur tanah (Grishin et al., 2010).

Peningkatan suhu atmosfer bumi dan kebakaran di lahan gambut akan berdampak pada karakteristik tanah gambut. Untuk mengetahui perubahan pada tanah gambut, dalam penelitian ini menggunakan variasi suhu (30°C, 50°C, 80°C, 100°C, 120°C, 150°C) dan variasi waktu pemanasan (6 jam, 12 jam), 24 jam, 36 jam dan 48 jam). Hasil ini diperoleh pada suhu 30°C dan waktu pemanasan selama 6 jam. Kemudian untuk pengujian kuat tekan bebas untuk tanah gambut tanpa pemanasan diperoleh nilai  $c_u$  paling optimal 0,285 kg/cm<sup>2</sup>. Sedangkan untuk pengujian uji kuat tekan bebas dengan pemanasan, nilai  $c_u$  tertinggi juga ditemukan pada spesimen uji tanah gambut yang dipanaskan dengan suhu 150°C dan waktu pemanasan 48 jam yang setara. hingga 0,93 kg/cm<sup>2</sup> (Sutejo et al., 2019)..

Kebakaran pada lahan gambut menyebabkan perubahan karakteristik fisik pada tanah gambut dengan tanda berkurangnya kapasitas penahanan air, porositas dan permeabilitas. Sementara itu, *Bulk Density* (BD) dan *Particle Density* (PD) meningkat pada yang terbakar daripada yang tidak terbakar. Perubahan karakteristik fisik tanah gambut dari tujuh hari hingga empat bulan

setelah terbakar menyebabkan peningkatan kembali pada kapasitas penahanan air, porositas dan permeabilitas pada kedalaman 10-20 cm. Selain itu, ada peningkatan ukuran partikel halus (88  $\mu\text{m}$  dan 106  $\mu\text{m}$ ) pada kedalaman 10-30 cm dan nilai BD dan PD pada kedalaman 20-25 cm (Tahrin et al., 2015).

Setiap lahan gambut yang digunakan memiliki vegetasi yang berbeda yang akan mempengaruhi kelembaban tanah gambut selama musim kemarau. Tingkat risiko kebakaran tergantung pada kelembaban tanah gambut di setiap lahan yang digunakan. Terjadi variabilitas kelembaban tanah di situs ini hingga kedalaman 30 cm di bawah empat jenis lahan gambut yang digunakan selama musim kemarau 2018. Pada bulan kedua musim kemarau semua tanah gambut hingga kedalaman 30 cm memiliki kategori kelembaban tanah dengan risiko kebakaran sedang kecuali pada kategori hutan sekunder dengan risiko kebakaran rendah (Armanto et al., 2018).

Kebakaran lahan terjadi karena musim kemarau di Indonesia menyebabkan gambut menjadi cukup kering sehingga memiliki karakteristik hidrofobik dan mudah terbakar. Fenomena kebakaran di lahan gambut ini ditentukan oleh beberapa faktor seperti, sifat fisik, kandungan organik, konsentrasi oksigen, dll. Gambut memiliki sifat hidrofilik dan hidrofobik sebagai sifat fisik ketika diperlakukan secara berbeda. Awalnya gambut mentah memiliki sifat hidrofilik. Namun, pada kadar air rendah tertentu, gambut menjadi hidrofobik (Perdana et al., 2018).

Kebakaran lahan merupakan gangguan terbesar pada ekosistem ini. Ketahanan lahan gambut sangat tergantung pada tingkat hidrofobisitas tanah gambut pasca-kebakaran. Perubahan iklim mengubah intensitas dan keparahan api dan akibatnya berdampak pada kimia dan struktur tanah gambut pasca-kebakaran. Namun, penelitian tentang lahan gambut yang terkena dampak kebakaran jarang mempertimbangkan pengaruh kimia dan struktur tanah gambut terhadap ketahanan lahan gambut. Kecenderungan umum yang diamati adalah bahwa tanah gambut hidrofilik menjadi hidrofobik dibawah pemanasan sedang dan kemudian menjadi hidrofilik lagi setelah pemanasan lebih lama,

atau pada suhu yang lebih tinggi. Hilangnya hidrofilisitas tanah gambut pada awalnya terjadi karena hilangnya air penguapan (250°C dan 300°C selama <5 menit). Tanah gambut yang dikeringkan dengan hati-hati (105°C selama 24 jam) juga menunjukkan kehilangan massa setelah pemanasan, yang mengindikasikan hilangnya senyawa organik melalui degradasi termal. Spektroskopi massa-kromatografi gas (GC-MS) dan spektroskopi Fourier transform infrared (FTIR) digunakan untuk mengkarakterisasi kimia tanah gambut yang terbakar dan 300°C yang terbakar, dan berbagai asam lemak, senyawa polisiklik, sakarida, asam aromatik, rantai pendek molekul, lignin dan karbohidrat diidentifikasi. Degradasi senyawa polisiklik dan hidrokarbon alifatik yang diinduksi oleh panas, terutama asam lemak, menyebabkan tanah gambut kering dan hidrofobik menjadi hidrofilik setelah hanya 20 menit pemanasan pada 300°C. Selanjutnya, tanah gambut menjadi hidrofilik lebih cepat (20 menit vs 6 jam) dengan peningkatan panas dari 250°C menjadi 300°C (Wu et al., 2020).

Lahan gambut yang didrainase, selain menyebabkan terjadinya kebakaran juga menyebabkan terjadinya perubahan signifikan pada sifat fisik tanah. Perubahan signifikan pada tanah gambut termasuk: peningkatan kepadatan curah, penurunan porositas, dan berkurangnya konduktivitas hidrolis jenuh (Schimelpfenig et al., 2014).

Konversi lahan mengubah sifat fisik gambut seperti kekuatan geser, kerapatan curah dan porositas, dengan perubahan cermin di atas dan di bawah permukaan air. Adanya hubungan erat antara bahan organik dan konten C dan sifat fisik gambut melalui seluruh kedalaman profil gambut. Konversi dari hutan rawa gambut sekunder menjadi perkebunan kelapa sawit dewasa dapat secara serius mengganggu penyimpanan C dan, melalui dampaknya pada sifat fisik gambut, kapasitas penahanan air di lahan gambut (Tonks et al., 2017).

## **B. Karakteristik Kimia Tanah**

Tanah gambut terbentuk dari timbunan bahan organik, sehingga kandungan karbon pada tanah gambut sangat besar. Fraksi organik tanah gambut di Indonesia lebih dari 95%, kurang dari 5% sisanya adalah fraksi anorganik. Karakteristik kimia tanah gambut di Indonesia sangat beragam dan ditentukan oleh kandungan mineral, ketebalan, jenis tanaman penyusun gambut, jenis mineral pada substratum (di dasar gambut), dan tingkat dekomposisi gambut. komposisi bahan organiknya sebagian besar adalah lignin yang umumnya melebihi 60% dari bahan kering, sedangkan kandungan komponen lainnya seperti selulosa, hemiselulosa, dan protein umumnya tidak melebihi 11% (Hartatik et al., 2011).

Pembakaran gambut dalam mempengaruhi karbon tanah yang lebih tua yang belum menjadi bagian dari siklus karbon aktif selama berabad-abad hingga ribuan tahun, dan dengan demikian akan menentukan pentingnya emisi api gambut untuk siklus karbon dan umpan balik terhadap iklim (Turetsky et al., 2014). Kebakaran di lahan gambut biasanya mempengaruhi vegetasi permukaan dan lapisan gambut yang mendasarinya dan, sebagai hasilnya akan melepaskan jumlah CO<sub>2</sub> yang jauh lebih besar ke atmosfer daripada kebakaran hutan di tanah mineral. Emisi gas rumah kaca dipengaruhi oleh proses biofisik yang kompleks, seperti dekomposisi dan pemadatan gambut, ketersediaan nutrisi, kadar air tanah, dan kadar air tanah. Ketika pembukaan lahan meningkat secara signifikan di area lahan gambut tidak diikuti dengan penerapan pertanian berkelanjutan, maka, lahan gambut akan menjadi mudah terbakar dan semakin besar volume gas CO<sub>2</sub> yang keluar ke atmosfer yang menyebabkan pemanasan global dan perubahan iklim (Harsono, 2020).

Pada tahun 1997, kebakaran lahan gambut di Indonesia menghasilkan pelepasan antara 0,81 Gt dan 2,57Gt karbon ke atmosfer, setara dengan 13% hingga 40% dari rata-rata emisi karbon global tahunan dari bahan bakar fosil (Page et al., 2009). Jika tidak ada lagi area yang dieksploitasi, lahan gambut

yang dikeringkan akan secara kumulatif melepaskan 80,8 Gt karbon dan 2,3 Gt Nitrogen (Leifeld & Menichetti, 2018).

Api adalah peristiwa ekstrem yang menyebabkan hilangnya karbon (C), unsur hara, dan unsur pemberat yang cepat dan dramatis dari ekosistem dan meninggalkan abu dan arang di permukaan tanah. Ini memengaruhi proses, sifat, dan fungsi tanah (Kuzyakov et al., 2018). Akumulasi abu di kebakaran hutan gambut berdampak langsung pada peningkatan pH, bahan organik, kandungan asam humat, hidrofobisitas, tersedia-N dan tersedia-K. Namun, ketersediaan mereka hanya bersifat sementara karena mereka mudah berkurang dan dicuci dengan cara yang mengakibatkan degradasi lahan jangka Panjang (Agus et al., 2019).

Hasil penelitian lain juga menyebutkan bahwa pH, jumlah garam yang larut,  $\text{CaCO}_3$ , dan konsentrasi amonium asetat-diekstraksi (AAE) Ca, Mg, K, dan Na secara signifikan lebih tinggi untuk kedua kedalaman pengambilan sampel di daerah yang terbakar. Meskipun demikian, hasil penelitian menunjukkan bahwa perubahan dalam sifat tanah dengan kebakaran gambut tidak pulih dalam jangka panjang (Dikici & Yilmaz, 2012). Kebakaran hutan gambut ini berpotensi kehilangan fungsinya, terutama penyimpanan kelembaban, karbon, nutrisi dan keanekaragaman hayati (Agus et al., 2019). Drainase dan penanaman tanah gambut hampir selalu menghasilkan degradasi tanah yang cepat dan hilangnya bahan organik tanah (Wen et al., 2019).

Hasil penelitian lain menunjukkan bahwa pembakaran lumut Sphagnum dan tanah gambut mengakibatkan hilangnya fosfor organik (Po), sementara konsentrasi fosfor (Pi) anorganik meningkat. Pembakaran secara signifikan mengubah komposisi dan ketersediaan fosfor yang terperinci, dengan kebakaran hebat menghancurkan lebih dari 90% fosfor organik dan meningkatkan ketersediaan P anorganik lebih dari dua kali lipat (pembakaran lumut Sphagnum dan tanah gambut mengakibatkan hilangnya fosfor organik (Po), sementara konsentrasi fosfor (Pi) anorganik meningkat. Pembakaran secara signifikan mengubah komposisi dan ketersediaan fosfor yang terperinci,

dengan kebakaran hebat menghancurkan lebih dari 90% fosfor organik dan meningkatkan ketersediaan P anorganik lebih dari dua kali lipat (Wang et al., 2015). Penelitian yang lain menyebutkan bahwa kebakaran gambut mengakibatkan hilangnya total karbon (TC), nitrogen total (TN), dan fosfor organik (Po), sementara konsentrasi fosfor (Pi) anorganik dan kalsium total (TCa) meningkat (Smith et al., 2001).

Pada pembakaran gambut dengan kematangan yang berbeda, hasil yang didapatkan menunjukkan perbedaan. Pada gambut fibrik hanya fosfor yang meningkat secara signifikan setelah terbakar, sedangkan pada hemik hanya kejenuhan basa yang meningkat; di situs saprik, saturasi basa dan fosfor meningkat dibandingkan dengan kondisi sebelum terbakar (Saharjo, 2006).

Analisis termal menunjukkan bahwa kandungan bahan organik tanah permukaan berkurang secara signifikan karena kebakaran gambut dan bahwa bahan hangus diproduksi di lapisan bawah permukaan tanah yang terbakar. Rasio atomik dari tanah yang terbakar dan sampel yang diperlakukan secara termal menunjukkan bahwa tanah gambut Indonesia mengalami dehidrasi oleh kebakaran dengan tingkat keparahan rendah ini. Pencucian konsentrasi karbon organik terlarut (DOC) dari tanah yang terbakar lebih rendah dibandingkan dengan tanah yang tidak terbakar. Hasil laboratorium yang diperoleh menunjukkan bahwa konsentrasi *DOC leached* meningkat secara drastis setelah perlakuan panas di dekat suhu pengapian. Terlihat bahwa denaturasi bahan organik tanah yang disebabkan oleh panas dari api mempercepat eksodus karbon organik di lahan gambut, yang mengandung akumulasi karbon yang sangat besar (Sazawa et al., 2018).

Dampak kebakaran gambut terhadap kualitas air diselidiki dengan membandingkan kualitas air Sungai Sebangau dan Kanal Kalampangan. pH dan DOC adalah parameter penting yang terkait dengan sifat spesifik air di Kalimantan Tengah. Nilai pH Sungai Sebangau dan air Kanal sekitar 4. Konsentrasi rata-rata DOC di Sungai Sebangau adalah sekitar 43,8 mg/L, sedangkan di Kanal sekitar 37,2 mg/L. Konsentrasi DOC di Kanal lebih rendah

daripada di Sungai Sebangau, seharusnya tanah gambut di sekitar Kanal telah terbakar, dan oleh karena itu pasokan bahan organik terlarut ke Kanal berkurang. Konsentrasi DOC tanah yang dikumpulkan dari area yang terbakar lebih rendah daripada konsentrasi dari area yang tidak terbakar. Ditemukan bahwa air ledeng di Palangka Raya mengandung konsentrasi  $\text{NH}_4\text{-N}$  dan DOC yang tinggi, termasuk zat humat. Polyaluminium chloride (PAC) dengan  $\text{CaCO}_3$  adalah salah satu koagulan efektif yang dapat mengurangi zat humat yang terkandung dalam air ledeng di Palangka Raya, hingga lebih dari 91% dihilangkan. Kebakaran gambut juga mempengaruhi karakteristik kimiawi zat humat akuatik (asam fulvat dan asam humat), terutama dalam nilai H/C dan O/C dari data analisis unsur, bobot molekul, dan spektrum fluoresensi 3DEEM. Efek kebakaran gambut terhadap sifat-sifat bahan organik tanah diselidiki, dan dijelaskan bahwa kebakaran gambut tidak hanya berdampak pada permukaan tanah tetapi juga merambah ke tanah bawah permukaan hingga kedalaman 30-50 cm (Sazawa et al., 2018).

Pembangunan jaringan kanal untuk mendapatkan kembali lahan pasang surut yang luas untuk pengembangan padi sawah juga telah menimbulkan dampak negatifnya terhadap sifat tanah, kualitas air, dan produksi berkelanjutan. Adanya reklamasi tanah mineral, lapisan permukaan gambut menjadi lebih tipis (mis., dari 20–40 cm menjadi 13–21 cm) atau bahkan menghilang dan bahwa kematangan tanah meningkat dalam lapisan teroksidasi dan berkurangnya profil.

Reklamasi ini menurunkan nilai pH tanah, meningkatkan saturasi  $\text{Al}^{3+}$  dan Al dan meningkatkan pencucian kation. Konsentrasi pirit dalam lapisan profil yang berkurang jauh dari 2,6-5,2% sebelum reklamasi menjadi 0,3-1,9% setelah reklamasi, menunjukkan pirit sedang dioksidasi. Morfologi yang serupa (kehilangan permukaan 8-25 cm) dan perubahan kimia terjadi pada tanah organik yang disertai dengan tahap dekomposisi yang meningkat seperti yang ditunjukkan oleh kandungan serat, yang menurun dari 60-73% menjadi 13-27%. Kualitas air sangat menurun karena pencucian produk oksidasi pirit dari sawah

seperti yang ditunjukkan oleh tren penurunan nilai pH dan meningkatnya nilai EC dan konsentrasi kation dan anion dari inlet (sebagai kontrol) ke saluran primer dan sekunder kanal (Anda, dkk, 2009). Adanya drainase tanah gambut juga menyebabkan 25% pengurangan bahan organik tanah (hilang antara 1,4 hingga 3,6 kg / m<sup>2</sup>) (Schimelpfenig et al., 2014).

Percepatan penguraian gambut di permukaan gambut dari perkebunan kelapa sawit matang karena penurunan muka air tanah dan perubahan input serasah terkait dengan perubahan penggunaan lahan ini. Kandungan bahan organik permukaan dan stok gambut C di lokasi hutan sekunder lebih tinggi daripada di lokasi kelapa sawit dewasa (mis. C cadangan adalah  $975 \pm 151$  dan  $497 \pm 157$  Mg ha<sup>-1</sup> di hutan sekunder dan lokasi kelapa sawit dewasa, masing-masing) (Tonks et al., 2017).

### **C. Karakteristik Biologi Tanah**

Kebakaran gambut yang parah sangat mengurangi keanekaragaman, jumlah individu dan juga jumlah spesies tanaman (Agus et al., 2019). Pembakaran juga mempengaruhi struktur komunitas mikroba tanah, diukur dengan menggunakan analisis asam lemak fosfolipid, dengan mengurangi biomassa jamur. Kelimpahan mikroba dan aktivitas fosfatase di tanah yang terbakar menurun secara signifikan dibandingkan dengan tanah yang tidak terbakar (Sazawa et al., 2018).

Perubahan jangka pendek yang disebabkan oleh kebakaran pada komunitas mikroba tanah biasanya terkait erat dengan tingkat keparahan kebakaran, yang pada dasarnya terdiri atas hilangnya atau dekomposisi bahan organik yang disebabkan oleh kebakaran di atas tanah dan di bawah tanah. Banyak proses fungsional dan sifat-sifat tanah, termasuk rekolonisasi tanaman dan aktivitas mikroorganisme tanah, tergantung pada tingkat keparahan kebakaran. Tujuh hari setelah pembakaran, terdapat dampak dari dua tingkat keparahan kebakaran (rendah dan tinggi) terhadap sifat-sifat tanah dasar dan komunitas mikroba dalam sistem kontrol eksperimental luar ruangan yang terdiri

dari enam monolit tanah hutan. Besarnya perubahan dalam komunitas mikroba jauh lebih besar daripada perubahan dalam sifat fisik dan kimia tanah. Total N adalah satu-satunya properti tanah yang dipilih yang sangat bervariasi tergantung pada tingkat keparahan api. Tanah yang terbakar parah mengalami perubahan signifikan dalam komposisi biomassa mikroba keseluruhan dan komposisi filogenetik komunitas bakteri (Lucas-Borja et al., 2019).

Pembakaran mempengaruhi komposisi komunitas tanaman termasuk kelimpahan lumut *Sphagnum* membentuk gambut. Memahami proses dimana dampak kebakaran terjadi dan variabilitas dampak menurut tingkat keparahan kebakaran adalah penting ketika membuat keputusan manajemen kebakaran. Pemantauan dilakukan terhadap suhu api dan dampaknya pada *Sphagnum capillifolium* di 16 api eksperimental di lapangan. Kerusakan sel sebagai respons terhadap paparan suhu tinggi di laboratorium juga dikuantifikasi untuk lima spesies *Sphagnum* yang berbeda (*S. capillifolium*, *S. papillosum*, *S. magellanicum*, *S. austinii* dan *S. angustifolium*). Suhu maksimum yang tercatat di permukaan lumut selama kebakaran berkisar antara 33°C hingga 538°C dan lebih tinggi di plot-plot dengan penutup semak kerdil yang lebih besar. Suhu yang lebih tinggi dikaitkan dengan proporsi kerusakan sel yang lebih besar pada *S. capillifolium*, dengan kerusakan sel 93-100% diamati 10 minggu setelah terbakar di bagian atas tanaman yang terkena suhu lebih dari 400°C. Kelima spesies yang diuji dalam percobaan laboratorium juga menunjukkan lebih banyak kerusakan pada suhu yang lebih tinggi, dengan kerusakan terjadi segera setelah paparan panas. Hasil ini menunjukkan bahwa kebakaran yang lebih panas cenderung memiliki dampak yang lebih besar pada kelangsungan hidup dan pertumbuhan *Sphagnum*, dan dapat memperlambat laju di mana lapisan tanah gambut menyerap karbon (Noble et al., 2019).

Peningkatan kepadatan gambut yang disebabkan oleh kebakaran atau drainase dapat membatasi pembentukan dan pertumbuhan *Sphagnum*, yang berpotensi mengancam fungsi lahan gambut. Input abu mungkin memiliki manfaat langsung untuk beberapa spesies *Sphagnum*, tetapi juga cenderung

meningkatkan persaingan dari bryophytes lain dan tanaman vaskular yang dapat mengimbangi efek positif. Polusi air hujan juga dapat meningkatkan persaingan dengan *Sphagnum*, dan dapat meningkatkan efek positif dari penambahan abu pada pertumbuhan *C. introflexus* (Noble et al., 2017).

Kajian terhadap kandungan mikroba yang berbeda pada hutan rawa yang hampir murni digunakan untuk menggambarkan kondisi yang tidak dikelola, dan tiga lokasi lainnya dalam rangka meningkatkan intensitas pengelolaan dihutankan kembali; terdegradasi; dan pertanian. Kemudian dikaji kualitas substrat gambut (total C & nitrogen (N), C organik terlarut (DOC) dan N (DON), kualitas bahan organik ditandai dengan spektroskopi inframerah, dan aktivitas mikroba biomassa dan enzim ekstraseluler, untuk menggambarkan kondisi biotik dan abiotik di gambut. Gambut di lokasi yang diubah lebih buruk dalam kualitasnya, yaitu dekomposabilitas, seperti yang ditunjukkan oleh intensitas yang lebih tinggi dari senyawa aromatik dan alifatik, dan intensitas polisakarida yang lebih rendah, dan konsentrasi total N, DOC, dan DON dibandingkan dengan gambut di hutan rawa. Perbedaan yang diamati dalam sifat gambut dapat dikaitkan dengan perubahan input serasah dan kondisi dekomposisi berubah setelah deforestasi dan pengeringan, serta peningkatan pencucian dan kebakaran. Kualitas substrat gambut secara langsung berkaitan dengan sifat biotiknya, dengan lokasi yang berubah umumnya memiliki biomassa mikroba dan aktivitas enzim yang lebih rendah. Namun, terlepas dari intensitas pengelolaan atau kualitas substrat, aktivitas enzim terbatas terutama pada 0–3cm pertama dari profil gambut. Beberapa perbedaan antara musim hujan dan kemarau diamati pada aktivitas enzim terutama di hutan rawa, di mana aktivitas enzim yang paling diukur lebih tinggi pada musim kemarau (Könönen et al., 2018).

Melestarikan fungsi lahan gambut sebagai keanekaragaman hayati dan cadangan karbon, pemulihan perkebunan kelapa sawit setelah pembakaran di daerah rawa gambut tropis dilakukan dengan revegetasi menggunakan tanaman hutan rawa gambut asli, bersama dengan pembasahan kembali lahan.

Untuk memantau keberhasilan proses restorasi, pengambilan sampel tanah dilakukan dari area restorasi tersebut serta hutan alam di sekitarnya dan membakar perkebunan kelapa sawit sebagai perbandingan.

Analisis fisika-kimia dan biologis mengungkapkan perbedaan besar setelah 3,5 tahun restorasi antara tanah yang dipulihkan dan perkebunan kelapa sawit yang terbakar dan tanah hutan alam. Perbedaan-perbedaan ini terlihat dalam karakteristik fisik dan kimia (termasuk kapasitas penahanan air (WHC), kepadatan curah ( $\rho_b$ ), bahan organik, dan konsentrasi amonium, nitrat dan fosfat) serta aktivitas dan keanekaragaman komunitas mikroba tanah. Peningkatan biomassa mikroba yang layak (118% dibandingkan dengan tanah perkebunan kelapa sawit yang terbakar) dan kapasitas pemanfaatan substrat (peningkatan 31% dibandingkan dengan tanah hutan alam) sebagaimana ditentukan oleh Community Physiological Profiling (CLPP) menunjukkan bahwa pemulihan tanah telah menghasilkan perubahan signifikan dalam aktivitas mikroba tanah. Analisis semua parameter yang diukur menggunakan Principal Component Analysis (PCA) memungkinkan pemeriksaan hubungan antara sifat fisik-kimia dan biologis masing-masing dari tiga tanah dan mengungkapkan bahwa, seperti halnya ekosistem lainnya, aktivitas pH dan fosfatase tanah mungkin berguna untuk pengelolaan parameter dalam hal memantau kemajuan restorasi lahan gambut tropis (Nurulita et al., 2016).

#### DAFTAR PUSTAKA

- Agus, C., Azmi, F. F., Widiyatno, Ifana, Z. R., Wulandari, D., Rachmanadi, D., Harun, M. K., & Yuwati, T. W. (2019). *The Impact of Forest Fire on the Biodiversity and the Soil Characteristics of Tropical Peatland*. Springer, Cham. [https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-319-98681-4\\_18](https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-319-98681-4_18)
- Armanto, M. E., Damiri, N., & Putranto, D. (2018). Performance of Fire Risk Estimates Based on Soil Moisture of Selected Peat Land Use. *E3S Web of Conferences*, 68, 04018. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/20186804018>
- Brown, L. E., Palmer, S. M., Johnston, K., & Holden, J. (2015). Vegetation management with fire modifies peatland soil thermal regime. *Journal of*

- Environmental Management*, 154, 166–176.  
<https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2015.02.037>
- Dikici, H., & Yilmaz, C. (2012). Peat Fire Effects on Some Properties of an Artificially Drained Peatland. *Journal of Environmental Quality*, 35, 866–870. <https://doi.org/10.2134/jeq2005.0170>
- Grishin, A., Yakimov, A., Rein, G., & Simeoni, A. (2010). On physical and mathematical modeling of the initiation and propagation of peat fires. *Journal of Engineering Physics and Thermophysics*, 82, 1235–1243. <https://doi.org/10.1007/s10891-010-0293-7>
- Harenda, K., Lamentowicz, M., Samson, M., & Chojnicki, B. (2018). The Role of Peatlands and Their Carbon Storage Function in the Context of Climate Change. In *GeoPlanet: Earth and Planetary Sciences* (pp. 169–187). [https://doi.org/10.1007/978-3-319-71788-3\\_12](https://doi.org/10.1007/978-3-319-71788-3_12)
- Harsono, S. (2020). *Mitigation And Adaptation Peatland Through Sustainable Agricultural Approaches In Indonesia: In A Review*. 4, 6–12. <https://doi.org/10.29165/ajarcde.v4i1.30>
- Hartatik, W., Subiksa, I. G., & Dariah, A. (2011). *Sifat Kimia dan Fisik Tanah Gambut*. Balai Penelitian Tanah Bogor.
- Könönen, M., Jauhiainen, J., Straková, P., Heinonsalo, J., Laiho, R., Kusin, K., Limin, S., & Vasander, H. (2018). Deforested and drained tropical peatland sites show poorer peat substrate quality and lower microbial biomass and activity than unmanaged swamp forest. *Soil Biology and Biochemistry*, 123, 229–241. <https://doi.org/10.1016/j.soilbio.2018.04.028>
- Kuzyakov, Y., Merino, A., & Pereira, P. (2018). Ash and fire, char, and biochar in the environment. *Land Degradation & Development*, 29(7), 2040–2044. <https://doi.org/10.1002/ldr.2979>
- Leifeld, J., & Menichetti, L. (2018). The underappreciated potential of peatlands in global climate change mitigation strategies. *Nature Communications*, 9(1), 1071. <https://doi.org/10.1038/s41467-018-03406-6>
- Lucas-Borja, M. E., Miralles, I., Ortega, R., Plaza-Álvarez, P. A., Gonzalez-Romero, J., Sagra, J., Soriano-Rodríguez, M., Certini, G., Moya, D., & Heras, J. (2019). Immediate fire-induced changes in soil microbial community composition in an outdoor experimental controlled system. *Science of The Total Environment*, 696, 134033. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.134033>
- Noble, A., Crowle, A., Glaves, D. J., Palmer, S. M., & Holden, J. (2019). Fire temperatures and Sphagnum damage during prescribed burning on peatlands. *Ecological Indicators*, 103, 471–478. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2019.04.044>

- Noble, A., Palmer, S. M., Glaves, D. J., Crowle, A., & Holden, J. (2017). Impacts of peat bulk density, ash deposition and rainwater chemistry on establishment of peatland mosses. *Plant and Soil*, 419(1), 41–52. <https://doi.org/10.1007/s11104-017-3325-7>
- Nurulita, Y., Adetutu, E. M., Gunawan, H., Zul, D., & Ball, A. S. (2016). Restoration of tropical peat soils: The application of soil microbiology for monitoring the success of the restoration process. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 216, 293–303. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2015.09.031>
- Osaki, M., Hirose, K., Segah, H., & Helmy, F. (2016). Tropical Peat and Peatland Definition in Indonesia. In M. Osaki & N. Tsuji (Eds.), *Tropical Peatland Ecosystems* (pp. 137–147). Springer Japan. [https://doi.org/10.1007/978-4-431-55681-7\\_9](https://doi.org/10.1007/978-4-431-55681-7_9)
- Osman, K. T. (2018). *Management of Soil Problems*. Springer International Publishing. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-75527-4>
- Page, S., Hoscilo, A., Langner, A., Tansey, K., Siegert, F., Limin, S., & Rieley, J. (2009). Tropical peatland fires in Southeast Asia. In M. A. Cochrane (Ed.), *Tropical Fire Ecology: Climate Change, Land Use, and Ecosystem Dynamics* (pp. 263–287). Springer. [https://doi.org/10.1007/978-3-540-77381-8\\_9](https://doi.org/10.1007/978-3-540-77381-8_9)
- Perdana, L. R., Ratnasari, N. G., Ramadhan, M. L., Palamba, P., Nasruddin, & Nugroho, Y. S. (2018). Hydrophilic and hydrophobic characteristics of dry peat. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 105, 012083. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/105/1/012083>
- Saharjo, B. H. (2006). Shifting cultivation in peatlands. *Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change*, 12(1), 135. <https://doi.org/10.1007/s11027-006-9048-3>
- Sazawa, K., Wakimoto, T., Fukushima, M., Yustiawati, Y., Syawal, M. S., Hata, N., Taguchi, S., Tanaka, S., Tanaka, D., & Kuramitz, H. (2018). Impact of Peat Fire on the Soil and Export of Dissolved Organic Carbon in Tropical Peat Soil, Central Kalimantan, Indonesia. *ACS Earth and Space Chemistry*, 2(7), 692–701. <https://doi.org/10.1021/acsearthspacechem.8b00018>
- Schimelpfenig, D. W., Cooper, D. J., & Chimner, R. A. (2014). Effectiveness of Ditch Blockage for Restoring Hydrologic and Soil Processes in Mountain Peatlands. *Restoration Ecology*, 22(2), 257–265. <https://doi.org/10.1111/rec.12053>
- Smith, S. M., Newman, S., Garrett, P. B., & Leeds, J. A. (2001). Differential effects of surface and peat fire on soil constituents in a degraded wetland of the northern Florida Everglades. *Journal of Environmental Quality*, 30(6), 1998–2005. <https://doi.org/10.2134/jeq2001.1998>

- Sutejo, Y., Saggaff, A., Rahayu, W., & Hanafiah. (2019). Effect of temperature and heating time variation on characteristics of fibrous peat soils. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 620, 012038. <https://doi.org/10.1088/1757-899X/620/1/012038>
- Tahrún, M., Wawan, W., & Amri, A. I. (2015). *Perubahan Sifat Fisik Gambut Akibat Kebakaran di Desa Teluk Binjai Kecamatan Teluk Meranti Kabupaten Pelalawan*. 1. <https://www.neliti.com>
- Tonks, A. J., Aplin, P., Beriro, D. J., Cooper, H., Evers, S., Vane, C. H., & Sjögersten, S. (2017). Impacts of conversion of tropical peat swamp forest to oil palm plantation on peat organic chemistry, physical properties and carbon stocks. *Geoderma*, 289, 36–45. <https://doi.org/10.1016/j.geoderma.2016.11.018>
- Turetsky, M., Benscoter, B., Page, S., Rein, G., Werf, G., & Watts, A. (2014). Global vulnerability of peatlands to fire and carbon loss. *Nature Geoscience*, 8, 11–14. <https://doi.org/10.1038/ngeo2325>
- Wang, G., Yu, X., Bao, K., Xing, W., Gao, C., Lin, Q., & Lu, X. (2015). Effect of fire on phosphorus forms in Sphagnum moss and peat soils of ombrotrophic bogs. *Chemosphere*, 119, 1329–1334. <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2014.01.084>
- Wen, Y., Zang, H., Freeman, B., Ma, Q., Chadwick, D. R., & Jones, D. L. (2019). Rye cover crop incorporation and high watertable mitigate greenhouse gas emissions in cultivated peatland. *Land Degradation & Development*, 30(16), 1928–1938. <https://doi.org/10.1002/ldr.3390>
- Wibisono, G. (2019). Peat soils stabilization using lime-cement mixture to prevent peat fires. In *MATEC Web of Conferences* (Vol. 276, p. 05006). EDP Sciences.
- Wu, Y., Zhang, N., Slater, G., Waddington, J. M., & de Lannoy, C.-F. (2020). Hydrophobicity of peat soils: Characterization of organic compound changes associated with heat-induced water repellency. *Science of The Total Environment*, 714, 136444. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.136444>

## **BAB IV**

# **MITIGASI BENCANA KEBAKARAN LAHAN GAMBUT**

### **A. Mitigasi Kebakaran Lahan Bergambut**

Definisi Mitigasi Bencana menurut UU No 24 tahun 2007 adalah serangkaian upaya untuk mengurangi risiko bencana, baik melalui pembangunan fisik maupun penyadaran dan peningkatan kemampuan menghadapi ancaman bencana. Kegiatan mitigasi sebagaimana dimaksud pada dilakukan melalui: a.) pelaksanaan penataan ruang; b.) pengaturan pembangunan, pembangunan infrastruktur, tata bangunan; dan c.) penyelenggaraan pendidikan, penyuluhan, dan pelatihan baik secara konvensional maupun modern.

Mitigasi dapat dibedakan menjadi Mitigasi struktural dan Mitigasi non struktural. Mitigasi struktural adalah upaya untuk meminimalkan bencana yang dilakukan melalui pembangunan berbagai prasarana fisik dan menggunakan pendekatan Teknologi. Mitigasi non struktural adalah upaya mengurangi dampak bencana, selain dari upaya fisik (Faturahman, 2018).

Kegiatan restorasi lahan gambut merupakan upaya dalam rangka mitigasi lahan gambut (Rahman & Yuliani, 2018). Restorasi gambut menurut BRG (2018) adalah upaya pemulihan ekosistem gambut terdegradasi agar kondisi hidrologis, struktur dan fungsinya berada pada kondisi pulih. Mitigasi kebakaran dan kabut gambut Bencana dilakukan dengan restorasi, yaitu rewetting, revegetasi dan revitalisasi mata pencaharian masyarakat (Antriyandarti et al., 2019). Kegiatan utama di zona inti gambut dalam adalah memblokir saluran drainase dan revegetasi; di zona penyangga gambut dangkal, kehutanan dan agroforestri pada lahan gambut, akuakultur, dan peternakan itik yang sepenuhnya dibasahi kembali; sementara di sekitar tanah mineral non-gambut, perkebunan pohon dan pertanian lebih intensif (Jessup et al., 2020).

Pembasahan kembali (*rewetting*) material gambut yang mengering akibat turunnya muka air tanah gambut (Badan Restorasi Gambut, 2020). Terdapat tiga cara melakukan pembasahan kembali tersebut:

1. Pembuatan bangunan penahan air, antara lain dalam bentuk sekat kanal
2. Penimbunan kanal yang terbuka
3. Pembangunan sumur bor

Membasahi kembali lahan gambut industri yang dikeringkan dapat mengurangi emisi gas rumah kaca (GRK) (Wilson et al., 2013). Pembasahan kembali lahan gambut yang dikeringkan dan pemulihan lahan gambut dapat secara efektif menurunkan risiko terbakar, terutama jika lapisan gambut baru berhasil membangun dan meningkatkan kadar air gambut (Granath et al., 2016). Restorasi lahan gambut adalah cara yang baik untuk mengurangi emisi CO<sub>2</sub> dari lahan gambut yang dikeringkan (Josten, dkk, 2012).

Kegiatan restorasi lainnya adalah revegetasi. Revegetasi adalah upaya pemulihan tutupan lahan pada ekosistem gambut melalui penanaman jenis tanaman asli pada fungsi lindung atau dengan jenis tanaman lain yang adaptif terhadap lahan basah dan memiliki nilai ekonomi pada fungsi budidaya (Badan Restorasi Gambut, 2020). Terdapat beberapa cara melakukan revegetasi, seperti:

1. Penanaman benih endemis dan adaptif pada lahan gambut terbuka
2. Pengayaan penanaman (*enrichment planting*) pada kawasan hutan gambut terdegradasi
3. Peningkatan dan penerapan teknik agen penyebar benih (*seed dispersal techniques*) untuk mendorong regenerasi vegetasi gambut

Teknik revegetasi dilakukan dengan sistem surjan dan paludikultur. Sistem surjan adalah agroforestri yang tidak membutuhkan adanya saluran atau kanal drainase sehingga lahan gambut dapat dipertahankan tetap basah. Sementara itu, paludikultur adalah budidaya tanaman menggunakan jenis-jenis

tanaman rawa atau tanaman lahan basah yang tidak memerlukan adanya drainase air gambut (Badan Restorasi Gambut, 2020).

Kegiatan restorasi lainnya adalah revitalisasi ekonomi. Revitalisasi sumber-sumber mata pencaharian masyarakat bertujuan untuk meningkatkan kesejahteraan masyarakat yang ada di dalam dan sekitar areal restorasi gambut. Program revitalisasi yang dilakukan mendorong sistem pertanian terpadu di lahan gambut dimana sistem surjan dan paludikultur menjadi pilihan utamanya (Badan Restorasi Gambut, 2020).

Program ini melakukan identifikasi jenis-jenis tanaman yang ramah terhadap ekosistem gambut. Demikian pula dikembangkan perikanan air tawar dan peternakan. Pengembangan teknologi pertanian adaptif di lahan gambut menjadi prioritas dalam program ini. Program ini juga mengembangkan strategi penguatan rantai pasok kepada pasar lokal, nasional dan internasional (BRG, 2018).

Empat hal yang diperlukan untuk mencapai target Mitigasi yaitu menentukan jumlah dan sifat-sifat tanah gambut, memperkirakan potensi, biaya dan kelayakan dari langkah-langkah mitigasi, dan memilih dan menerapkan langkah-langkah terbaik (Regina et al., 2016). Langkah lainnya dalam melakukan emisi lahan gambut adalah (1) pendekatan penegakan yang lebih kuat untuk melindungi dan meningkatkan penyimpanan C di lahan gambut alami, (2) pembasahan/pemulihan lahan gambut yang terdegradasi untuk mengurangi emisi dan menciptakan kondisi yang cocok untuk penyerapan C dan (3) penggunaan sumber non-gambut alternatif untuk produksi energi dan penggunaan hortikultura (Dohong et al., 2018).

Hambatan langsung untuk restorasi lahan gambut di Indonesia termasuk topografi gambut yang berubah, drainase lahan gambut, keberadaan pakis invasif dan spesies semak, kebakaran berulang, dan risiko banjir. Hambatan tidak langsung termasuk perubahan iklim, kebijakan penggunaan lahan yang tidak konsisten dan kurangnya pilihan mata pencaharian alternatif. Sebagian besar kegiatan restorasi yang dilakukan hingga saat ini adalah uji coba skala

kecil dan teknik restorasi yang digunakan meliputi pemblokiran kanal, transplantasi bibit, dan promosi penyebaran benih. Restorasi lahan gambut yang sukses di Indonesia bergantung pada kebijakan tata guna lahan dan reformasi tata kelola yang bermakna seperti halnya pada efektivitas teknis dari metode restorasi spesifik (Dohong et al., 2018).

## **B. Kegiatan Pembasahan Lahan (*Rewetting*)**

Area gambut yang luas telah dikeringkan untuk pertanian dan kehutanan yang menyebabkan terjadinya emisi karbon dioksida dan nitro oksida (Sirin et al., 2010). Tanpa perencanaan yang tepat, pembangunan kanal dapat menyebabkan kerusakan lahan gambut. Hutan lahan gambut menjadi terkuras dan terdegradasi (Surahman et al., 2019). Pembasahan kembali lahan gambut dapat mengurangi emisi gas rumah kaca untuk mitigasi perubahan iklim (Ojanen & Minkkinen, 2019). Emisi gas rumah kaca bersih dari lahan gambut rewetted yang rendah dibandingkan dengan situasi dikeringkan sebelumnya. Setelah rewetting, TCE (*Total Carbon emission*) menurun secara signifikan. Fluks CO<sub>2</sub> secara signifikan dan negatif berkorelasi dengan ketinggian air (Cui et al., 2017).

Adanya pembuatan parit pada lahan bergambut telah menyebabkan terjadinya penurunan gambut dalam zona 4-5 m di kedua sisi parit, yang telah secara efektif menurunkan permukaan gambut ke muka air baru. Diperkirakan bahwa proses ini menyebabkan hilangnya sekitar 500.000 m<sup>3</sup> gambut di dalam wilayah sekitar 38 km<sup>2</sup> setelah drainase. Kehilangan ini disebabkan oleh adanya kombinasi oksidasi dan pemadatan (Williamson et al., 2017).

Pembasahan kembali lahan gambut yang digunakan secara pertanian telah diusulkan sebagai langkah untuk menghentikan penurunan tanah, melestarikan gambut dan merehabilitasi fungsi ekosistem (Van de Riet et al., 2013). Pembasahan kembali lahan gambut yang dikeringkan dan pemulihan lahan gambut yang ditambang dapat secara efektif menurunkan risiko terbakar. Dalam ini, terutama jika lapisan gambut baru berhasil membangun dan

meningkatkan kadar air gambut (Granath et al., 2016). Restorasi memiliki efek positif pada permukaan air, meningkat dari sekitar 45 cm di bawah permukaan menjadi sekitar 15 cm di bawah permukaan selama musim panas (Schimelpfenig et al., 2014).

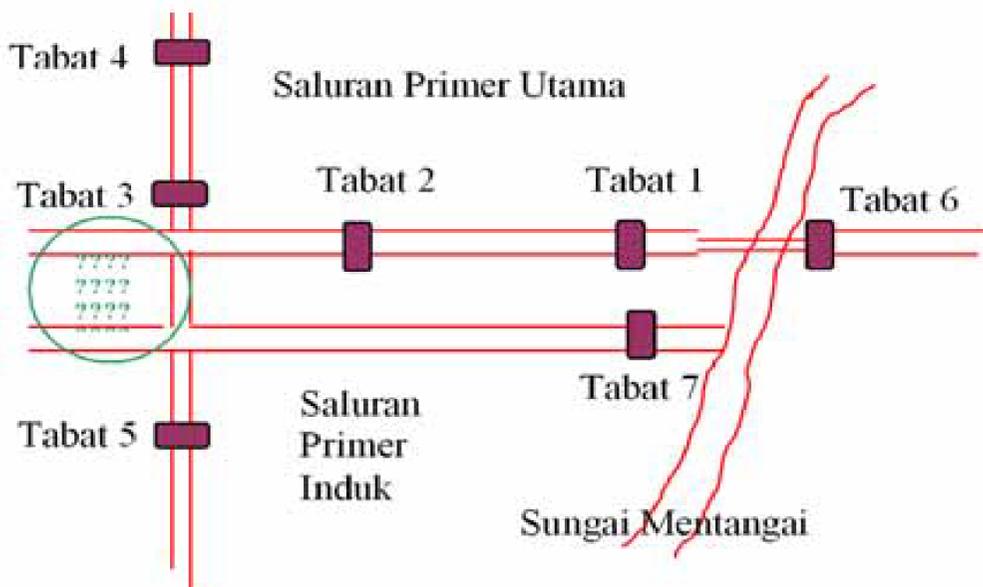
Emisi karbon dioksida dari lahan gambut terdegradasi disebabkan oleh drainase buatan, yang membuat gambut rentan terhadap dekomposisi dan kebakaran. Oleh karena itu, perubahan jaringan drainase lahan gambut adalah faktor kunci dalam menentukan dampak iklim jangka panjang dari konversi lahan gambut untuk pertanian (Cobb et al., 2016).

Kegiatan *rewetting* dilaksanakan pada areal gambut yang berkanal dan pernah terjadi kebakaran (Ramdhan & Siregar, 2018). Metode pembasahan dalam kegiatan restorasi dapat melalui pembuatan sumur bor dan sekat kanal (Setiadi, 2018). Selain pembuatan sumur bor dan sekat kanal, metode penimbunan kanal merupakan infrastruktur pembasahan lahan gambut (BRG, 2017). Menaikkan permukaan air tanah lebih dekat ke permukaan tanah merupakan upaya untuk mengurangi atau mengelola emisi dari tanah gambut (Mäkipää et al., 2018; Taft et al., 2018). Membangun sistem pemblokiran kanal, dan memperkenalkan teknologi untuk pengelolaan air dan tanah merupakan upaya untuk mitigasi perubahan iklim (Surahman et al., 2019).

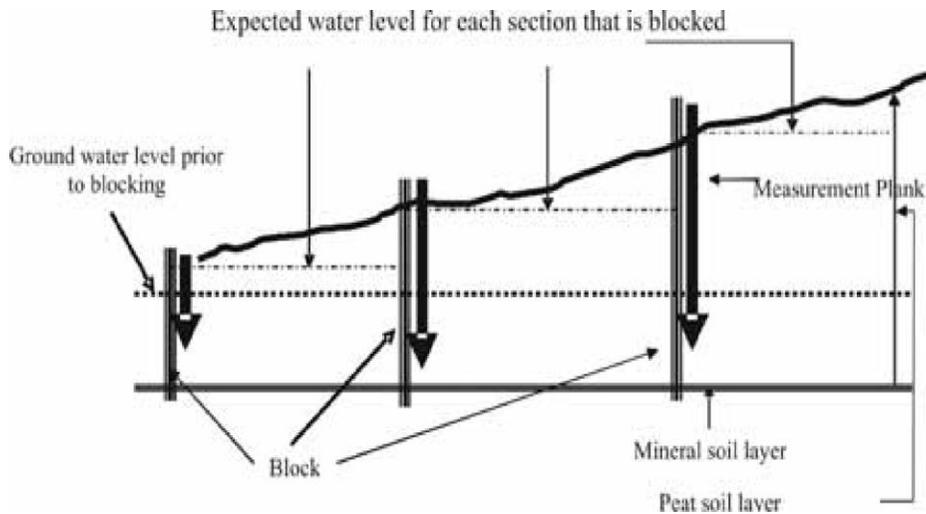
Manajemen air diperlukan untuk mengatur level air tanah yang cocok untuk tanaman, konservasi alam dan memulihkan kondisi hidrologi, seperti mengurangi kerentanan terhadap kebakaran. Membangun sistem pemblokiran kanal, dan memperkenalkan teknologi untuk pengelolaan air dan tanah merupakan manajemen lahan gambut yang terdegradasi (Surahman et al., 2019). Sekat kanal merupakan bangunan air berupa sekat atau tabat yang dibangun di badan kanal buatan yang telah ada di lahan gambut dengan tujuan untuk menaikkan daya simpan (retensi) air pada badan kanal dan sekitarnya dan mengurangi mencegah penurunan permukaan air di lahan gambut sehingga lahan gambut di sekitarnya tetap basah dan sulit terbakar. Jenis, tipe dan sekat kanal beragam jenis dan tipe desainnya dari yang tipenya bersifat

sederhana sampai yang kompleks (BRG, 2017). Pengelolaan air dilakukan dengan pemasangan pintu air di saluran drainase (Sistem Tabat) seperti gambar 4.1 dan gambar 4.2.

Total jumlah tabat tergantung pada topografi dari lahan gambut, tinggi dari permukaan air, dan kekuatan dari arus kanal. Semakin tinggi permukaan air, maka akan semakin rendah risiko terjadinya kebakaran lahan gambut. Apabila parit tersebut miring (mengalir menuju kubah gambut) maka air akan mengalir lebih cepat. Semakin luas areal yang akan dibasahi maka akan semakin banyak jumlah tabat atau sekat kanal. Aktivitas pembuatan sekat kanal dilakukan pada bagian hulu terlebih dahulu dan dilakukan pada musim kemarau (Suryadiputra et al., 2005).



Gambar 4. 1. Sistem Tabat, Sumber: (Suryadiputra et al., 2005)



Gambar 4. 2. Lokasi beberapa sekat kanal untuk menaikkan permukaan air,  
Sumber: (Suryadiputra et al., 2005)

Berdasarkan umur rencana konstruksi menurut BRG (2017) dapat dibagi menjadi 3 yaitu:

1. Jangka Pendek (Sementara)

Adakalanya konstruksi sekat dibangun dengan durasi jangka pendek dan sementara dengan tujuan untuk mempertahankan dan menjaga tinggi muka air di kanal/saluran dan sekitarnya. Biasanya sekat jangka pendek ini dibangun dalam rangkaantisipasi musim kemarau panjang atau dibangun pada saat terjadi kebakaran hutan dan lahan gambut yang sifatnya sangat mendadak. Pertimbangan lain untuk membangun sekat sementara adalah karena keterbatasan anggaran, kendala kepemilikan tanah, dan aksesibilitas yang sulit untuk mobilisasi bahan dan alat dalam waktu cepat (Ng Kok seng, 2011). Contoh sekat yang dibangun dengan durasi jangka pendek adalah sekat gambut yang dipadatkan, sekat kayu lapis, sekat karung tanah, dan lain-lain.,

2. Jangka Menengah (Semi-Permanen)

Sekat semi permanen dirancang untuk umur konstruksinya antara 2-5 tahun. Bahan konstruksi sekat untuk umur dengan durasi menengah dapat berupa kayu kelas kuat dan awet (kategori 1-2) serta tahan air dengan keasaman tinggi seperti Belangiran (*shorea belangiran*), gelam (*Melaleuca*

*kajuputi*), pelawan (*Tristaniopsis*), resak (*Vatica wallichii*), rengas (*Gluta rmgas*), bangkirai (*Shorea laevis*), dan kayu-kayu lainnya. Struktur sekat dari kayu keras (*hardwood*) dikombinasikan dengan karung tanah mineral atau gambut matang (*saprik*) memiliki daya tahan hingga 2-5 tahun. Sedangkan bahan konstruksi dari batu dengan disusun lepas dan ditumpuk dan diikat/dibungkus dengan bronjong/kawat (*gabions*) sesuai tinggi dan ukuran sekat yang diperlukan. Susunan batu-batu tersebut umumnya dilapisi dengan lembaran kedap air (*gotectile*) guna mengurangi rembesan melalui sekat. Contoh sekat semi permanen adalah sekat kayu dua lapis, sekat bronjong, dan lain-lain.

### 3. Jangka Panjang (Permanen)

Bahan tahan lama seperti beton bertulang, *cast-in-situ* atau *precast* digunakan untuk struktur sekat permanen. Sebagai struktur, beton relatif sangat jauh lebih tahan lama dibandingkan bahan lain, dipertimbangkan bahwa ini bisa dengan mudah bertahan lebih dari 5 tahun tanpa perbaikan. Contoh sekat yang jangka panjang adalah sekat beton, *precast*, kayu tiga lapis atau lebih, dan lain-lain.

Kriteria lokasi dan jenis kanal drainase yang perlu dilakukan pembuatan sekat kanal menurut BRG (2017) adalah sebagai berikut:

1. Kanal yang disekat merupakan kanal drainase buatan (bukan sungai atau anak sungai alami) yang berada di lokasi prioritas restorasi BRG baik pada Kawasan dengan fungsi budidaya maupun fungsi konservasi lindung.
2. Outlet dari jejaring kanal drainase buatan tersebut terhubung/terkoneksi langsung dengan drainase alami, seperti sungai, anak sungai dan danau
3. Untuk kanal-kanal drainase yang berlokasi pada kawasan dengan fungsi budidaya maka sekat kanal yang dibangun perlu dilengkapi dengan alat pengatur muka air berupa peluap atau pelimpah karena tujuan pembangunan sekat kanal pada kawasan budidaya adalah untuk pengelolaan muka air (*water management*)
4. Kanal-kanal buatan berada di lokasi konservasi/lindung maka sekat kanal yang dibangun tidak diperlukan alat pengatur muka air seperti peluap karena tujuan pembangunan sekat kanal adalah untuk konservasi air sehingga muka air dipertahankan setinggi mungkin mendekati muka tanah gambut.

5. Prioritas kanal yang disekat adalah daerah-daerah yang rentan terbakar
6. Kanal yang disekat tidak mengganggu jalur transportasi masyarakat (apabila kanal tersebut merupakan jalur navigasi masyarakat).

Sistem tabat pengelolaan air dapat mengurangi emisi CO<sub>2</sub> sebesar 47,6%, mengurangi sifat hidrofobik gambut (kedalaman tanah 0-50 cm) sebesar 6,6% dan mampu mencegah hilangnya kemampuan penahanan air dari gambut berserat oleh 26,6% (Siti Nurzakiah et al., 2016). Pengelolaan air Sistem Tabat juga dapat mengurangi emisi CO<sub>2</sub> sebesar 23,6% dan memungkinkan untuk mencegah hilangnya kemampuan penampung air dari serat gambut. sebesar 13,9%. Ini menunjukkan bahwa Sistem Tabat pengelolaan air memungkinkan menjaga kelembaban gambut dan sebagai mitigasi CO<sub>2</sub> (S. Nurzakiah et al., 2019). Membangun pemblokiran kanal seperti di Kanal/Sungai Lubuk Garau, Kabupaten Barito Timur dapat meningkatkan ketinggian air rata-rata (TMA) 0,55 m, sehingga mempercepat proses rewetting dengan cakupan yang lebih luas (Rottie, 2019).

Penimbunan kanal merupakan salah satu teknik pembasahan gambut dimana kanal-kanal drainase yang terbuka di ekosistem tanah gambut ditimbun atau diisi kembali dengan tanah gambut atau bahan organik setempat (pelapukan batang, dahan dan serasah kayu, dan lain-lain) sehingga kanal mengalami pendangkalan dan sedimentasi. Tujuan utama kegiatan penimbunan kanal adalah konservasi air melalui proses peningkatan sedimentasi kanal drainase buatan dan pengurangan limpasan air keluar dari kawasan kubah gambut dan/atau kawasan konservasi/lindung sehingga muka air dan daya simpan air pada kawasan tersebut tetap tinggi khususnya pada musim kemarau (BRG, 2017).

Kegiatan ini tidak dilakukan di sepanjang kanal terbuka yang ada, tetapi hanya dilakukan di beberapa segmen kanal dengan jarak interval tertentu. Kriteria lokasi dan jenis kanal yang perlu dilakukan penimbunan menurut BRG (2017) adalah sebagai berikut:

1. Kanal yang ditimbun merupakan kanal drainase buatan yang berada di lokasi wilayah prioritas restorasi BRG khususnya pada Kawasan dengan fungsi konservasi/lindung
2. Outlet dari jejaring kanal drainase buatan tersebut terhubung/terkoneksi langsung dengan drainase alami misalnya sungai, anak sungai, danau dan laut
3. Prioritas kanal yang ditimbun adalah daerah yang rentan mengalami kekeringan akibat adanya kanal dan rentan terbakar
4. Jejaring kanal drainase buatan tidak dipergunakan sebagai jalur navigasi masyarakat.

Sumur bor adalah sarana dan alat berupa pipa atau sambungan serial pipa pvc yang dipasang/ditanam kedalam tanah gambut guna mengalirkan/mengeluarkan sumber air yang berlokasi di lapisan bawah tanah gambut (lapisan akuifer). Fungsi sumur bor dalam upaya restorasi gambut di BRG adalah sumber air untuk pembasahan gambut khususnya pada musim kemarau. Namun tidak menutup kemungkinan sumur bor juga dapat digunakan sebagai sumber air untuk pemadaman awal (BRG, 2017).

Kriteria lokasi kegiatan pembangunan sumur bor menurut BRG (2017) antara lain sebagai berikut:

1. Lokasi rencana penempatan sumur bor adalah pada lokasi prioritas restorasi gambut BRG
2. Wilayah dimana terdapat potensi kelangkaan sumber air permukaan alami dan jauh dari sumber air (anak sungai, sungai, danau dan laut) khususnya pada musim kemarau
3. Wilayah rawan kekeringan dan secara historis rentan terbakar sejak tahun 2015
4. Wilayah yang memiliki keterbatasan akses langsung dengan jalur darat (jalan, jembatan) maupun air (sungai, danau, kanal/parit)
5. Wilayah yang terdapat sumber air bawah tanah (lapisan akuifer)



Gambar 4. 3. Sumur Bor

### C. Kegiatan Revegetasi

Revegetasi adalah upaya pemulihan tutupan lahan pada ekosistem gambut melalui penanaman jenis tanaman asli pada fungsi lindung atau dengan jenis tanaman lain yang adaptif terhadap lahan basah dan memiliki nilai ekonomi pada fungsi budidaya (BRG, 2017). Kegiatan restorasi dapat dimulai dengan penanaman kembali hutan dan lahan gambut yang terdampak dengan tanaman-tanaman semusim (pada umumnya hortikultura). Tanaman tersebut disandingkan dengan tanaman pohon yang dapat mengurangi kuantitas karbon atau mampu menyerap karbon serta memiliki nilai ekonomi yang tinggi (Rahman & Yuliani, 2018).

Menggabungkan pembasahan kembali lahan gambut dengan penanaman biomassa (paludikultur) adalah salah satu strategi untuk menghilangkan surplus nutrisi dari tanah/air dan merangsang vegetasi pembentuk gambut (Giannini et al., 2017). Revegetasi dengan tanaman ramah gambut (paludikultur) merupakan bagian dari kegiatan restorasi gambut terdegradasi. Kombinasi pembasahan dan budidaya tanaman lahan basah (paludikultura) diupayakan sebagai opsi mitigasi perubahan iklim atau karbon dioksida (CO<sub>2</sub>) yang lebih luas di lahan gambut yang dikeringkan (Jurasinski et al., 2020; Karki et al., 2014).

Kawasan budidaya pertanian dilaksanakan pada kawasan gambut < 3 m, adalah sebagai lahan sawah, perkebunan, perikanan, dan hutan tanaman industri (HTI), dengan mempertimbangkan kesesuaian lahannya. Kawasan konservasi berada pada wilayah gambut dengan ketebalan > 3 m dan yang terletak pada wilayah dengan keanekaragaman hayati (flora dan fauna), dan di bawah gambut lapisan sulfidik dan atau pasir kuarsa (Suriadikarta, 2012).

Paludikultur merupakan salah satu teknik restorasi ekosistem gambut dan pengelolaan lahan gambut secara berkelanjutan dengan memperhatikan aspek ekologi, produksi dan sosial ekonomi (Waluyo & Nurlia, 2017). Paludikultur adalah gambut yang melestarikan bentuk penggunaan lahan produktif berkelanjutan di lahan gambut (Joosten et al., 2012). Tanaman yang cocok untuk lahan gambut adalah kopi liberika (Waluyo & Nurlia, 2017).



Gambar 4. 4. Tanaman sayuran yang ditanam di Lahan Bergambut

Paludikultur merupakan budidaya tanaman di lahan gambut pertanian basah atau yang digembalakan kembali, mengintegrasikan penggunaan lahan produktif secara berkelanjutan dengan penyediaan berbagai layanan ekosistem (Vroom et al., 2018). Paludikultur adalah salah satu pilihan pengelolaan yang dianjurkan. Paludikultur mengacu kepada budidaya tanaman asli/lokal pada lahan gambut yang basah atau dibasahi, tanpa mengganggu kelestarian ekosistem, dan membantu pemulihan dan pelestarian lingkungan, peningkatan ekonomi dan kesejahteraan masyarakat. Prinsip dalam paludikultur adalah

mengembalikan kelestarian ekosistem gambut sambil tetap memperhatikan kepentingan ekonomi (Prastyaningsih et al., 2019). Tanaman paludikultur tumbuh subur di bawah kondisi tergenang air yang merangsang pembuangan nitrogen (N) dan fosfor (P) dari tanah dan air dan mengubah kehilangan karbon yang disebabkan drainase yang serius (C) menjadi penyerapan C (Vroom et al., 2018).



Gambar 4. 5. Sistem Surjan dengan tanaman jeruk pada bagian atas dan tanaman padi pada bagian bawahnya

Penataan lahan pada wilayah lahan basah bergambut dapat dengan menggunakan sistem surjan. Sistem surjan dapat menyebabkan terjadinya perubahan sifat kimia tanah karena pengambilan tanah yang digunakan untuk membuat surjan berasal dari tanah disekitarnya yang menyebabkan tanah terangkat ke atas. Tanah sulfat masam potensial pengolahan tanah dan pembuatan guludan/surjan sebaiknya dilakukan secara hati-hati dan bertahap agar tidak terjadi oksidasi pirit, membentuk asam sulfat, ion hidrogen dan  $Fe^{3+}$  (Nazemi et al., 2012).

Model wanatani adalah upaya yang dilakukan dengan memanfaatkan lahan untuk tanaman industri kayu dan tanaman musiman (pertanian) ditanam diantara tanaman utama. Tanaman sengon digunakan sebagai tanaman utama,

sedangkan tanaman nanas adalah tanaman tumpangsari, yang diharapkan berkontribusi terhadap pendapatan penduduk lokal (Imanudin, 2019).

#### **D. Kegiatan Revitalisasi ekonomi**

Pemanfaatan lahan gambut untuk pertanian di Indonesia memiliki sejarah panjang. Berawal dari keberhasilan masyarakat adat yang awalnya memandang lahan gambut sebagai sumber daya untuk menghasilkan tanaman pangan tradisional, buah-buahan, dan rempah-rempah dan akhirnya operasi skala besar seperti perkebunan kelapa sawit yang menguntungkan (Nursyamsi et al., 2016).

Program revitalisasi merupakan program yang memberdayakan masyarakat untuk mengelola lahan gambut sebagai tempat budidaya, seperti sagu, nanas, purun, dan tanaman paludikultur lainnya serta perikanan air tawar (Badan Restorasi Gambut, 2020). Program aksi revitalisasi berupa pembentukan dan pembinaan desa peduli gambut, peningkatan kapasitas kelembagaan, dan pembangunan alternatif komoditas dan sumber mata pencaharian (Pemerintah Provinsi Kalimantan Barat, 2020). Kegiatan revitalisasi berbasis kepada lahan dan berbasis kepada air, seperti pertanian tanpa bakar, paludikultur, peternakan, perikanan, budidaya lebah madu, dll (Pontianakpost., 2019). Kegiatan revitalisasi meningkatkan pengalaman petani dan pengetahuan tentang perubahan iklim merupakan upaya dalam rangka mitigasi perubahan iklim berbasis masyarakat (Surahman et al., 2019).



Gambar 4. 6. Panen Sayuran yang Dihasilkan dari Budidaya Lahan Bergambut

Zona ekonomi percontohan khusus berbasis ekosistem (SPEZ) memberikan kerangka kerja untuk bioekonomi lahan gambut berkelanjutan. Terdapat tujuh fase untuk perencanaan dan implementasi SPEZ; 1. Mempersiapkan perencanaan tata ruang untuk mendukung aspek hukumnya; 2. Pengamatan lapangan untuk memperoleh informasi biofisik dari lokasi dan menentukan kesesuaian lahan gambut; 3. Identifikasi kelompok sasaran, komoditas paludikultur, dan mata pencaharian alternatif; 4. Menganalisis rantai nilai, permintaan pasar dan melakukan analisis biaya-manfaat; 5. Akuntansi modal alam; 6. Merancang inovasi sosial untuk memicu investasi dan rantai pasar; dan 7. Keterlibatan masyarakat (Budiman et al., 2020).

Pembukaan lahan gambut harus dilakukan melalui perencanaan yang matang, dan perlu ditunjang dengan analisa dampak lingkungan yang handal serta pemahaman terhadap kondisi sosial budaya masyarakat lokal (Suriadikarta, 2012). Rawa pasang surut termasuk lahan bergambut sebagian besar dibudidayakan dengan varietas padi lokal dalam tahap tanam (taradak, ampak, dan lacak) (Ismed et al., 2012). Petani Banjar yang berada pada lahan basah telah terlibat dalam pertanian selama berabad-abad, menghasilkan pengetahuan lokal yang selaras dengan aturan keseimbangan dan kelestarian alam (Arisanty, Hastuti, et al., 2019; Hastuti, 2019). Dengan demikian, kegiatan revitalisasi ekonomi dapat berjalan selaras dengan alam dengan memanfaatkan kearifan lokal masyarakat.

Lahan gambut mempunyai nilai langsung termasuk kayu, hasil hutan non-kayu, sumber ikan, dan air untuk pertanian. Nilai-nilai lingkungan lahan gambut seperti pencegahan banjir, konservasi keanekaragaman hayati, udara segar, kesuburan tanah, sumber air abadi, dan pengurangan kerusakan badai. Manfaat lahan gambut termasuk untuk kesehatan dan budaya termasuk sumber tanaman obat, makanan segar, dan agrowisata. Meskipun manfaat langsung dari lahan gambut minimal atau kecil, tetapi masyarakat pada lahan gambut ingin berkontribusi untuk konservasi lahan gambut melalui partisipasi dalam proyek rehabilitasi berbasis masyarakat, patroli dan perlindungan kebakaran, penanaman pohon, donasi tunai, penyediaan bibit, dan bergabung dalam program penciptaan kesadaran. Nilai-nilai intrinsik dan antusiasme masyarakat terhadap konservasi lahan gambut mengharuskan adanya pendekatan berbasis masyarakat untuk pengelolaan lahan gambut yang berkelanjutan (Nath et al., 2017). Penggunaan sumber daya yang rendah dan konsep hasil tinggi dalam program pemberdayaan adalah kunci keberhasilan mitigasi dan adaptasi perubahan iklim yang efektif, serta meningkatkan mata pencaharian masyarakat (Sunkar & Santosa, 2018).

#### DAFTAR PUSTAKA

- Antriyandarti, E., Sutrisno, J., Rahayu, E. S., Setyowati, N., Khomah, I., & Rusdiyana, E. (2019). Mitigation of peatland fires and haze disaster through livelihood revitalization: A case study in Pelalawan Riau. *Journal of Physics: Conference Series*, 1153, 012131. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1153/1/012131>
- Arisanty, D., Hastuti, K. P., Angriani, P., & Rajiani, I. (2019). Indigenous Knowledge of Banjereese Farmers to Predict The Season in Agriculture Area Swampland. *ADVED 2019, 5rd International Conference on Advances in Education and Social Sciences Abstracts & Proceedings e-Publishing 21-23 October 2019, Istanbul, Turkey*. [https://www.ocerints.org/adved19\\_e-publication/abstracts/a85.html](https://www.ocerints.org/adved19_e-publication/abstracts/a85.html)
- Badan Restorasi Gambut. (2020). *Restorasi Gambut dalam Kerangka Pembangunan Ekonomi Berkelanjutan – BRG Indonesia*. <https://brg.go.id/restorasi-gambut-dalam-kerangka-pembangunan-ekonomi-berkelanjutan/>
- BRG. 2018. Program Kerja. <http://brg.go.id/program-kerja/?lang=en>

- BRG. 2017. Modul Pelatihan Pembangunan Infrastruktur Pembasahan Gambut Sekat Kanal Berbasis Masyarakat. Jakarta.
- Budiman, I., Januar, R., Daeli, W., Hapsari, R., & Sari, E. (2020). Designing the special pilot economic zone on peatlands. *Jurnal Geografi Lingkungan Tropik*, 4. <https://doi.org/10.7454/jglitrop.v4i1.73>
- Cobb, A., Hoyt, A., & Harvey, C. F. (2016). Tropical peatland modeling for impact and mitigation assessment. *AGU Fall Meeting Abstracts*, 21. <http://adsabs.harvard.edu/abs/2016AGUFMGC21B1098C>
- Cui, L., Kang, X., Li, W., Hao, Y., Zhang, Y., Wang, J., Yan, L., Zhang, X., Zhang, M., Zhou, J., & Kardol, P. (2017). Rewetting Decreases Carbon Emissions from the Zoige Alpine Peatland on the Tibetan Plateau. *Sustainability*, 9(6), 948. <https://doi.org/10.3390/su9060948>
- Dohong, A., Abdul Aziz, A., & Dargusch, P. (2018). A Review of Techniques for Effective Tropical Peatland Restoration. *Wetlands*, 38(2), 275–292. <https://doi.org/10.1007/s13157-018-1017-6>
- Faturahman, B. M. (2018). Konseptualisasi mitigasi bencana melalui perspektif kebijakan publik. *Publisia: Jurnal Ilmu Administrasi Publik*, 3(2), 121–134. <https://doi.org/10.26905/pjiap.v3i2.2365>
- Giannini, V., Silvestri, N., Dragoni, F., Pistocchi, C., Sabbatini, T., & Bonari, E. (2017). Growth and nutrient uptake of perennial crops in a paludicultural approach in a drained Mediterranean peatland. *Ecological Engineering*, 103, 478–487. <https://doi.org/10.1016/j.ecoleng.2015.11.049>
- Granath, G., Moore, P. A., Lukenbach, M. C., & Waddington, J. M. (2016). Mitigating wildfire carbon loss in managed northern peatlands through restoration. *Scientific Reports*, 6(1), 28498. <https://doi.org/10.1038/srep28498>
- Hastuti, puji karunia. (2019). Indigenous Knowledge of Banjarese Tribe Farmers in Paddy Cultivation at Tidal Swamplands in South Kalimantan, Indonesia. *Indigenous Knowledge of Banjarese Tribe Farmers in Paddy Cultivation at Tidal Swamplands in South Kalimantan, Indonesia*. <http://eprints.ulm.ac.id/6786/>
- Imanudin, M. S. (2019). Land and Water Management In Pineapple and Sengon Agroforestry Systems in Peatland. *Sriwijaya Journal of Environment*, 4(2), 64–77. <https://doi.org/10.22135/sje.2019.4.2.64-77>
- Ismed, S. B., Mariana, M., Ismed, F., & Fachrur, R. (2012). *Contribution of Endophytic Microbes in Increasing The Paddy Growth and Controlling Sheath Blight Diseases at Transplanting Stage on Tidal Swamps*. 97–106. <http://lemlit.unlam.ac.id>
- Jessup, T., Segah, H., Silvius, M., Applegate, G., & Jagau, Y. (2020). An Integrated Landscape Approach for Socially Inclusive Peatland

- Restoration. *Journal of Wetlands Environmental Management*, 8(1), 77–84. <https://doi.org/10.20527/jwem.v8i1.229>
- Joosten, H., Tapio-Bistrom, M. L., & Tol, S. (2012). Peatlands – guidance for climate changes mitigation through conservation, rehabilitation and sustainable use. *Mitigation Og Climate in Agriculture Series 5*.
- Jurasinski, G., Ahmad, S., Anadon-Rosell, A., Berendt, J., Beyer, F., Bill, R., Blume-Werry, G., Couwenberg, J., Günther, A., Joosten, H., Köbsch, F., Köhn, D., Koldrack, N., Kreyling, J., Leinweber, P., Lennartz, B., Liu, H., Michaelis, D., Mrotzek, A., ... Wrage-Mönnig, N. (2020). *From Understanding to Sustainable Use of Peatlands: The WETSCAPES Approach*. <https://doi.org/10.20944/preprints202001.0250.v1>
- Karki, S., Elsgaard, L., Audet, J., & Lærke, P. E. (2014). Mitigation of greenhouse gas emissions from reed canary grass in paludiculture: Effect of groundwater level. *Plant and Soil*, 383(1), 217–230. <https://doi.org/10.1007/s11104-014-2164-z>
- Mäkipää, R., Peltoniemi, M., Lehtonen, H., Lehtonen, A., Kristiina, R., & Laiho, R. (2018). *Novel peatland management practices—Key for sustainable bioeconomy and climate change mitigation*. 20, 13123.
- Nath, T. K., Dahalan, M. P. B., Parish, F., & Rengasamy, N. (2017). Local Peoples' Appreciation on and Contribution to Conservation of Peatland Swamp Forests: Experience from Peninsular Malaysia. *Wetlands*, 37(6), 1067–1077. <https://doi.org/10.1007/s13157-017-0941-1>
- Nazemi, D., Hairani, A., & Indrayati, L. (2012). Prospek Pengembangan Penataan Lahan Sistem Surjan di Lahan Rawa Pasang Surut. *Agrovigor: Jurnal Agroekoteknologi*, 5(2), 113–118. <https://doi.org/10.21107/agrovigor.v5i2.327>
- Nursyamsi, D., Noor, M., & Maftu'ah, E. (2016). Peatland Management for Sustainable Agriculture. In *Tropical Peatland Ecosystems* (pp. 493–511). [https://doi.org/10.1007/978-4-431-55681-7\\_34](https://doi.org/10.1007/978-4-431-55681-7_34)
- Nurzakiah, S., Nurita, & Subagio, H. (2019). Carbon dioxide mitigation with tabat system on peatland. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 393, 012092. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/393/1/012092>
- Nurzakiah, Siti, Nurita, N., & Nursyamsi, D. (2016). Water Management “Tabat System” in Carbon Dioxide Mitigation and Vulnerability to Fire on Peatland. *Journal of Tropical Soils*, 21(1), 41–47. <https://doi.org/10.5400/jts.15.2.95>
- Ojanen, P., & Minkinen, K. (2019). *The potential of global peatland rewetting for climate change mitigation*. 1.
- Pemerintah Provinsi Kalimantan Barat. 2020. Bangun Kembali Ekosistem Gambut Brg Gelar Konsultasi Publik Rtt 2020.

<http://kalbarprov.go.id/berita/bangun-kembali-ekosistem-gambut-brg-gelar-konsultasi-publik-rtt-2020.html>

- Pontianakpost. (2019, September 14). Optimalkan Pemanfaatan Dana yang Dialokasikan Badan Restorasi. *Pontianak Post*. <https://pontianakpost.co.id/optimalikan-pemanfaatan-dana-yang-dialokasikan-badan-restorasi/>
- Prastyaningsih, S. R., Hardiwinoto, S., Agus, C., & Musyafa. (2019). Development Paludiculture on Tropical Peatland for Productive and Sustainable Ecosystem in Riau. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 256, 012048. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/256/1/012048>
- Rahman, A., & Yuliani, F. (2018). Mitigasi Bencana Kebakaran Lahan Gambut dan Pemberdayaan Masyarakat Melalui Metode Restorasi. *Sosio Informa*, 4(2), Article 2. <https://doi.org/10.33007/inf.v4i2.1460>
- Ramadhan, M., & Siregar, Z. A. (2018). Pengelolaan Wilayah Gambut Melalui Pemberdayaan Masyarakat Desa Pesisir di Kawasan Hidrologis Gambut Sungai Katingan dan Sungai Mentaya Provinsi Kalimantan Tengah. *Jurnal Segara*, 14(3), 145–157. <https://doi.org/10.15578/segara.v14i3.6416>
- Regina, K., Budiman, A., Greve, M. H., Grønlund, A., Kasimir, Å., Lehtonen, H., Petersen, S. O., Smith, P., & Wösten, H. (2016). GHG mitigation of agricultural peatlands requires coherent policies. *Climate Policy*, 16(4), 522–541. <https://doi.org/10.1080/14693062.2015.1022854>
- Rottie, A. F. (2019). Canal Blocking Design as an Effort to Restore Peatlands in East Barito Regency. *American Journal of Engineering Research*, 8.
- Schimelpfenig, D. W., Cooper, D. J., & Chimner, R. A. (2014). Effectiveness of Ditch Blockage for Restoring Hydrologic and Soil Processes in Mountain Peatlands. *Restoration Ecology*, 22(2), 257–265. <https://doi.org/10.1111/rec.12053>
- Setiadi, I. (2018). *Implementasi Peraturan Presiden Nomor 1 tahun 2016 tentang Badan Restorasi Gambut di Kabupaten Pulang Pisau Pada Tahun 2017* [Sarjana, Universitas Brawijaya]. <http://repository.ub.ac.id/9994/>
- Sirin, A., Chistotin, M., Suvorov, G., Glagolev, M., Kravchenko, I., & Minaeva, T. (2010). *Drained peatlands used for extraction and agriculture: Biogeochemical status with special attention to greenhouse gas fluxes and rewetting*.
- Sunkar, A., & Santosa, Y. (2018). *Low Resource Use and High Yield Concept in Climate-Smart Community Empowerment* (pp. 319–332). [https://doi.org/10.1007/978-981-10-5433-4\\_22](https://doi.org/10.1007/978-981-10-5433-4_22)

- Surahman, A., Shivakoti, G. P., & Soni, P. (2019). Climate Change Mitigation Through Sustainable Degraded Peatlands Management in Central Kalimantan, Indonesia. *International Journal of the Commons*, 13(2), 859–866. <https://doi.org/10.5334/ijc.893>
- Suryadiputra, I. N. N., Dohong, A., Waspodo, R. S. B., Muslihat, L., Lubis, I. R., Hasudungan, F., & Wibisono, I. T. C. (Eds.). (2005). *A guide to the blocking of canals and ditches in conjunction with the community*. Wetlands International Indonesia Programme.
- Suriadikarta, D.A. 2012. The Sustainable Peatland Management Technology. Proceedings of the National Seminar on Sustainable Peatland Management. Bogor, May 4, 2012. Agency for Agricultural Research and Development. Ministry of Agriculture: 197-211
- Taft, H. E., Cross, P. A., & Jones, D. L. (2018). Efficacy of mitigation measures for reducing greenhouse gas emissions from intensively cultivated peatlands. *Soil Biology and Biochemistry*, 127, 10–21. <https://doi.org/10.1016/j.soilbio.2018.08.020>
- Undang-undang Nomor 24 Tahun 2007 Tentang Penanggulangan Bencana.
- Van de Riet, B. P., Hefting, M. M., & Verhoeven, J. T. A. (2013). Rewetting Drained Peat Meadows: Risks and Benefits in Terms of Nutrient Release and Greenhouse Gas Exchange. *Water, Air, & Soil Pollution*, 224(4), 1440. <https://doi.org/10.1007/s11270-013-1440-5>
- Vroom, R. J. E., Xie, F., Geurts, J. J. M., Chojnowska, A., Smolders, A. J. P., Lamers, L. P. M., & Fritz, C. (2018). Typha latifolia paludiculture effectively improves water quality and reduces greenhouse gas emissions in rewetted peatlands. *Ecological Engineering*, 124, 88–98. <https://doi.org/10.1016/j.ecoleng.2018.09.008>
- Waluyo, E. A., & Nurlia, A. (2017). *Potensi Pengembangan Kopi Liberika (Coffea liberica) Pola Agroforestry dan Prospek Pemasarannya untuk Mendukung Restorasi Lahan Gambut di Sumatera Selatan (Belajar dari Kab. Tanjung Jabung Barat, Provinsi Jambi)*. 10.
- Williamson, J., Rowe, E., Reed, D., Ruffino, L., Jones, P., Dolan, R., Buckingham, H., Norris, D., Astbury, S., & Evans, C. D. (2017). Historical peat loss explains limited short-term response of drained blanket bogs to rewetting. *Journal of Environmental Management*, 188, 278–286. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2016.12.018>
- Wilson, D., Renou-Wilson, F., & Mueller, C. (2013). Carbon emissions and removals from Irish peatlands: Current trends and future mitigation measures. *Irish Geography*, On-line. <https://doi.org/10.1080/00750778.2013.848542>

## **BAB V**

### **PERPEKTIF MASYARAKAT TENTANG LAHAN GAMBUT**

#### **A. Pendahuluan**

Luas lahan gambut di dunia diperkirakan sekitar 400 juta ha, Indonesia merupakan negara ke-4 dengan lahan rawa gambut terluas di dunia, setelah Kanada, Rusia, dan Amerika. Gambut di wilayah tropik seperti Indonesia umumnya terbentuk pada ekosistem hutan rawa marin atau payau. Ekosistem ini dipengaruhi pasang surut, baik secara langsung maupun tidak langsung. Gambut yang berkembang pada cekungan dimana pasokan air tanah untuk menciptakan kondisi jenuh air berasal dari air tanah atau limpasan air permukaan dinamakan topogen. Sementara gambut ombogen berkembang di atas gambut topogen atau daratan diman sumber airnya hanya berasal dari air hujan (Sabiham, 2006).

Data lahan gambut yang diterbitkan oleh Wetland International Indonesia Program (Wahyunto, dkk, 2005) menyatakan luas total lahan gambut di Pulau Sumatera, Kalimantan dan Papua 20,94 juta ha. Secara keseluruhan lahan gambut di pulau besar yang masih berupa hutan (mangrove, hutan rawa, dan tanaman/HTI) seluas 7.742.449 ha atau 52% dan yang berupa semak belukar seluas 3.238.570 ha (21,7%). Telah dimanfaatkan untuk perkebunan, pertanian (pangan dan hortikultura), sawah, dan permukiman luasnya berturut-turut 1.562.436 ha (10,5%), 780.333 ha (5,3 %), 341.122 ha (2,3%) dan 64.752 ha (0,4%).

Gambut di indonesia umumnya memiliki warna coklat kemerahan sampai hitam dengan mempunyai tingkat keasaman yang tinggi (pH 4-5) dibandingkan dengan gambut iklim sedang yang mempunyai mineral kapur yang tinggi sehingga tingkat keasaman rendah (pH 6-7). Bahan asal sebagian besar berasal dari vegetasi. Tanah gambut memiliki bobot isi yang rendah berkisar antara 0,05-0,25 g cm<sup>-3</sup>, semakin muda tingkat dekomposisinya semakin rendah bobot isi (BI) sehingga daya topangnya terhadap beban

diatasnya seperti tanaman, nagunan irigasi, jalan dan mesin-mesin pertanian juga rendah.

Secara umum gambut di Indonesia dikategorikan pada tingkat kesuburan oligotrofik, yaitu gambut dengan tingkat kesuburan yang rendah dan banyak dijumpai pada gambut ombrogen, yaitu gambut pedalamn seperti gambut di kalimantan yang tebal dan miskin unsur hara. Sementara gambut pantai termasuk ke dalam gambut eutrofik karena adanya pengaruh air pasang surut dengan tingkat kesuburan yang baik karena adanya pengaruh sisa-sisa vilkanik atau mineral dari laut seperti di Sumatra (Taher dan Zaini 1989 dalam Setiadi 2017).

Nilai kapasitas tukar kation (KTK) pada tanah gambut sangat tinggi ( $90-200 \text{ cmol}^+ \text{ kg}^{-1}$ ), tetapi status hara pada tanah gambut tergolong rendah, baik hara makro maupun mikro, kandungan unsur hara gambut yang terbentuk dekat pantai pada umumnya yang lebih subur, dibandingkan gambut pedalaman. Tingkat kesuburan tanah gambut tergantung pada beberapa faktor (Andriessse 1974 dalam Hartatik 2011):

1. Ketebalan lapisan tanah gambut dan tingkat dekomposisinya;
2. Komposisi tanaman penyusun gambut; dan
3. Tanah mineral yang berada dibawah lapisan tanah gambut.

Perilaku dalam memelihara dan memanfaatkan alam sangat beragam. Masyarakat selalu beradaptasi terhadap lingkungannya agar dapat mengelola dan menikmati hasilnya seperti (pertanian, perkebunan, perikanan, dan peternakan). Kesadaran bahwa lingkungan adalah tempat beraktivitas dan kelangsungan hidup menumbuhkan kearifan lokal.

## **B. Pemahaman Tentang Lahan Gambut**

Lahan gambut berdasarkan proses terbentuknya berasal dari sisa-sisa tumbuhan atau material organik yang mengalami pembusukan karena tergenang air berakibat terjadinya pembusukan yang tidak sempurna, terakumulasi selama puluhan tahun bahkan puluhan hingga ratusan tahun yang pada akhirnya membentuk tanah yang disebut tanah gambut.

Tanah gambut lambat laun menjadi tebal karena semakin bertambahnya tumpukan bahan organik dalam keadaan tergenang air. Bahan utamanya terdiri dari tumbuhan terutama dari pohon-pohonan. Proses pembentukannya yang khas membuat sifat tanah ini berbeda dengan sifat tanah mineral. Tanah gambut yang tebal dibentuk oleh bahan organik, sedangkan tanah gambut tipis dibentuk oleh bahan organik bercampur tanah mineral, terutama liat.

Tanah gambut banyak terdapat di daerah yang memiliki lahan basah seperti rawa, cekungan dan daerah pantai yang sebagian besar masih berupa hutan sebagai habitat tumbuhan dan hewan langka. Hutan yang tumbuh di lahan gambut disebut hutan lahan gambut yang mana sangat banyak menyimpan karbon dalam jumlah besar, mulai dari permukaan tanah hingga ke dalam tanah. Tanah gambut juga mampu menyimpan air sampai 13 kali lipat dari bobotnya sehingga berfungsi mengendalikan air saat musim hujan agar tidak banjir, dan saat musim kemarau panjang agar tidak kekeringan.

Istilah lahan gambut berasal dari kosa kata bahasa Banjar, Kalimantan selatan. Sebagian petani menyebut tanah gambut dengan istilah tanah hitam karena warnanya hitam dan berbeda dengan jenis tanah lainnya (Noor, 2001). Suku Dayak Maanyan menyebutnya *tane jann* jika diasosiasikan dengan rawa dan *tane jawuk* jika diasosiasikan dengan pasir kuarsa (Yulianti, 2016).

Peneliti lain dari berbagai negara mendefinisikan gambut atau umumnya disebut *peat* dengan berbagai nama. Peneliti dari Amerika utara *Mitsch* dan Gosselink (1993) dalam Yulianti (2009) menyebutnya *fen*, di Kanada disebut *mire*, dan di Jerman disebut *moor*. Kunci Taksonomi tanah (2003), gambut dikelaskan order Histosol, yaitu bahan tanaman atau organisme mati yang terlapuk dengan freksi mineral <1/2 berat tanah dan memenuhi syarat-syarat berikut:

1. Jenuh air <30 hari (kumulatif) setiap tahun dalam tahun-tahun normal dan mengandung >20% karbon organik, atau
2. Jenuh air selama >30 hari (kumulatif) setiap tahun dalam tahun-tahun normal dan, tidak termasuk perakaran hidup, mempunyai kandungan karbon organik sebesar:

3. 18% atau lebih, bila fraksi mineralnya mengandung liat 60% atau lebih, atau
4. 12% atau lebih, bila fraksi mineralnya tidak mengandung liat, atau
5. 12% atau lebih ditambah ( $\% \text{liat} \times 0,1$ ) % bila fraksi mineralnya mengandung <60% liat.

Lahan rawa gambut alami selalu lembab dengan muka air yang mendekati permukaan dan cenderung tergenang. Lahan gambut dan ekosistemnya sangat penting dalam menjaga keseimbangan lingkungan sekitarnya. Lahan gambut memiliki kubah gambut yang memiliki sifat seperti spons sehingga dapat menampung air dan mencegah terjadinya banjir, cara kerja kubah gambut yaitu dengan menyerap air selama musim hujan dan kembali melepaskan kelembaban kembali ke udara secara bertahap selama musim kemarau.

Karakteristik tanah gambut tentu sangat berbeda dengan tanah mineral. Perbedaan tersebut terletak pada sifat kimia, fisika dan biologi tanah, oleh karena itu tanah gambut yang dimanfaatkan untuk pertanian lebih banyak permasalahan dibanding tanah mineral, salah satunya memerlukan input yang lebih banyak dan model pengelolaan yang lebih kompleks.

Perhatian pada lahan gambut sudah dimulai berabad-abad silam, lahan gambut mempunyai sejarah yang panjang dari masa-sebelum kolonial Belanda (Widjaja, 1997). Pemanfaatan lahan gambut berevolusi dari hanya sekedar untuk memenuhi kebutuhan hidup sehari-hari dengan memanfaatkan beberapa lahan saja hingga berubah menjadi lahan usaha pertanian dengan skala lahan yang luas serta untuk perkebunan sawit hingga beberapa hektare.

Adapun periode pengembangan lahan rawa gambut di Indonesia terbagi atas (Adji, dkk, 2018):

1. Periode *Graupsgemeenschap Bandjar*

Pemanfaatan lahan rawa termasuk lahan gambut sudah dilakukan sejak zaman kolonial Belanda dan Jepang. Pengembangan daerah rawa di Kalimantan sejak abad ke 13 Masehi saat Kerajaan Majapahit memperluas

pengaruhnya dengan pembukaan lahan rawa permukiman dan pertanian di Sungai Pawan, Kalimantan Barat.

Kalimantan Selatan mulai pengembangan daerah rawa sejak tahun 1920 berupa pembangunan jalan besar penghubung antar daerah yang sekarang namanya Kecamatan Kertak Hanyar dan Kecamatan Gambut, Kabupaten Banjar.

## 2. Periode Orde Baru

Tahun 1965, melalui proyek pembukaan persawahan pasang surut mulai melaksanakan pembukaan lahan secara besar-besaran. Lokasi target adalah di Sumatera (Lampung, Sumsel, Riau dan Jambi) dan Kalimantan (Kalimantan Barat, Kalimantan Tengah, dan Kalimantan Selatan). Pemerintah juga menempatkan orang-orang yang berasal dari Jawa sebagai transmigran.

Awal tahun 1990an proyek pengembangan lahan gambut satu juta hektar terwujud dari keinginan Presiden Soeharto (Presiden RI ke 2) untuk menjawab tantangan swasembada beras di Indonesia. Lahan gambut di Kalimantan Tengah terpilih dengan pertimbangan masih tersedia lahan dan berpenduduk sangat jarang. Pembuatan kanal saluran primer induk sepanjang seratus kilometer melewati kubah gambut di Kabupaten Pulang Pisau dan Palangka Raya. Kanal saluran primer utama yang telah dibuat sepanjang 1000 km melewati kubah gambut di Kabupaten Barito Kuala dan Kapuas. Pengembangan lahan gambut sayangnya mengalami kegagalan dan menjadi lahan terlantar selama bertahun-tahun sehingga menjadi rentan kebakaran dan sumber emisi karbon (Yulianti, 2018).

## 3. Periode Reformasi

Upaya rehabilitasi dan konservasi kawasan pengembangan lahan gambut maka melalui Instruksi Presiden Susilo Bambang Yudhoyono Nomor 2 Tahun 2007, ditetapkan kebijakan nasional percepatan rehabilitasi dan revitalisasi kawasan pengembangan lahan gambut di Kalimantan Tengah. Penutupan kanal-kanal dengan pembuatan sekat kanal dilakukan dan sebagian

lahan terlantar diarahkan menjadi lahan budidaya skala besar tetapi dengan metode yang masih diadopsi dari pertanian lahan kering.

Badan Restorasi Gambut (BRG) didirikan melalui Peraturan Presiden Joko Widodo Nomor 1 Tahun 2016. Tugas utamanya adalah untuk mempercepat pemulihan fungsi hidrologis gambut yang rusak akibat kebakaran dan drainase sekitar 2.000.000 ha. Sejak tahun 2016, pemerintah telah melakukan pembuatan pembuatan sekat kanal dan sumur bor untuk membasahi lahan gambut serta pengembangan budidaya berbasis lahan basah yang disebut paludikultur.

### **C. Kearifan Lokal Masyarakat Menilai Kesuburan Lahan Gambut**

Kesadaran terhadap kearifan lokal adalah suatu hal yang kemudian disadari dari pengalaman sebelumnya. Belajar dari pengalaman tersebut, diyakini peran serta masyarakat dalam pembangunan menjadi bagian yang tidak dapat dipisahkan (Ahimsa, 2008). Setelah turunnya orde baru, LSM-LSM Indonesia mendapat kesempatan yang sangat luas untuk terlibat dalam berbagai aktivitas pembangunan masyarakat, pemerintah daerah memperbolehkan kesempatan untuk merencanakan strategi pembangunan berdasarkan kebutuhan lokal dan kemampuan yang dimiliki.

Menurut Ridwan (2007) dalam (Alus, 2014), kearifan lokal merupakan pengetahuan yang eksplisit yang muncul dari periode panjang yang berevolusi bersama-sama. Wujud dari kearifan lokal itu berupa nyanyian, pepatah, sasanti, petuah, semboyan dan kitab-kitab kuno yang melekat dalam perilaku sehari-hari. Namun, menurut Wahyu (2005), yang menitikberatkan bahwa kelebihan kearifan lokal diperoleh dari hasil uji coba yang terus menerus dan bersifat lokal. Kelebihannya terletak pada sifatnya lentur dan tahan dalam beradaptasi dengan perubahan lingkungan, sehingga dalam pemanfaatannya sumber daya alam dan lingkungan dapat berkelanjutan. Pengetahuan lokal juga lebih mengarah pada penyesuaian terhadap sistem ekologi, sehingga dapat menjaga keberlanjutan sistem ekologi tersebut.

Jadi dari kedua pendapat diatas dapat disimpulkan bahwa kearifan lokal pendudukan adalah sistem pengetahuan penduduk setempat didapat sebagai warisan (blueprint) dari generasi ke generasi yang merupakan proses pengalaman hidup yang dijalani. Sistem pengetahuan itu beroperasi dalam tataran kehidupan sehari-hari sebagai upaya dari individu maupun kolektif untuk menyelesaikan persoalan hidupnya. Kearifan lokal muncul melalui pemaknaan atas fenomena yang terjadi di sekitarnya. Kajian terhadap lahan gambut pada umumnya lebih difokuskan pada pertanian. Kajian (Levang, 2003) di Barambai dan Tamban Kabupaten Barito Kuala, menunjukkan kemampuan petani Banjar dalam menaklukkan lahan pasang surut tersebut. Petani yang berasal dari transmigran yang datang ke tempat tersebut mesti belajar dari petani Banjar.

Daerah rawa di Kalimantan Selatan memiliki kadar keasaman yang tinggi, namun petani lokal dapat mengolahnya dengan baik. Kemampuan masyarakat menilai kesuburan lahan gambut serta cara mengatasi kelemahan lahan gambut membuat peneliti tertarik untuk melakukan riset. (Alfitri, 2002) seorang mahasiswa Institut Pertanian Bogor mencoba meneliti mengenai ketahanan pangan masyarakat Kecamatan Kuripan. Hasil penelitiannya menemukan siklus tahunan pertanian, sejak masa tanam hingga panen kemudian usaha-usaha yang dilakukan dalam masa jeda pertanian tersebut.

Siklus kehidupan petani bakumpai dalam menjalankan usaha pertaniannya yang sebenarnya tidak ada jeda usaha karena dilakukan untuk kegiatan lain non pertanian. Jadi, dapat ditarik kesimpulan meskipun ada kegiatan lain yang dilakukan selain bertani namun tetap saja masih dalam lingkup pertanian sebagai tema utama (Wahyu, 2011).

Kearifan lokal di lahan gambut tidak hanya pertanian tetapi ada juga mencari ikan, mencari purun, menganyam tikar, mencari rotan, dan menebang pohon galam. Usaha mencari ikan pada musim kemarau dilakukan dengan mencari daerah yang masih tergenang sebagai tempat berkumpulnya para ikan. Masyarakat di Kabupaten Barito Kuala secara turun temurun memanfaatkan kondisi pasang surut untuk menangkap ikan, mereka membuat sumur dalam

bentuk memanjang sekitar belasan meter hingga puluhan meter dengan lebar sumur antara dua hingga tiga meter. Sumur itu semacam perangkap yang memahami sifat alami makhluk hidup membutuhkan air, ketika musim kemarau tiba air perlahan akan surut sehingga ikan akan bergerak menuju daerah yang masih memiliki volume air yang banyak agar dapat bertahan hidup hingga mereka masuk ke dalam sungai dan terkurung. Agar pergerakan ikan terarah menuju ke dalam sumur, dibuat semacam selokan kecil yang memiliki panjang hingga puluhan meter dan bermuara di sumur. Tidak hanya satu selokan yang dibuat tetapi ada beberapa buah terhubung ke sumur.

Galam adalah pohon yang tumbuh secara liar di lahan gambut, selain itu ada juga tanaman puru yang merupakan hasil budidaya dari masyarakat. Tanaman purun adalah jenis rerumputan berbentuk bulat dan memiliki batang yang panjang. Pangkal purun berukuran besar dan mengecil hingga ke ujung yang terdapat biji. Purun ditanam oleh masyarakat pada musim hujan dan bentuk stek. Purun biasanya diolah oleh masyarakat menjadi tikar setelah melalui sebuah proses, adapun beberapa jenis oleh dari purun yaitu berupa topi, tikar panjang, keranjang, dan karung.

Selain galam dan tanaman purun masyarakat juga memanfaatkan tanaman rotan. Rotan adalah tanaman yang dibudidayakan oleh masyarakat di dataran agak tinggi dan ditumbuhi pepohonan, sebab perkembangan rotan akan lebih baik kalau menjalar naik mengikuti batang pohon. Bibit rotan berasal dari bijinya langsung, sebelum ditanam warga membuat tanaman bibit rotan dalam plastik yang berisi tanah. Setelah beberapa bulan, barulah rotan dipindahkan ke lokasi penanaman. Hasil dari tanaman rotan kemudian dijual oleh masyarakat ke kota. Pohon galam yang tumbuh liar dapat digunakan untuk kepentingan pribadi, kulitnya bisa dijadikan atap rumah dan batangnya dapat dijadikan kayu bakar dan juga bisa dimanfaatkan untuk keperluan lainnya. Potensi lainnya yang ditemukan masyarakat ialah membuat tempat tanaman limau atau jeruk dengan menggali tanah di pinggir jalan antar desa yang berada di belakang kampung. Ia menggunakan jenis bibit jeruk dari stek yang

merupakan jeruk asam dan manis. Jeruk tersebut disebut sebagai bibit unggul yang mampu bertahan ketika batang jeruk terendam air pada musim penghujan.

#### **D. Pemahaman Masyarakat Tentang Pengelolaan Lahan Gambut**

Pengolahan lahan gambut tentu saja tidak terlepas dari budaya lokal. Bertani di lahan gambut haruslah dilakukan dengan hati-hati karena banyak kendala seperti kematangan dan ketebalan gambut yang bervariasi, penurunan permukaan gambut, rendahnya daya tumpu, dan rendahnya kesuburan tanah. Kondisi lahan gambut yang tergenang ketika musim hujan dan kering ketika musim kemarau serta rawan terbakar, agar dapat berfungsi dengan baik lahan harus dimanfaatkan sesuai dengan fungsinya dengan memperhatikan keseimbangan antara kawasan budidaya, kawasan non budidaya dan kawasan preservasi.

Kearifan lokal merupakan pandangan dan pengetahuan tradisional yang menjadi acuan dalam perilaku dan praktik pertanian masyarakat. Kearifan lokal berkembang sebagai pengetahuan masyarakat lokal dapat mempertahankan kelestarian dan keberlanjutan pertanian di lahan gambut. Kearifan lokal yang berkaitan dengan pemanfaatan lahan gambut oleh masyarakat dapat dilihat dalam perspektif:

1. Sistem mata pencaharian
2. Sistem pemilihan lokasi usahatani
3. Sistem pertanian

Persepsi ini didasari dengan cara memandang kondisi lahan dan lingkungannya atau respon terhadap sifat-sifat dan perubahan dari sumberdaya lahan dan lingkungannya.

Orang Dayak menggunakan tanda alam untuk menentukan lokasi sawah dan mereka mengaturnya dengan pengetahuan lokal. Orang dayak hanya menggunakan gambut dangkal di dekat tepi sungai, yang kemudian ditanami padi oleh penduduk di daerah hulu. Istilah orang dayak menyebutnya “petak

luwau”, sedangkan di daerah pesisir disebut “lahan pasang surut” (Mackinnon, 2000).

Ciri-ciri gambut dangkal di hulu (petak luwau) adalah sebagai berikut (Limin & Ermiasi, 2007).

1. Ketebalan gambut 20-50 cm
2. Kondisi penguraian: hemik ke saprik,
3. Bahan bawah: tanah liat,
4. Lokasi: dekat tepi sungai atau dua bukit,
5. Vegetasi sebelumnya: didominasi oleh rumput,
6. Pasokan air: curah hujan dan banjir sungai dan
7. Kondisi tanah setelah tanam: berlumpur.



**Gambar 5. 1.** Ilustrasi Pemanfaatan Lahan Gambut Berbasis Budaya Orang Dayak Kalimantan Tengah

Daerah pesisir masyarakat menggunakan sistem “handil”. Handil adalah kanal kecil yang digali dari sungai besar ke interior atau area kubah dari lahan gambut pesisir. Menurut (Noor et al., 2007), pengolahan gambut orang banjar dengan memanfaatkan gerakan pasang surut air untuk irigasi dan drainase. Sistem irigasi orang banjar dikenal ada 3 macam kanal:

1. Anjir (antasan) yakni semacam saluran primer yang menghubungkan antara dua sungai
2. Handil (tatah) yakni semacam saluran yang muaranya di sungai atau anjir.

3. Saka adalah saluran tersier untuk menyalurkan air yang biasanya diambil dari handil. Saluran ini berukuran lebih kecil dari handil dan merupakan milik pribadi.

Selanjutnya tabat juga dibuat dengan tanah mineral dan papan kayu untuk dijadikan tanggul penahan air sehingga dari atas yang mengalir dapat ditahan untuk waktu tertentu. Tabat dibuat pada akhir musim hujan dengan jarak menurut elevasi sehingga air di bagian yang tinggi tertahan bertingkat hingga ke wilayah yang lebih rendah sampai masuk ke saluran primer atau sekunder.

Petani membuat sistem surjan Banjar (tabukan tembokan/tukungan/baluran), dengan tahapan berikut Idak, 1967 dalam (T. Hidayat, 2000).

1. tanah menggunakan alat tradisional tajak, sehingga lapisan tanah yang diolah tidak terlalu dalam, dan lapisan piri tidak terusik supaya tidak menyebabkan tanah semakin masam.
2. Pengolahan gulma (menebas, memuntal, membalik, menyebarkan) sebagian pupuk organik (pupuk hijau) dan mulsa untuk penekanan pertumbuhan anak-anak rumput gulma.
3. Lahan tabukan yang tergenang (diusahakan untuk pertanaman padi dan budidaya ikan, mina padi), sedangkan lahan tembokan, tukungan/baluran yang kering (untuk budidaya tanaman palawija, sayur-sayuran, buah-buahan, tanaman tahunan dan tanaman industri).

#### **E. Dampak Kebakaran Terhadap Masyarakat**

Efek dari kebakaran cukup banyak dan luas serta memiliki dampak yang signifikan terhadap lingkungan, ekonomi, warisan dan struktur sosial daerah pedesaan serta kota terdekat. Dampak kebakaran tidak semua buruk tetapi juga memiliki beberapa manfaat, contohnya kebakaran berguna dalam menjaga keseimbangan dalam suatu ekosistem dengan membunuh serangga berbahaya dan tanaman yang sakit. Manfaat lainnya peningkatan paparan sinar matahari

pada permukaan tanah yang dapat membantu dalam regenerasi bibit tanaman tetapi jika kebakaran terlalu sering terjadi pada suatu daerah maka dampak buruknya akan lebih mendominasi dibanding manfaatnya.

Hampir 90% dari semua kebakaran disebabkan oleh manusia. Tindakan yang ceroboh seperti meninggalkan api unggun dan membuang puntung rokok sembarangan mengakibatkan bencana karhutla. Tindakan yang disengaja seperti membakar puing dan sampah juga menyebabkan substansial lain dari kebakaran. Kegiatan pembersihan lahan dengan metode tebang-bakar untuk pembukaan lahan juga sangat mudah mengakibatkan kebakaran lahan bahkan bisa merembet ke hutan yang ada disekitarnya.

Fenomena alam sekitar 10% dari semua kebakaran hutan dan lahan disebabkan oleh faktor alam. Kebakaran yang terjadi sebagai akibat dari sebab alamiah bervariasi dari satu daerah ke daerah lain bergantung pada vegetasi, cuaca, iklim dan topografi. Penyebab alam yang sering terjadi yaitu petir dan letusan gunung api. Sambaran petir akan menghasilkan bunga api yang dapat memulai kebakaran hutan. Jenis petir yang terkait dengan kebakaran hutan sering dikenal dengan sebutan petir panas, memiliki arus tenaga lebih sedikit tetapi menyerang berulang kali untuk waktu yang lebih lama. Kejadian ini biasanya terjadi di daerah Alaska (Farukh & Hayasaka, 2012).

Kebakaran biasanya diprakarsai oleh petir panas terus-menerus yang menyerang batu, pohon, kabel listrik atau hal lain yang mungkin menimbulkan api. Kasus letusan gunung api, magma panas di kerak bumi biasanya keluar sebagai lava letusan gunung api. Lahar panas kemudian mengalir ke bidang terdekat atau tanah untuk memulai kebakaran hutan. Contohnya terjadi di daerah hutan yang berada di lereng gunung merapi.

Dampak kebakaran yang ditimbulkan yaitu hilangnya ekosistem dan keanekaragaman hayati yang berada di lahan gambut. Kebakaran hutan menghancurkan habitat dan hubungan dari beragam flora dan fauna yang menyebabkan hilangnya ekosistem dan keanekaragaman hayati. Kejadian ini dapat mengubah atau menumbuhkan tanaman hidup yang mengandung

kehidupan ribuan satwa liar hingga memaksa hewan keluar dari daerah tersebut atau bahkan membunuh mereka. Hewan yang lebih kecil dan langka termasuk burung, tupai, serangga, kelinci, dan ular berisiko tinggi kematian, sedangkan beberapa spesies tanaman yang dibakar menjadi abu. Kebakaran hutan bahkan dapat menyebabkan kepunahan hewan langka tertentu.

Kebakaran hutan terutama yang terjadi di hutan tropis adalah penyebab utama degradasi hutan. Setiap kali kebakaran hutan terjadi, maka ribuan hektar pohon dan tutupan vegetasi yang hilang terbakar. Pohon besar yang merupakan sumber cadangan dan penyerap karbon serta penyimpan air semakin berkurang setiap tahun akibat kebakaran yang berulang. Hal ini mengakibatkan buruknya kualitas udara dan menurunnya simpanan air di bumi.

Penurunan kualitas udara dan polusi udara. Pohon dan vegetasi penutup di hutan umumnya bertindak sebagai pemurni udara yang kita hirup dengan menyerap karbon dioksida dan gas rumah kaca serta kotoran udara lain dan menghasilkan oksigen. Ketika pohon dan vegetasi dibakar maka akan mengakibatkan meningkatnya gas rumah kaca di atmosfer dan akan mempercepat terjadinya pemanasan global. Contoh polusi udara yang terjadi di Palangka Raya pada tahun 2015 ketika terjadi kebakaran yang mengakibatkan sejumlah besar asap dan debu ke atmosfer.

Kebakaran juga menyebabkan kerusakan langsung terhadap lingkungan tanah dengan membakar konstituennya. Akibatnya tanah kehilangan kesuburannya dan kondisi alaminya serta komposisi nitrisinya. Kebakaran juga akan membunuh mikroorganisme tanah yang bermanfaat untuk dekomposisi tanah dan mikroba tanah.

Kerusakan langsung dari kebakaran terhadap tanah, satwa liar, dan rumah, tentu sangat banyak biaya yang dikeluarkan untuk memadamkan api dan memabangun kembali serta merehabilitasi kembali. Kerugian ekonomi jelas akan dialami dalam jumlah yang besar.

Kebakaran hutan juga berdampak pada kesehatan manusia, efek asap dan debu yang mengandung gas beracun menyebabkan ketidaknyamanan pada pernapasan dan memperburuk kesehatan dengan alergi.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Ahimsa, H. S. (2008). *Ilmuwan Budaya dan Revitalisasi Kearifan Lokal Tantangan Teoritis dan Metodologis* (YOGYAKARTA). FIB UGM. [http://perpusborobudur.kemdikbud.go.id/index.php?p=show\\_detail&id=730&keywords=](http://perpusborobudur.kemdikbud.go.id/index.php?p=show_detail&id=730&keywords=)
- Adji FF, Yulianti N, Damanik Z, Salapak. 2018. Inisiatif Pengembangan Pertanian di Lahan Rawa. Dalam Transformasi ekosistem Lahan Gambut Tropika-Pembelajaran dari Kawasan Lahan Gambut Kalimantan Tengah. Academy. Palangka Raya. Manuskrip.
- Alfitri. (2002). *Ketahanan Pangan Rumahtangga Miskin Daerah Pasang Surut di Kecamatan Kuripan Kabupaten Barito Kuala Propinsi Kalimantan Selatan* [Skripsi, IPB (Bogor Agricultural University)]. <http://repository.ipb.ac.id/handle/123456789/13019>
- Alus, C. (2014). Peran Lembaga Adat Dalam Pelestarian Kearifan Lokal Suku Sahu Di Desa Balisoan Kecamatan Sahu Kabupaten Halmahera Barat. *Acta Diurna*, 3(4), 93430.
- Farukh, M. A., & Hayasaka, H. (2012). Active Forest Fire Occurrences in Severe Lightning Years in Alaska. *Journal of Natural Disaster Science*, 33(2), 71–84. <https://doi.org/10.2328/jnds.33.71>
- Hartatik, W. 2011. Sifat Kimia dan Fisik Tanah Gambut. Balai Penelitian Tanah, Balai Besar Litbang Sumberdaya Lahan Pertanian Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian. Kementerian Pertanian. Bogor.
- Hidayat, T. (2000). *Studi kearifan budaya petani banjar dalam pengelolaan lahan rawa pasang surut di Kabupaten Barito Kuala Propinsi Kalimantan Selatan*. Fak. Pasca Sarjana Unhas.
- Levang, P. (2003). *Ayo ke tanah sabrang: Transmigrasi di Indonesia*. Kepustakaan Populer Gramedia.
- Limin, S., & Ermiasi, Y. (2007). History of the Development of Tropical Peatland in Central Kalimantan, Indonesia. *Tropics*, 16, 291–301. <https://doi.org/10.3759/tropics.16.291>
- Mackinnon, K. (2000). *Ekologi Kalimantan Seri Ekologi Indonesia III* (Jakarta). Prenhallindo. [http://perpustakaan.unmul.ac.id/fahatan/index.php?p=show\\_detail&id=475&keywords=](http://perpustakaan.unmul.ac.id/fahatan/index.php?p=show_detail&id=475&keywords=)

- Noor, H. DJ., Noor, I., Antarlina, S. S., Noorginayuwati, Y. R. dan, & Balittra. (2007). *Kearifan Lokal dalam Budidaya Jeruk di Lahan Rawa*. <http://repository.pertanian.go.id/handle/123456789/6298>
- Noor M. 2001. Pertanian Lahan Gambut: Potensi dan Kendala.
- Sabiham. 2006. Pengelolaan Lahan Gambut Indonesia Berbasis Keunikan Ekosistem. Orasi Ilmiah Guru Besar Pengelola Tanah. Fakultas Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Setiadi, I. C., Yulianti, N., Adji, F.F. 2016. Evaluasi sifat kimia dan fisik gambut dari beberapa lokasi di Blok C Eks-PLG Kalimantan
- Widjaja, Adhi. 1997. Developing tropical peatland for agriculture. In: J.O rieley and S.E. Page (Eds). Pp. 45-54. Niodiversity and sustainability of tropical peat and peatland. Proceedings of the International Symposium on Biodiversity, environmental importance and sustainability of tropical peat and peatlands, Palangka Raya, Central Kalimantan 4-8 September 1999. Samara Publishing Ltd. Cardigan. UK.
- Wahyu, M. (2011). Kearifan Lokal Petani Dayak Bakumpai dalam Pengelolaan Padi di Lahan Rawa Pasang Surut Kabupaten Barito Kuala. *SOSIETAS*, 1(1), Article 1. <https://doi.org/10.17509/sosietas.v1i1.1116>
- Wahyu, 2005. Penguatan Kearifan Lokal Sungai: Kasus Banjarmasin. Makalah Pada Seminar Tentang Sumbangan Ilmu-Ilmu Sosial (Sosiologi Dan Antropologi) Dalam Penguatan Kearifan Lokal (Budaya Sungai. 1 Oktober 2005. Kampus Unlam Banjarmasin.
- Wahyunto, S. Ritung, Suparto, dan H. Subagjo (2005). Sebaran Gambut dan Kandungan Karbon di Sumatera dan Kalimantan. Wetlands International - Indonesia Programme.
- Yulianti N. 2016. Dilema Masa Depan Lahan Gambut Kalteng. Majalah Danum. Ranu Welum Media. Palangka Raya.
- Yulianti N. 2018. Ekosistem Edeal Hutan Gambut Tropis. Pertemuan Persiapan Evaluasi kegiatan WWF di Taman Nasional Sebangau Tahun 2002-2017. 26-27 April 2018. Jakarta.
- Yulianti, N. 2009. Cadangan karbon lahan gambut dari agroekosistem kelapa sawit PTPN IV Ajamu, Kabupaten Labuhan Batu, Sumatera Utara. Tesis. Sekolah Pasca Sarjana Institut Pertanian Bogor.



## **BAB VI**

# **BAHUMA SAWAH PASANG SURUT MENGGAPAI ASA MASA DEPAN PERTANIAN TANPA BAKAR**

### **A. Pendahuluan**

Lingkungan, manusia dan budaya tiga kata yang berbeda arti tetapi saling kait mengait. Katakan saja petani Banjar mampu beradaptasi dengan lingkungan lahan pasang surut di Kalimantan Selatan. Dalam masyarakat petani yang selalu akrab dengan kemiskinan ternyata petani Banjar di lahan pasang surut mampu mengelolanya, bahkan memperoleh surplus dalam panennya. Apakah petani Banjar berani mengambil resiko untuk menanamkan modal dalam menyiasati lingkungan lahan basah untuk hidup layak. Popkin (1979; 30) berujar, bahwa setiap individu dalam mengambil keputusan menekankan strategi interaksi. Dalam konteks ini para petani Banjar menekankan strategi dalam mengelola lahan sawah pasang surutnya. Apakah pendekatan Popkin bisa digunakan untuk menganalisis petani Banjar merupakan pertanyaan yang agak sukar dijawab. Karena strategi dalam mengelola lahan pasang surut adalah tradisi yang diturunkan oleh generasi sebelumnya. Tulisan ini mendeskripsikan bagaimana petani tradisional Banjar dalam menyiasati lingkungan dengan permasalahannya tanpa ada analisisnya.

### **B. Lingkungan Alam dan Sosial yang Diromantiskan**

Kalimantan di dalam kepustakaan Barat disebut Borneo. Borneo merupakan wilayah surplus karena mengandung sumber daya alam yang begitu beragam: seperti emas, minyak, intan, batubara, bauksit, gas, kayu ulin, bankirai, meranti, ramin, galam, keruing, karet, lada, rotan, jeruk, durian, cempedak, perikanan darat, dan perikanan laut yang meruah (Scophyus, 1985:43). Paling menarik adalah keberadaan sungai-sungai yang lebar dan panjang seperti Sungai Barito, Sungai Kapuas, Sungai Mahakam, Sungai

Kahayan dan anak sungai-sungai lainnya. Sungai Barito dan Sungai mahakam dua sungai yang dianggap penting untuk menghubungkan kota-kota Melayu dan kampung di rawa-rawa pesisir selatan dan timur dengan kampung-kampung Dayak di tepi-tepi sungai yang berada di pedalaman (Lindblad, 2012: 2). Di pantai-pantai barat, dan selatan Borneo banyak terdapat rawa-rawa yang berlumpur, pohon-pohon bakau dan nipah. Hutan-hutan tumbuh dengan subur. Hutannya dinarasikan oleh Syngge (King, 2013: 12), sebagai nuansa hijau, pohon-pohon berdiri kokoh dan daun-daun rimbun menggantung di sepanjang tepian sungai. Borneo memiliki iklim hujan tropis.

Penduduk asli Borneonya dikenal dengan sebutan Orang Dayak. Kata Dayak dalam bahasa Kenyah yang mengandung arti pedalaman (Lindblad, 2012: 2). Sebelum orang Eropa datang, Borneo didatangi imigran-imigran, yaitu orang Melayu dari barat, Jawa dari Selatan, Bugis dan orang Sulu dari timur dan Timur Laut, Banjar dari pantai selatan Borneo, Arab dan Cina (Irwin et al., 1986). Kedatangan penduduk dari luar Borneo tentu diiringi dengan masuknya budaya dan peradaban baru. Peradaban Hindu, Budha dan Islam kemudian memperkenalkan apa yang disebut negara lama, seperti, Negara Daha, Negara Dipa, Kesultanan Banjarmasin, Kesultanan Sukadana, Pontianak, Sambas, Pasir, Bulungan, Kutai, Gunung Tabur, dan Berau Barat. Kesultanan-kesultanan ini dengan sumber ekonominya yang kuat, membuat orang Eropa khususnya Belanda dan Inggris pada abad XVIII hadir di Borneo. Orang Eropa yang pertama datang adalah Orang Italia bernama Ludovico (1507), disusul Orang Portugis bernama Laurengo de Comes (1518), dari mereka kata Borneo muncul, sebuah kata yang berasal dari Burne, Berunai, Brunei yang awalnya nama sebuah kampung di kawasan utara Kalimantan. Inggris diwakili oleh Jame Broke melakukan intervensi ke Brunei, sedangkan Robert Burn lebih memilih Brunei dan Serawak, sedangkan Alexander Here dari Belanda intervensi ke Banjarmasin, dan James Erskine Mirray ke Kutai (Nieuwenhuis, 1994).

Belanda pada akhir abad XIX berhasil menguasai Borneo bagian selatan melalui apa yang dikenal dengan e Pontianak, post Perang Banjar yang

panjang. Pada masa Pemerintahan Kolonial Belanda secara administrasi Borneo dibagi menjadi dua, masing-masing disebut dengan *West en Oosteraafdeling van Borneo* (W en B) dengan ibukotanya Pontianak sedangkan *Zuider en Oosterafdeling van Borneo* (Z en O) dengan ibukotanya Banjarmasin meliputi wilayah Kalimantan Selatan, Timur, Utara dan Tengah sekarang. Pasca proklamasi kemerdekaan Republik Z en O dipecah lagi menjadi menjadi provinsi Kalimantan Selatan, Timur, Tengah dan Utara. Membicarakan wilayah dalam konteks ini sudah termasuk wilayah-wilayah yang sekarang disebut dengan Provinsi Kalimantan Selatan yang dulunya adalah wilayah adat Kesultanan Banjarmasin.

Banjarmasin menurut catatan Kapten Beeckman yang mendatangi Banjarmasin pada abad XVIII tepatnya 20 APRIL 1714 menuturkan, di sekitar Sungai Banjarmasin (mungkin Sungai Martapura) terlihat seperti hutan yang disekitarnya dikelilingi oleh rawa yang luas (Beckman, 1728: 35 dan King, 2013: 93). Wilayah berawa ini banyak menghasilkan udang, ikan-ikan sungai dan rawa. Wilayah Banjarmasin banyak menghasilkan lada yang terbaik (*dargons-blood*), jeruk, nanas, pisang, semangka, kelapa, dan buah-buahan lainnya. Sementara di daerah pegunungan menghasilkan emas, intan, timah, besi dan batu ireng (batubara). Dari hutan-hutannya akan diperoleh madu, beruang, kera, rusa, dan harimau.

Kekayaan sumber daya alam tersuratkan dalam laporan perjalanan orang asing, bahkan sudah dijadikan buku dan disertai oleh mereka. Katakan saja, ketika Kapten Beeckman yang berkunjung menghadap pangeran Banjar di depannya terdapat meja berlapis emas murni sepanjang dua kaki dan lebar satu kaki. Di atas meja terdapat kotak-kotak pinang, wadah tempat memining yang terbuat dari emas dan ditaburi oleh intan dan batu mulia lainnya. Begitu juga tentang lada. Lada di Banjarmasin pernah menjadi komoditas primadona Kesultanan Banjarmasin pada akhir abad XVII sampai abad XVIII. Para bangsawan banyak memiliki bukit-bukit yang ditanami pohon-pohon lada (Fong, 2013; Noorlander, 1935). Pertambangan batu ireng atau batubara awalnya

dibuka perusahaan Pemerintah Kolonial Belanda bernama De Hoop pada abad XIX di Lok Tabat. Pertambangan batubara lainnya juga didirikan oleh Pemerintah Kolonial Belanda pada 1849 bernama Oranye Nasau. Menurut Broesma (Anis, 2005: 21) Pertambangan Oranye Nasau awalnya memproduksi batubara 10.000 setiap tahun kemudian mengalami peningkatan produksi pada tahun 1854 menjadi 14.794. Di wilayah sekitar Hulu Sungai Utara dan Balangan pada akhir abad XIX sampai awal abad XX merupakan penghasil karet yang mampu meningkatkan ekonomi Orang Banjar (Lindblaad, 2012). Hasil dari penjualan karet sangat meningkatkan kehidupan ekonomi masyarakat. Menurut laporan Rees (Anis, 2005: 16) pada saat itu, jumlah haji di wilayah Banjarmasin sebanyak 100 orang.

Narasi di atas memberikan informasi tentang surplus yang diperoleh dari lingkungan alam di wilayah Borneo khususnya Banjarmasin. Narasi di atas tidak memuat tentang bagaimana penduduk khususnya orang biasa (jaba) meniasati lingkungan untuk memenuhi kebutuhan hidupnya.

### **C. Penduduk dan Simbol atau Pengetahuan Lokal Bertani**

#### **1. Penduduk**

Penduduk yang mendiami wilayah Banjarmasin lebih sering disebut Orang Banjar. Dalam kajian sejarah, Orang Banjar adalah penduduk dari Kesultanan Banjarmasin dan agama Islam menjadi tanda jati diri kesultanan dan penduduknya. Banjarmasin selain menjadi ibukota kerajaan berperan sebagai kota perdagangan yang banyak didatangi oleh para pedagang dari dalam maupun luar negeri. Ketika Beeckman tiba di Banjarmasin, ia mencatat bahwa penduduk pribumi terbagi menjadi dua kelompok. Satu kelompok, yaitu Orang Banjar menghuni di sekitar dermaga. Kebanyakan mereka menghuni rumah terapung (rumah lanting) terbuat dari beberapa gelondongan kayu besar yang diikat oleh tali rotan menjadi satu kayu. Atap rumah dibuat dari daun-daun nipah yang dijalin. Satu rumah dengan rumah lainnya terikat, sedangkan rumah yang terdekat dengan tepian diikat ke pohon besar di bibir pantai kelompok.

Kelompok yang kedua adalah orang-orang yang menetap di kampung-kampung pedalaman, mereka disebut Dayak Byajo dikenal dengan Biaju atau Ngaju.

Orang Banjar secara fisik mempunyai tinggi yang sedang, rambutnya berwarna hitam dan panjang berkulit putih ketimbang orang melayu lainnya. Perempuan Banjar berbentuk mungil dan memiliki tubuh yang indah, sedangkan warna kulitnya lebih putih ketimbang kaum prianya. Perempuan Banjar jika berjalan sangat gemulai. Orang Banjar termasuk kaum perempuannya biasanya termasuk perenang yang handal, karena setiap hari mandi di sungai.

Orang Biaju fisiknya lebih tinggi dan kekar ketimbang Orang Banjar. Busananya dengan membiarkan dadanya tidak tertutup alias telanjang dada, sedangkan wilayah dibawah pusar ditutup dengan kain yang dililitkan. Sejak kecil mereka sudah melubangi daun telinganya. Lubang telinganya dimasukan sepotong besi seperti anting.

Tampaknya Beeckman melihat orang Banjar dan Orang Biaju hanya di sekitar Banjarmasin. Berbeda dengan pendapat Idwar Saleh tentang Orang Banjar. Orang Banjar atau masyarakat Banjar oleh Idwar Saleh (Anis, 2005: 11) dibagi menjadi tiga sub kelompok berdasarkan wilayah hunian, yaitu:

- a. Orang Banjar Kuala bermukim di hilir Sungai Barito sampai Martapura berintikan orang Banjar dan orang Dayak Ngaju atau juga Biaju. Basis ekonominya didukung oleh perdagangan dan petani pasang surut,
- b. Orang Banjar Batang Banyu merupakan sebutan bagi orang Banjar yang mendiami aliran Sungai Tabalong sampai ke daerah Kalua. Selain orang Banjar juga terdapat orang Dayak Maanyaan. Kehidupan ekonomi mereka tergantung pada pertukangan dan perdagangan,
- c. Orang Banjar Pahuluan yang menghuni area di kaki Pegunungan Meratus yang areanya mencakup dari Pleihari sampai Tanjung. Masyarakat yang menghuni di Pegunungan Meratus disebut Orang Bukit. Penelitian terakhir melalui pemeriksaan DNA inti locus short andem tepeat (STR) combine DNA index system (Codis) hubungan kekerabatan darah ternyata Orang Bukit lebih dengan Orang Banjar Pahuluan ketimbang Orang Dayak (Aflanie, 2019:

125). Basis ekonomi Orang Banjar Pahuluan bertani, sedangkan Orang Bukit menerapkan sistem *bahuma* (berladang). Predikat Orang Bukit sangat tidak mengenakan untuk mereka. Bagaimana jika nama Orang Bukit kita ganti dengan sebutan Orang Meratus.

Masyarakat Banjar dan Orang Meratus terdapat suatu ikatan kekerabatan ambilineal yang disebut dengan *bubuhan*. *Bubuhan* bisa saja diartikan sebagai ikatan keluarga yang secara geneologis mempunyai leluhur yang sama. Misalnya bubuhan Haji Zurkani Bisa juga bubuhan dikenakan kepada kesamaan kampung dan daerah. Misalnya bubuhan Alalalak atau juga bubuhan Gambut. Intinya bubuhan mengisyaratkan bagaimana keguyuban yang meliputi hubungan kekeluargaan, kerjasama, saling tolong menolong harus tetap terjaga dan tentunya bubuhan tidak mengenal kata alumni atau kata pensiun. Orang Banjar secara umum sangat suka merantau (madam) untuk berdagang intan dan kayu, bertukang sebagai pandai besi, pandai emas, bertani untuk membuka hutan untuk membangun perkebunan lada, atau membuka rawa untuk ditanam padi, kelapa, jeruk dan nanas.

Orang Banjar mempunyai keunggulan dalam menata *banyu* (air). Kepiawaian menata merupakan warisan teknologi yang diturunkan dari generasi sebelumnya. Penataan air yang paling banyak dikenal adalah *tatah* (kanal) yang sangat multifungsi. *Tatah* (kanal) terbagi menjadi 3 jenis, yaitu *anjir*, *handil* dan *saka*. *Anjir* bisa juga disebut antasan merupakan saluran air yang utama sebagai penghubung antara dua sungai. Fungsi *anjir* adalah media transportasi dan pertanian. *Handil* merupakan saluran air lebih kecil dibandingkan *anjir*. *Handil* bermuara di *anjir*. *Handil* dibuat bukan oleh pemerintah dan bukan juga milik individu melainkan milik *bubuhan* (kelompok sosial) yang berfungsi untuk mengairi lahan pertanian. *Saka* bentuknya lebih kecil dari *handil* fungsi untuk irigasi dan transportasi. *Saka* milik pribadi bisa juga milik *bubuhan* yang lebih kecil. Orang Banjar mampu dengan teknologi sederhana membuat *tatah* (kanal) yang panjangnya puluhan kilometer

Orang Banjar memeluk agama Islam akan tetapi kepercayaan terhadap keyakinan lama (pra Islam) masih terdapat di kalangan masyarakatnya. Catatan Beekman menginformasikan, bahwa orang Banjar yang ditemuinya masih menyimpan benda-benda yang dikeramatkan. Beeckman menambahkan, keyakinan terhadap benda-benda hanya sebagai tanda penghormatan kepada yang memberikan. Benda-benda itu besar kemungkinan adalah jimat. Jimat diyakini dapat memberikan perlindungan rohani, dan fisik. Menurut Alfani Daud (Anis, 2005: 9), pada hakekatnya kepercayaan lama itu mengundang keyakinan tentang keunggulan kelompok kerabat (bubuhan) dan tokohnya yang memiliki *ketuhan* (kharismatik). Setelah sang tokoh panutan itu wafat, ia dimitoskan menjadi tokoh gaib (datu) yang diyakini dapat berfungsi untuk menjaga keseimbangan kosmos sehingga tradisi tetap terjaga. Katakan saja keseimbangan kosmos dimanifestasikan dengan kekuatan datu yang menjaga hutan, danau, dan rawa. Apabila kita perhatikan, sebagian Orang Banjar masih meyakini kekuatan itu mempunyai fungsi untuk menjaga keseimbangan sosial dan fisik di daerah mereka. Merupakan kewajaran apabila keyakinan mereka pertahankan. Kepercayaan itu tidak cukup jika tidak melakukan ritual. Ritual itu antara lain, beragam aruh yang mereka selenggarakan sebagai ritual kultural. Ritual kultural yang di dalamnya terdapat sistem simbol, sistem makna dan dan sistem nilai. Dalam konteks ini ritual kultural merupakan simbol-simbol yang menyangkut perbedaan antara dunia empiris yang dibayangi oleh kekuatan transenden (Hans J, 2012). Pandangan ini mengisyaratkan, bahwa ritual kultural berfungsi untuk menyiasati persoalan yang mereka hadapi.

## 2. Simbol atau Pengetahuan Bertani

Sering sekali kata simbol atau perlambang sering terdengar bahkan terucap di lingkungan kita. Definisi simbol juga begitu banyak. Di antaranya pandangan Geertz. Hemat Geertz (Dillistone, 2002) setiap objek tindakan, peristiwa, sifat, atau relasi yang dapat berperan sebagai suatu wahana itu adalah makna simbol. Jadi Kebudayaan intinya adalah makna dari simbol.

Simbol atau perlambang bisa terlihat dengan kasat mata sifatnya bisa teraba. Makna adalah yang tersirat dari simbol.

Bertani adalah bagian dari unsur budaya yaitu unsur mata pencaharian (ekonomi) dan pengetahuan. Tata cara bertani masyarakat Banjar di area Kuala dan Batang Banyu penuh simbolik yang maknanya bagaimana menafsirkan tanda-tanda atau simbol-simbol yang harus dibaca agar tidak gagal panen dan dapat menggapai masa depan. Pada sisi ini makna dari simbol dapat diselaraskan dengan pengetahuan lokal petani Banjar.

Petani Banjar khususnya di daerah pasang surut memperoleh informasi tentang mulainya bercocok tanam, panen, pergantian musim dari tumbuh-tumbuhan, binatang dan bintang di langit yang memberikan tanda untuk ditafsirkan guna kepentingan dalam memenuhi kebutuhan ekonominya. Membaca simbol-simbol alam merupakan unsur pengetahuan yang sudah teruji melalui tradisi. Artinya pengetahuan mereka dalam bertani bukan coba-coba melainkan sudah teruji secara empiris melalui waktu yang panjang. Keempirikan dalam bercocok tanam diperoleh oleh para leluhur yang diwariskan kepada generasi berikutnya.

Penafsiran simbol untuk bercocok tanam di kalangan petani Banjar. Bila bunga ambawang (sejenis mangga) mulai berwarna merah muda itu pertanda, bahwa musim kemarau akan tiba. Sebaliknya, jika bunga ambawang itu berwarna merah tua itu pertanda, bahwa musim kemarau akan panjang. Tibanya musim panas bisa mereka disebut dengan pucuk timur, diisyaratkan ketika kartika (bintang) segugus muncul di cakrawala. Burung ranggang tutup dianggap burung yang sering memberikan informasi tentang cuaca yang akan ke mereka. Jika burung itu sering berkicau merupakan pertanda, bahwa waktunya menanam padi bisa dimulai. Selain tumbuhan, bintang atau kartika maharam berbentuk bintang kecil-kecil yang bertebaran dan menghias langit berdiri tegak tepat pukul 2,00 dini hari merupakan pertanda, bahwa musim semai benih (padi) dimulai.

Tanda tibanya musim hujan ditandai dengan kehadiran kalambuai (gondang) dalam jumlah yang besar disebut dengan sebutan tanda pucuk barat. Datangnya musim hujan biasanya diiringi oleh meriahnya suara-suara kodok yang bertalu-talu. Jika kalambuai bertelur dan telurnya menempel di ketinggian tiang yang menjadi tongkat rumah atau tiang pancang yang sengaja dipancangkan di depan rumah maka itu pertanda kedalam air akan meninggi. Tingginya air ditandai oleh seberapa tinggi telur kalambuai yang menempel di tiang itu. Tanda itu juga digunakan untuk mengetahui akan datangnya *baah* (banjir). Jika telur kalambuai menempel di tiang dengan tingginya yang ekstrim maka itu isyarat *baah* akan datang.

Bila *oa-oa* atau lutung (kera berwarna hitam) mulai ramai berbunyi pertanda, bahwa musim kemarau sudah tiba. Jika kemarau sangat panjang, sehingga rawa menjadi kekurangan air mereka tebarkan bibit *kiambang* (*salvinia molesta*) di permukaan rawa. Sebelum ditebar bibit *kiambang* petani Banjar membersihkan gulma-gulma yang menutupi permukaan rawa. *Kiambang* setelah ditebar dan rawa mulai mengering maka ia melakukan agresi dan mendominasi lahan rawa. *Kiambang* akan tumbuh subur menutupi permukaan rawa sehingga pertumbuhan gulma dapat dikendalikan sekaligus sumber tambahan hara yang sangat berguna bagi tanaman. Jika tumbuhan liar bernama *papayungan* (*cyperius flabelli formis*) yang tumbuh di tepian sungai agak tinggi mulai menguning dan rebah pertanda air akan dalam dalam Bahasa Banjarnya *basurung*. Begitu juga jika *ilung* (*eceng gondok*) mulai berbunga itu pertanda air akan datang. Jenis rumput-rumputan bernama *rumpun pipisan* (*elevsine indica*) daun bercahaya dan agak kekuningan ini peryanda bahwa air akan lambat turunnya (*batarik*).

Hasil panen yang baik isyaratnya bisa dilihat dari tanda ketika *bintang belantik* dan muharam munculnya berbarengan ditafsirkan sebagai penanda tentang baiknya kualitas padi yang ditanam. Kebalikannya jika bintang karantika munculnya pada tengah malam pertanda, bahwa banyu pasang (air pasang)

tibanya akan lambat dan petani Banjar akan menunda panennya. Biasanya petani Banjar memanen sawahnya ketika bintang karantika bergerak ke timur.

Petani Banjar meyakini kualitas tanah yang subur adalah tanah yang dibawah mengandung tanah liat mereka sebut dengan *tanah tuha*. Tanah yang paling cocok untuk bertani disebut dengan tanah dingin. Tanah dingin biasanya pada lapisan atasnya ditumbuhi oleh pohon-pohon belaran, kesisap, pipisangan, dan paku lembiding. Tanah yang tidak subur ditandai dengan banyaknya tumbuh-tumbuhan dari keluarga rerumputan, seperti belalar, kesisap, pipisangan, dan paku lembiding. Apabila lahan itu banyak ditumbuhi belukar seperti parupuk, purun tikus, kumpai miang, benderang dan hahauran diyakini kurang baik untuk dijadikan lahan pertanian. Cacing juga diyakini dapat menggemburkan tanah, berfungsi juga memakan bangkai-bangkai binatang. Kotoran cacing juga dapat menyuburkan lahan pertanian.

Narasi di atas menginformasikan, bahwa lingkungan alam merupakan faktor produksi dan bahan konsumsi yang diberikan Tuhan untuk dinikmati dan dijaga kelestariannya untuk menjaga keseimbangan kosmos (Ideham, Syarifuddin, Anis, dan Wajidi (ed), 2010: 239). Dalam konteks ini petani Banjar beradaptasi dengan lingkungan dan menyiasatinya untuk kelangsungan hidup mereka melalui proses belajar kemudian ditransmisikan ke generasi berikutnya.

### 3. Dari Tanam sampai Panen

#### a. Ragam Bahuma Pasang Surut

Jenis-jenis sawah wilayah pasang surut memiliki beragam nama. Sawah jenis ini dapat ditemui di aliran Sungai Barito, Sungai Bahan, Sungai Negara dan di sekitarnya. *Bahuma tahun* (sawah tahun) banyak terdapat di Banjarmasin utara, Kabupaten Barito Utara, dan Tapin Bahuma tahun panennya hanya satu tahun sekali. Bibit banih (beras) yang ditanam awalnya bibit bayar putih dan kuning. Bibit bayar sekarang dipakai lagi beralih ke bibit siam, karang dukuh, unus dan sebagainya. Bahuma tahun masa tanam jatuh pada musim penghujan dan panen pada musim kemarau.

Di musim kemarau petani Banjar juga mensiasati lahan rawa yang kering dengan menanam padi yang disebut bahuma surung. Bahuma surung terdapat di Candi Laras, Utara dan Selatan Kabupaten Tapin, dan di desa Balimau Hulu Sungai Selatan. Bahuma surung masa tanam pada musim kemarau, dan panen jatuh pada musim hujan. Bibit yang ditanam adalah bibit banih pudak. Bibit pudak tidak disemai tetapi langsung ditanam. Bahamu surung hanya selingan dari bahumu tahun ketika musim kemarau begitu panjang dan lahan-lahan sawah terbakar. Intinya bahuma surung adalah sawah alternatif untuk memperoleh tambahan, ketika menghadapi kemarau Panjang

Ketika air mulai surut menjelang musim kemarau, petani Banjar menanam padi disebut dengan *bahuma rintak* yang bisa dipanen pada musim kemarau. Area persawahan bahuma rintak lebih rendah dari lahan persawahan banih tahun. Bibit bahuma rintak adalah bibit banih pudak yang ditanam setelah disemai. Bahuma rintak masa menunggu panen adalah enam bulan. Bahuma rintak bisa ditemui di desa Rawana dan Batala Candi Laras Utara Kecamatan Candi Laras Utara dan di desa Buas-buas di aliran Sungai Negara.

Bahuma Gadabung adalah persawahan yang sekarang tinggal cerita. Artinya bahuma gadabung tidak dikerjakan lagi. Bibit yang digunakan adalah bibit gadabung yang ditanam pada musim penghujan dan panen pada musim kemarau.

Apabila musim hujan berkepanjangan petani Banjar menyiasatinya dengan menanam padi yang disebut bahuma panyambung. Sebutan panyambung memiliki arti untuk menyambungkan yang tersisa agar tidak gagal pada bahuma tahun.

Selain bahuma sawah petani Banjar mengembangkan *bahuma musiman* yang dikerjakan pada musim kemarau. Bahuma musiman pada dasarnya strategi petani Banjar untuk memanfaatkan lahan rawa yang luas dan airnya dalam pada musim penghujan. Lahan rawa ini tidak dapat ditanami oleh padi dan dijadikan alternatif untuk ditanami oleh *gumbili* (ubi jalar), sumangka (semangka), waluh (labu), dan jagung yang tentunya dapat menambah

penghasilan mereka. Bahuma gumbili (bertani ubi jalar) dilakukan oleh para petani di Negara Kabupaten Hulu Sungai Selatan. Gumbili ini terdiri dari 2 jenis, yaitu gumbili kiai lawas (tua) dan hanyar (baru). Secara umum gumbili ini dikenal dengan sebutan gumbili negara. Gumbili negara berbentuk bukat dan besarnya sebesar kepala manusia ditanam pada musim kemarau dan dipanen menjelang memasuki musim penghujan. Gumbili negara harganya sama dengan harga beras banjar.

Selain bahuma gumbili para petani Banjar di Negara juga bahuma sumangka (semangka), dan waluh (labu). Area untuk menanam sumangka berdekatan dengan area gumbili. Masa tanamnya dimulai pada musim kemarau dan masa panen menjelang musim hujan. Awalnya bibit semangka mempergunakan bibit lokal tetapi sekarang sudah mempergunakan bibit dari Jawa. Bibit lokal sendiri saat ini tidak digunakan mungkin kalah bersaing dengan bibit dari Jawa. Artinya bibit lokal sumangka tidak dibudidayakan lagi, sehingga tidak tahu bentuk dan rasa dari sumangka negara yang orisinal. Bahuma waluh ditanam dan panen waktunya bersamaan dengan bahuma sumangka. Bibit waluh yang digunakan adalah bibit lokal.

Penyakit atau hama yang mengganggu tanaman banih (padi) tetapi terkadang ditemui, ulat daun dan ulat akar. Ulat daun biasanya ditandai dengan daun banih digulung oleh ulat dan kemudian dimakannya. Ulat akar biasanya ditandai dengan menguningnya daun, karena akan dimakannya. Bisa juga tikus, dan belalang. Dalam membakar area persawahan untuk membersihkan lahannya, petani Banjar mulai membakar sisa gulma ketika musim hujan baru berhenti. Rumput ditebas dengan mempergunakan tajak pada musim hujan mulai berhenti. Di luar waktu pembakaran sangat tidak dianjurkan karena gambut yang berada dalam tanah ikut terbakar sehingga kesuburan lahan berkurang. Dampaknya lahan sangat lama untuk dipulihkan. Arti pemulihan lahan dapat saja dilakukan tetapi memerlukan waktu yang lama. Pembakaran gulma dilakukan ketika permukaan lahan mulai kering dan pada bagian bawah permukaan masih basah. Hal ini dimaksudkan agar lapisan gambut pada

bagian bawah tidak turut terbakar, sehingga kesuburan lahan tetap terjaga. Pembakaran gulma di lahan para petani punya teknik tersendiri. Katakan saja, ketika menyulut api pada saat pembakaran lahan dengan mencermati arah angin. Maksudnya pada awal penyulutan harus berlawanan dengan arah angin. Jika angin bertiup dari barat ke timur, maka menyulut api dilakukan dari timur bila api sudah berada di tengah-tengah lahan maka dilakukan penyulutan berikutnya tetapi dari barat, sehingga api bertemu di tengah-tengah lahan. Cara ini diyakini api tidak liar menjalar ke lahan yang lain.

Selain bahuma sawah, petani Banjar memiliki kebun rumbia, kebun nyiur (kelapa), dan kebun limau (jeruk). Kebun rumbia banyak ditemukan di aliran Sungai Bahan, Sungai Negara, Sungai Tapin dan di tepi anak-anak sungai dekat muara. Kebun rumbia hampir dimiliki oleh setiap petani di wilayah Margasari Kecamatan Candi Laras Utara dan Selatan. Umumnya kebun rumbia merupakan warisan keluarga. Artinya ditanam sejak dahulu karena banyak gunanya. Batang rumbia diproses dapat menjadi sagu yang disebut batuhut, daunnya dibuat atap rumah yang disebut mahambit, pelapahnya dibuat lampit (tikar), sedangkan hati dari batang sagu (paya) dijadikan makanan itik. Sagu rumbia dapat dijadikan pengganti nasi. Umbut rumbia juga dapat diolah menjadi sayur.

Di daerah Tamban Kabupaten Barito Kuala banyak ditemui kebun nyiur. Kebun ditanam di tanggul-tanggul atau galangan yang disisi dibuat parit untuk menghanyutkan kelapa-kelapa yang sudah dipetik atau dipanen. Kebun limau (jeruk) juga termasuk primadona di daerah Batola dan di Kabupaten Banjar tepatnya di Sungai Madang. Kebun limau ditanam di tanggul-tanggul di daerah persawahan. Surplus limau saat ini begitu meruah bahkan melebihi keperluan di Kalimantan Selatan, sehingga dikirim ke Jawa. Limau secara rutin dikirim ke Jawa tidak hanya yang dapat dikonsumsi tetapi juga yang masih kecil untuk dibuat sabun cuci cair.

Sistem *bahuma banih* (sawah), dan penataan air *tatah* (kanal) tampaknya teknologi, pengetahuan, ekonomi milik Orang Banjar. Sistem

bahuma dan pendukungnya juga diterapkan oleh Orang Banjar di tempatnya merantau (madam), tepatnya di Tambilahan Sumatera dan Malaysia. Sistem bahuma juga diikuti dan diterapkan oleh transmigrasi dari Jawa ke Kalimantan Selatan khususnya di Kabupaten Barito Utara. Bahkan bahuma limau sekarang banyak para transmigrasi dari Jawa menerapkan, sehingga ekonomi mereka terangkat.

#### b. Alat- Alat Bahuma Banih (Persawahan)

Aktivitas petani Banjar dalam bahuma banih memerlukan alat-alat yang sesuai dengan lahan pasang surut. Fungsi alat-alat itu agar memperkecil kerusakan atau merusak lahan agar dapat meminimalisasi kerusakan lahan yang nanti akan berpengaruh pada panen. Jenis alat yang digunakan untuk menggarap bahuma banih, antara lain: tajak surung, parang parincahan, parang lantik, parang panyungkulan, parang parumputan, tatunjuk atau tatujuh, tutugal, palaian, pancalan, luntung atau hambiran, tangkitan (bakul), lanjung, tandakan, tika purun, balangsai, ranggaman, kadah, kindai, pambanihan, kumpaan, nyiru, kiba, putaran, lasung, tajak bulan, tanggui, dan topi purun (Ideham, Sjarifuddin, Anis, dan wajidi (ed), 2015: 257- 260).

Tajak surung adalah alat untuk dipergunakan untuk (membabat) rumput di sawah yang genangan air tidak terlalu dalam agar pirit tidak terangkat ke permukaan. Bagi sawah yang genangan airnya dalam seperti bahuma sawah digunakan parang parincahan untuk membersihkan rumputnya. Tidak jarang galangan-galangan sawah dipenuhi oleh rumput-rumput yang tidak diundang tumbuhnya harus dibersihkan. Alat yang digunakan untuk membersihkan adalah parang lantik. Parang panyungkulan digunakan untuk mengambil anak bibit banih yang sudah agak besar yang akan ditanam.

Anak bibit banih (padi) yang sudah agak besar akan ditanam diambil dengan parang panyungkulan. Parang *parumputan* dipergunakan untuk membersihkan rumput di sela-sela jenis banih murung dan rintak. *Makait*

dipergunakan untuk membersihkan mengkait gumpalan-gumpalan rumput yang busuk untuk ditimbun pada galangan sawah agar lebih tinggi.

*Tatunjuk dan tutugal* kedua alat fungsinya hampir sama yaitu membuat lubang, tetapi peruntukannya berbeda. Lubang untuk anak banih yang ditanam, sedang lubangnuntu persemaian anak banih digunakan tutugal. Palalian dan pancalanan` Palalian. merupakan rakit kecil yang dibuat dari batang nipah kering yang di atasnya diberi lumpur tempat menyimpan padi yang disemai untuk ditanam di sawah rintang karena air dalam sedangkan pancalanan bentuk dan fungsinya sama dengan palalian tetapi untuk menjelang musim kemarau.

*Luntung, tangkitan, lanjung dan tandakan* adalah alat-alat untuk menyimpan banih yang dibawa oleh petani secara mobile. Perbedaannya hanya terlihat dari ukuran banih yang dibawanya. Kiba berbentuk kotak terbuat kayu berfungsi untuk membawa anak banih yang akan ditanam. Kiba seperti membawa ransel sama dengan lanjung. Tikar purun dipergunakan untuk menjemur banih yang baru dituai. Balangsai adalah wadah berbentuk karung goni. Ranggaman biasa dikenal dengan sebutan ani-ani berfungsi sebagai memotong atau menuai padi pada musim panen. Kadah atau bambu yang dirangkai menyerupai lantai sebagai alas di pondok digunakan untuk melepaskan butiran padi dari tangkainya dalam bahasa Banjar disebut mairik.

Kindai atau lumbung padi dibuat dari pelepah rumbia kering diberi alas yang juga terbuat dari alas tikar purun. Kindai banih saat ini sukar sekali ditemukan Bisa jadi Kindai sudah tidak digunakan lagi oleh para petani Banjar. Pambanihan merupakan wadah penyimpanan berbentuk seperti lanjung yang diisi induk banih atau banih padi yang baru dituai pada ritual mengetam dan menuai. Awalnya pambanihan dan kindai selalu terlihat pada upacara mengetam. Saat sekarang pambanihan tidak terlihat lagi disebabkan kindai juga tidak digunakan karena upacara mengetampun jarang lagi diselenggarakan.

Kumpaan alat yang berfungsi untuk membersihkan gabah dari gabah hampa (gabah yang tidak berisi). Nyiru atau tampah (?) digunakan digunakan dengan diayak agar dedak di banih (padi) bersih dari dedak. Banih ditumbuk

dengan mempergunakan lesung. Tanggui topi lebar digunakan oleh ibu-ibu biasanya disebut *acil-acil* untuk melindungi kepalanya ketika menuai padi. *Topi purun* (pandan) digunakan oleh petani pria dan acil-acil untuk melindungi kepala ketika menuai dan menggarap banih (padi).

#### **D. Pengakhiran**

Sintesa dari narasi di atas adalah Petani Banjar yang berada di wilayah pasang surut berhasil beradaptasi dan menyiasati lingkungan dengan menghasilkan penataan air dan sistem pertanian pasang surut beserta alat-alat pertanian yang tradisional dan tentunya berbeda dengan alat pada sawah-sawah lainnya. Sistem pertanian ini dengan beragam jenis dan teknologi yang digunakannya sebagai pembeda antara petani Banjar dengan petani-petani lainnya.

Petani Banjar tidak hanya menggantungkan hidupnya pada bahuma banih (sawah). Relung ekologinya pasang surut dimanfaatkan juga untuk bahuma kabun, seperti jeruk, nyiur (kelapa), dan rumbia. Diakui dalam awal bertani mereka membakar gulma, tetapi mereka mempunyai cara membakar yang baik, sehingga tidak merusak lahan pertaniannya. Akhirnya kehidupan sosial dan ekonomi Banjar tidak berada di bawah garis kemiskinan. Sistem penataan air, bahuma banih, dan bahuma kabun tampaknya harus ditularkan kepada para transmigrasi di wilayah pasang surut.

### **DAFTAR PUSTAKA**

- Anis, MZA, Yannor, dan Iksan. 2005., "Gerakan Petani Tambai Pada Abad XIX di Kalimantan Selatan" dalam *jurnal Kebudayaan Kandil edisi 10 tahun III, Agustus-Oktober 2005*. Banjarmasin: Lembaga Kajian Kelslaman dan Kemasyarakatan (LK3).
- Aflanie Iwan, 2019., *Analisis Varian Genetik Lokus Spesifik dan Hubungan Kekerabatan Suku Dayak Ngaju dan Suku Banjar Hulu Melalui Pemeriksaan DNA Inti Lokus Short Tandem Repeat (STR) Combine DNA Index System Codis*. Disertasi. Surabaya Program Studi Ilmu

Kedokteran Jenjang Doktor Fakultas Kedokteran Universitas Airlangga Surabaya.

Fong, Yoon Gooh, 2013., *Perdagangan dan Politik Banjarmasin 1700-1747*. Yogyakarta: Penerbit Lilin.

Dillistone, F. W. (2002). *The Power of Symbols*. Kanisius.

Hans J, D. (2012). *Manusia, Kebudayaan dan Lingkungan*. Pustaka Pelajar. <https://romantikabook.id/buku/manusia-kebudayaan-dan-lingkungan-hans-j-daeng/>

Irwin, G. W., Noraini Ismail, & Mohd. Nor Ghani. (1986). *Borneo abad kesembilan belas*. Dewan Bahasa dan Pustaka, Kementerian Pelajaran Malaysia.

Ideham, Suriansyah, Sjarifuddin, MZ. Arifin, dan Wajidi, 2015, *Urang Banjar & Kebudayaannya*. Yogyakarta: Balitbangda Prov. Kalimantan selatan diterbitkan kembali oleh Penerbit Ombak.

Lindblad, J. Thomas, 2012., *Antara Dayak dan Belanda*, terjemahan Ika Dyah Candra. Jakarta; KITLV Jakarta dan Penerbit Lilin.

Nieuwenhuis, A. W. (1994). *Di pedalaman Borneo: Perjalanan dari Pontianak ke Samarinda, 1894*. Penerbit PT Gramedia Pustaka Utama bekerja sama dengan Borneo Research Council, Indonesia Office.

Noorlander, 1935, *Bandjarmasin en de Compagnie in de Tweedee Helft der 18 de Eeuw*. Leiden: M. Dubbeldemen.

Popkin.L. Samuel, 1979. *The Rational Peasant: The Political Economy of Rural Society in Vietnam*. Berkeley: University of California Press.

Synge. Patrick M, 2013, "Keindahan Alam Hutan Hujan" dalam Victor T. King, *Kalimantan Tempo Dulu*, terjemahan Ratih Widyaningrum. Jakarta: Komunitas Bambu

Schopuys, H.J, 1985., "Transmigrasi di Kalimantan" dalam Sri-Edi Swasono dan Masri Singarimbun (ed), *Transmigrasi Di Indonesia 1905-1985*. Jakarta: UI Press