



JABATAN
PERTANIAN

GARIS PANDUAN

PENGURUSAN PERTANIAN DI TANAH GAMBUT SEDIA ADA





**JABATAN
PERTANIAN**

GARIS PANDUAN

PENGURUSAN PERTANIAN DI TANAH GAMBUT SEDIA ADA

BK 264/11.23/100
ISBN 978-983-047-323-9

Cetakan Pertama 2023
Edisi Pertama

© Hak cipta Jabatan Pertanian Malaysia

Kementerian Pertanian dan Keterjaminan Makanan Malaysia

Hak cipta terpelihara. Tidak dibenarkan mengeluarkan ulang mana-mana bahagian, artikel, ilustrasi dan isi kandungan buku ini dalam apa jua bentuk dan dengan apa jua cara pun sama ada secara elektronik, fotokopi, mekanik, rakaman atau cara lain sebelum mendapat izin bertulis daripada Ketua Pengarah Pertanian, Jabatan Pertanian Malaysia.

Manuskrip terbitan ini disediakan oleh Bahagian Pengurusan Sumber Tanah.

Diterbitkan oleh: Jabatan Pertanian
Kementerian Pertanian dan Keterjaminan Makanan
Aras 7-17 Wisma Tani
No. 30 Persiaran Perdana, Presint 4
Pusat Pentadbiran Kerajaan Persekutuan
62624 Putrajaya
Malaysia.

Telefon: +603 - 8870 3042

Faks: +603 - 8888 5069

Laman Web: www.doa.gov.my



Data Pengkatalogan-dalam-Penerbitan

Perpustakaan Negara Malaysia

**Rekod katalog untuk buku ini boleh didapati dari
Perpustakaan Negara Malaysia**

ISBN 978-983-047-323-9

ISI KANDUNGAN

PRAKATA	3
AKRONIM	4
1. PENDAHULUAN	5
1.1 Latar Belakang	5
1.2 Tujuan	8
1.3 Dasar dan Perundangan	9
2. PENGENALAN TANAH GAMBUT BAGI SEKTOR PERTANIAN	13
2.1 Deskripsi Tanah Gambut	13
2.2 Pengelasan Tanah Gambut	14
2.2.1 Kaedah Pengelasan	14
2.2.2 Kelas Tanah Gambut	16
2.3 Pengesahan Tanah Gambut	17
2.4 Sifat Fizik dan Kimia Tanah Gambut	18
2.4.1 Sifat Fizik Tanah Gambut	18
2.4.2 Sifat Kimia Tanah Gambut	19
2.5 Kawasan Tanah Gambut dalam Konteks Kawasan Sensitif Alam Sekitar (KSAS)	20
2.5.1 Definisi Kawasan Sensitif Alam Sekitar (KSAS)	20
2.5.2 Tahap KSAS	20
2.6 Kawasan Tanah Gambut dalam Konteks Kawasan Pertanian	22
2.6.1 Penentuan Kesesuaian Tanaman di Tanah Gambut	22
2.6.2 Kawasan Tanah Gambut dalam Konteks Kawasan Pertanian Utama (KPU)	22
2.7 Risiko Terhadap Tanah Gambut dalam Konteks Pertanian	23
2.7.1 Penyusutan Tanah Gambut	23
2.7.2 Kebakaran Tanah Gambut	25
2.7.3 Banjir	26
2.7.4 Keperluan Garis Panduan Pengurusan Pertanian di Tanah Gambut Sedia Ada	27
3. KESESUAIAN TANAH-TANAMAN UNTUK AKTIVITI PERTANIAN DI TANAH GAMBUT SEDIA ADA	28
3.1 Ciri Tanah Gambut	35
3.1.1 Ketebalan Lapisan Organik	35
3.1.2 Kekayuan	35
3.1.3 Nilai pH	36
3.1.4 Kedalaman ke Lapisan Asid Sulfat	36
3.1.5 Saliran dan Paras Air	36

3.2	Pengaruh Iklim	38
3.3	Jenis Tanaman	38
3.3.1	Zon Pengakaran	38
3.3.2	Tempoh Pusingan Tanaman	38
4.	PENGURUSAN PERTANIAN DI TANAH GAMBUT	39
4.1	Pemilihan Tapak Pertanian dan Tanaman yang Sesuai	39
4.2	Pengurusan Tanah	40
4.2.1	Pembersihan Kawasan Penanaman	40
4.2.2	Rawatan untuk Keasidan Tinggi	42
4.2.3	Perparitan dan Saliran Terkawal	44
4.2.4	Pengukuran Penyusutan Tanah Gambut	46
4.2.5	Tanaman Bergilir	47
4.3	Pengurusan Air	47
4.3.1	Sistem Saliran	47
4.3.2	Pemantauan Paras Air	49
4.3.3	Pengurusan Air bagi Tujuan Pengairan	50
4.3.4	Simpanan Air bagi Kegunaan Musim Kering	51
4.4	Pengurusan Nutrien	52
4.5	Pengurusan Kawalan Perosak Tanaman	54
4.6	Pengurusan Sisa Ladang	54
4.7	Panduan Pengurusan Bencana	55
4.7.1	Pencegahan dan Pengawalan Kebakaran Tanah Gambut	56
4.7.2	Pengawalan Kejadian Banjir	59
5.	PENDEKATAN BAHARU – TEKNIK PENANAMAN PALUDIKULTUR	61
5.1	Spesies Paludikultur Terpilih	62
6.	PENUTUP	63
7.	SENARAI RUJUKAN	64
8.	SENARAI LAMPIRAN	68
	Lampiran 1: Kunci untuk Mengenal Pasti Tanah Gambut Cetek, Sederhana Dalam dan Dalam	68
	Lampiran 2: Strategi Pencegahan dan Pengawalan Kebakaran Tanah Gambut di Kawasan Pertanian	69
	Lampiran 3: Jawatankuasa Teknikal Pengurusan Pertanian di Tanah Gambut (JTPPTG)	73

PRAKATA

Assalamualaikum WBT dan Salam Malaysia Madani,

Setinggi-tinggi syukur ke hadrat Allah SWT kerana dengan izin-Nya, satu dokumen Garis Panduan Pengurusan Pertanian di Tanah Gambut Sedia Ada telah berjaya diterbitkan oleh Jabatan Pertanian (DOA) melalui Bahagian Pengurusan Sumber Tanah dengan kerjasama pihak perunding *Global Environment Centre* (GEC).

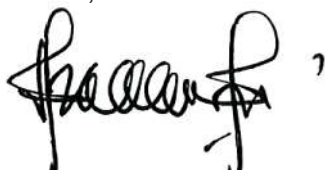
Garis panduan ini diterbitkan sebagai rujukan yang lebih fokus dan berdaya laksana kepada petani, pengusaha tani dan pemegang taruh yang berkaitan dalam membangun dan menguruskan kawasan pertanian sedia ada di tanah gambut. Saya berharap agar garis panduan ini akan membantu petani, pengusaha tani dan pemegang taruh tempatan untuk mengurus aktiviti pertanian di tanah gambut secara mampan bagi mencapai produktiviti dan kualiti yang tinggi selari dengan matlamat Dasar Agromakanan Negara 2021-2030 (DAN 2.0).

Sektor Agromakanan Malaysia yang baik untuk pembangunan jangka panjang tidak hanya fokus pada sumbangan ekonomi dan kesejahteraan sosial, malah menekankan juga aspek alam sekitar. Jika elemen tersebut diketepikan dalam menguruskan pembangunan pertanian pintar di tanah gambut, pasti akan wujud risiko berlakunya pencemaran udara dan air, pemusnahan habitat fauna, bencana banjir, pelepasan gas rumah kaca serta kebimbangan isu biodiversiti akibat aktiviti pertanian yang tidak mesra alam sekitar. Oleh itu, garis panduan yang disediakan ini adalah sangat penting untuk mengawal selia operasi pertanian dalam cara yang akan meminimumkan impak negatif di tanah gambut pada suatu tahap yang mampan.

Garis panduan ini merupakan dokumen khusus yang boleh dijadikan rujukan oleh semua pemegang taruh dalam pengurusan pertanian di tanah gambut. Penekanan dan pengesyoran Amalan Pertanian Baik (APB) menjadi teras pengurusan pertanian di tanah gambut untuk diterima pakai dan dilaksanakan secara efektif. Ini adalah untuk memastikan ketersediaan sumber tanah dan aset berkaitan ke arah peningkatan produktiviti dan hasil pertanian seterusnya meningkatkan pendapatan petani tempatan. Garis panduan ini dihasilkan seiring dengan keadaan semasa yang melibatkan persediaan awal pencegahan kebakaran dan banjir berikutan kedua-dua isu ini merupakan cabaran utama bagi sektor pertanian di tanah gambut. Penyediaan panduan yang komprehensif ini dapat membantu dalam mempraktikkan pengurusan tanah gambut yang mampan, mesra alam sekitar, berdaya tahan, pelopor teknologi pertanian pintar dan memacu sektor Agromakanan Malaysia yang lebih dinamik.

Bagi pihak penerbit Jabatan Pertanian, saya ingin merakamkan jutaan penghargaan kepada semua yang terlibat secara langsung dan tidak langsung dalam penyediaan garis panduan ini. Semoga garis panduan ini dapat dimanfaatkan bukan sahaja oleh semua petani malah seluruh masyarakat dalam pengurusan pertanian di tanah gambut secara mampan.

Sekian, terima kasih.



YBhg. Dato' Nor Sam binti Alwi
Ketua Pengarah Jabatan Pertanian Malaysia

AKRONIM

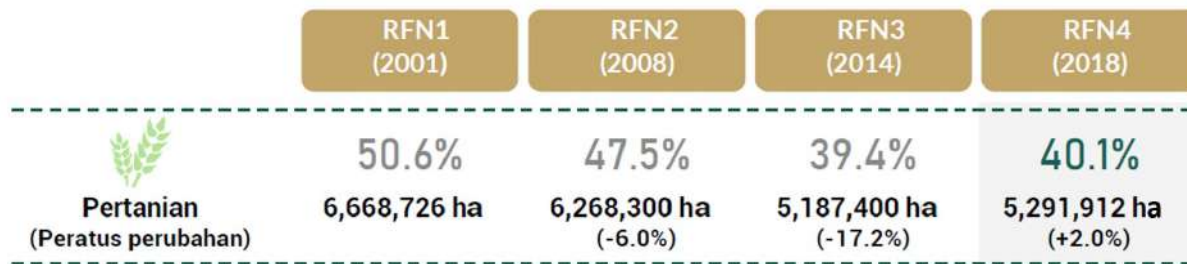
AATHP	<i>ASEAN Agreement on Transboundary Haze Pollution</i>	K	Kalium
Al	Aluminium	KDNK	Keluaran Dalam Negara Kasar
AMS	<i>ASEAN Member States</i>	KPK ₁	Kawasan Pengurusan Khas
APB	Amalan Pertanian Baik	KPK	Keupayaan Pertukaran Kation
APCC	<i>APEC Climate Center</i>	KPU	Kawasan Pertanian Utama
APMI	<i>ASEAN Peatland Management Initiative</i>	KSAS	Kawasan Sensitif Alam Sekitar
APMS	<i>ASEAN Peatland Management Strategy</i>	LOI	<i>Loss on Ignition</i>
ASMC	<i>ASEAN Specialised Meteorological Centre</i>	MARDI	<i>Malaysian Agricultural Research and Development Institute</i>
B	Boron	MetMalaysia	Jabatan Meteorologi Malaysia
BPST	Bahagian Pengurusan Sumber Tanah	Mg	Magnesium
CO ₂	Karbon Dioksida	MgO	<i>Magnesium Oxide</i> (Magnesium Oksida)
Ca	Kalsium	Mn	Mangan
CFS	<i>Central Forest Spine</i>	myGAP	<i>Malaysia Good Agricultural Practices</i> (Skim Amalan Pertanian Baik)
Cu	Kuprum	myOrganic	Skim Pensijilan Organik Malaysia
DAN	Dasar Agromakanan Negara	N	Nitrogen
DPF	Dasar Perancangan Fizikal	NAP	<i>National Adaptation Plan</i> (Pelan Adaptasi Negara)
EBSA	<i>Ecologically and Biologically Sensitive Marine Areas</i>	NDC	<i>Nationally Determined Contribution</i> (Sumbangan Nasional yang Ditentukan)
FDRS	<i>Fire Danger Rating System</i>	P	Fosforus
Fe	Ferum	PBN	Pihak Berkuasa Negeri
FAO	<i>Food and Agriculture Organization</i>	PBT	Pihak Berkuasa Tempatan
GHG	<i>Greenhouse Gases</i> (Gas Rumah Kaca)	pH	<i>Potential of Hydrogen</i>
GIS	<i>Geographical Information System</i>	PTO	Prosedur Tetap Operasi
GML	<i>Ground Magnesium Limestone</i>	RFN	Rancangan Fizikal Negara
GPS	<i>Global Positioning System</i>	RKK	Rancangan Kawasan Khas
H ⁺	Ion Hidrogen	RM	Ringgit Malaysia
ha	Hektar	RSN	Rancangan Struktur Negeri
IADA	<i>Integrated Agricultural Development Area</i>	RT	Rancangan Tempatan
IMMA	<i>Important Marine Mammals Area</i>	SOM	<i>Soil Organic Matter</i>
IPM	<i>Integrated Pest Management</i>	SRF	<i>Slow-release Fertilizers</i>
JAS	Jabatan Alam Sekitar	TE	<i>Trace Elements</i> (Unsur Surih)
JMG	Jabatan Mineral dan Geosains	TNB	Tenaga Nasional Berhad
JPBD	Jawatankuasa Pengurusan Bencana Daerah	TKPM	Taman Kekal Pengeluaran Makanan
JPS	Jabatan Pengairan dan Saliran	USDA	<i>United State Department of Agriculture</i>
JPSM	Jabatan Perhutanan Semenanjung Malaysia	ZIA	Zon Industri Akuakultur
		Zn	Zink

1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Sektor pertanian memainkan peranan yang signifikan dalam pembangunan ekonomi negara melalui sumbangannya kepada pendapatan negara dan perolehan eskport sehingga mampu menjana banyak peluang pekerjaan. Sektor ini adalah pembekal utama makanan dan juga bahan mentah untuk industri berasaskan sumber. Selari dengan peranan utamanya, kerajaan mengambil langkah pelarasan untuk mempercepatkan daya saing sektor ini bagi menghadapi cabaran baharu pada peringkat domestik dan antarabangsa. Pada tahun 2011, sektor pertanian menyumbang sebanyak RM102.9 bilion kepada Keluaran Dalam Negari Kasar (KDNK) pada harga semasa yang terus meningkat kepada RM148.2 bilion pada tahun 2021 (Jabatan Perangkaan Malaysia, n.d.).

Pada awalnya, aktiviti pertanian di negara ini lebih tertumpu di kawasan tanah rata kerana kos operasi dan pengurusan yang rendah. Senario ini berubah apabila kebanyakan kawasan tanah rata telah dibangunkan untuk tujuan pembangunan lain dan semakin sukar didapati. Penggunaan tanah pertanian juga menghadapi persaingan hebat disebabkan oleh pembangunan sektor perindustrian yang pesat. Menurut Rancangan Fizikal Negara (RFN) ke-4, pengurangan sebanyak 17.2% keluasan kawasan pertanian dicatatkan pada tahun 2014 berbanding tahun 2008 disebabkan pembangunan sektor perindustrian yang pesat khususnya di kawasan bandar.



Rajah 1.1: Trend guna tanah Semenanjung Malaysia (dalam hektar (ha) dan %) bagi sektor pertanian berdasarkan sumber data guna tanah daripada RFN1, RFN2, RFN3 dan RFN4 (Sumber: PLANMalaysia, 2021).

Berdasarkan kajian *Food and Agriculture Organization* (FAO) (2009), ketersediaan tanah untuk aktiviti pertanian akan makin berkurangan hingga tahun 2050 dan produktiviti pertanian perlu ditingkatkan sebanyak 70% bagi memastikan keterjaminan makanan pada peringkat domestik mahupun global. Kawasan tanah pertanian yang terhad dan aktiviti pertanian intensif turut menjejaskan kapasiti sumber alam semula jadi dalam membekalkan perkhidmatan ekosistem.

Bagi mengatasi masalah ini, tumpuan pertanian mula beralih kepada penggunaan tanah gambut sedia ada yang diusahakan oleh petani atau pengusaha tani tempatan. Di Malaysia, tanah gambut meliputi kawasan seluas 2.56 juta hektar, yang merupakan kira-kira 7.74% daripada keluasan muka bumi negara (rujuk Jadual 1.1).

Jadual 1.1: Keluasan tanah gambut mengikut negeri di Malaysia.

Kawasan	Keluasan (ha)
Johor	187,151
Kelantan	7,692
Negeri Sembilan	6,220
Perak	75,124
Pahang	196,050
Sabah	200,600
Sarawak	1,645,585
Selangor	173,198
Terengganu	68,338
Jumlah (ha)	2,559,958

Sumber: Jabatan Pertanian (2018), Acres et al. (1975), Jabatan Pertanian Sarawak dan Unit Perancang Negeri (SPU) Sarawak.

Keluasan kawasan pertanian di tanah gambut merangkumi Negeri Johor, Kelantan, Pahang, Perak, Selangor dan Terengganu adalah seluas 10,894.02 hektar bagi tanaman makanan dan hiasan seperti di Jadual 1.2. Walau bagaimanapun, tanah gambut dikategorikan sebagai tanah marginal atau tanah bermasalah yang memerlukan pengurusan pertanian yang lebih mencabar disebabkan keadaan paras air permukaan yang tinggi dan kekangan isu sifat-sifat tanah itu sendiri. Keadaan menjadi lebih serius apabila air dalam tanah gambut disalir keluar tanpa kawalan menyebabkan penyusutan tanah, pengeringan tidak berbalik (irreversible drying) dan menjadi bahan yang mudah terbakar ketika musim kemarau atau cuaca kering yang berpanjangan. Ia juga menjejaskan kualiti tanah dan air, meningkatkan pelepasan gas rumah kaca ke atmosfera dan mengakibatkan berlakunya fenomena banjir yang lebih ketara dan berterusan.

Merujuk kepada Dasar Agromakanan Negara 2021-2030 (DAN 2.0), sektor agromakanan merupakan antara penghasil utama Gas Rumah Kaca (Greenhouse Gases, GHG) sebagai salah satu sisa buangan daripada proses seperti pengurusan tanah pertanian, pengeluaran, pembakaran biomas dan sebagainya. Berdasarkan

Fourth Biennial Update Report, sektor pertanian di Malaysia melepaskan 9.92 juta tan karbon dioksida (CO₂) pada tahun 2019 (Kementerian Sumber Asli, Alam Sekitar dan Perubahan Iklim, 2022). Sebanyak 7.99 juta tan CO₂ tambahan dilepaskan ke atmosfera daripada aktiviti pertanian yang dijalankan di tanah gambut yang telah dikeringkan pada tahun yang sama. Kajian yang dijalankan oleh Wijedasa et al. (2018) pula menunjukkan bahawa 35% daripada tanah gambut di Asia Tenggara yang ditebus guna bagi tujuan aktiviti pertanian terutamanya oleh pekebun kecil (15% daripada keluasan gambut asal) dan ladang kelapa sawit industri (14%) menghasilkan pelepasan 1.46-6.43 bilion tan CO₂ antara tahun 1990 dan 2010. Jika keadaan ini berterusan, ia akan menyumbang kepada unjuran peningkatan sebanyak 51% pelepasan CO₂ (4.43-11.45 bilion tan CO₂) dalam tempoh masa 2010-2130.

Jadual 1.2: Statistik keluasan guna tanah pertanian di tanah gambut mengikut negeri pada tahun 2020.

Bil.	Kumpulan Guna Tanah	Johor			Kelantan			Pahang			Perak			Selangor			Terengganu			Jumlah (ha)
		GC	GSD	GD	GC	GSD	GD	GC	GSD	GD	GC	GSD	GD	GC	GSD	GD	GC	GSD	GD	
1	Perkebunan Campur Tradisional (Perkampungan)	172.78	211.09	612.79	0.83	5.09	12.58	40.46	78.27	3.91	23.93	2.66	15.59	103.65	20.57	-	30.75	104.65	1,439.62	
2	Sayur-Sayuran	19.95	62.92	517.79	7.41	5.30	33.95	81.23	17.79	-	0.41	-	73.21	81.09	62.80	-	31.23	70.78	1,065.88	
3	Tanaman Singkat Masa	0.86	9.16	283.88	2.01	-	-	-	-	-	40.93	11.66	437.73	1,180.50	154.30	-	-	6.57	2,127.60	
4	Buah-Buahan Jangka Pendek	0.02	1.05	124.22	-	-	-	2.13	-	-	1.54	-	59.25	125.59	4.46	-	9.17	1.36	328.79	
5	Buah-Buahan Jangka Panjang	37.78	380.87	4,566.83	-	-	-	9.85	10.72	-	0.82	-	158.20	328.83	0.01	5.56	-	29.85	5,529.31	
6	Tanaman Kekal Industri	0.49	7.73	7.65	-	1.25	10.09	52.69	2.55	-	0.77	-	0.26	37.31	0.40	-	6.99	5.37	133.55	
7	Dusun Campuran	10.09	51.77	41.06	5.35	0.51	7.31	3.50	8.64	-	8.03	-	-	11.01	-	2.29	2.21	96.27	248.05	
8	Tanaman Kekal Lain	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3.28	-	-	-	-	3.28	
9	Tanaman Hiasan	-	9.82	8.13	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	17.95	
Jumlah Keluasan Guna Tanah Keseluruhan (ha)		241.98	734.41	6,162.36	15.61	12.15	63.94	189.86	117.98	3.91	76.43	14.32	744.24	1,871.25	242.53	7.84	80.36	314.86	10,894.02	
		7,138.74			91.69			307.85			94.66			2,858.02			403.06			

Nota: GC - Gambut Cetek (50-100 cm)

GSD - Gambut Sederhana Dalam (100-300 cm)

GD - Gambut Dalam (>300 cm)

Sumber: Data Statistik Guna Tanah Jabatan Pertanian (2020)

Kehilangan karbon ini juga akan mengurangkan isi padu tanah gambut dan mempercepatkan proses penyusutan tanah gambut. Proses ini akan berterusan sehingga ketinggian permukaan tanah menjadi sama paras dengan air laut atau sungai dan menghalang aliran air gambut. Hal ini akan mengakibatkan kejadian banjir pada musim hujan di kawasan pertanian. Oleh yang demikian, pengurusan pertanian yang mampan di tanah gambut perlu diutamakan untuk mengurangkan impak kepada kawasan pertanian di samping membantu petani mencapai produktiviti yang tinggi dan berkualiti.

Jabatan Pertanian menyediakan garis panduan ini sebagai satu keperluan asas yang amat penting kepada petani dan pengusaha tani malah termasuk semua pemegang taruh untuk menguruskan aktiviti pertanian secara mampan dan mencapai hasil pertanian yang optimum di tanah gambut dengan mengamalkan Skim Amalan Pertanian Baik Malaysia (myGAP). Garis panduan ini dirangka berlandaskan kepada Dasar Agromakanan Negara 2.0 di bawah Teras Dasar 4: Meningkatkan Amalan Pertanian dan Sistem Makanan yang Mampan dan diselaraskan dengan strategi 3: Menggalakkan Pemeliharaan dan Pemuliharaan Biodiversiti dan Sumber Asli untuk Pertanian Mampan. Selain memastikan petani dan pengusaha tani dapat mempraktikkan amalan pertanian baik bagi menjamin keterjaminan bekalan makanan, nutrisi dan punca pendapatan, garis panduan ini juga boleh membantu dalam melindungi dan memulihara biodiversiti dan ekosistem alam sekitar yang sensitif, termasuk tanah gambut.

1.2 Tujuan

Garis Panduan Pengurusan Pertanian di Tanah Gambut Sedia Ada dihasilkan sebagai rujukan yang lebih fokus dan berdaya laksana kepada petani, pengusaha tani dan pemegang taruh yang berkaitan dalam membangun dan menguruskan kawasan pertanian di tanah gambut sedia ada. Garis panduan ini mengutamakan pembangunan kapasiti kebolehan petani dan pemegang taruh dalam menangani kekangan pengurusan tanah gambut bagi tujuan pertanian secara mampan. Pengurusan pertanian yang dimaksudkan adalah merangkumi tanaman sayur-sayuran, herba, tanaman industri, tanaman ladang dan kontan, padi dan buah-buahan di bawah bidang kuasa Jabatan Pertanian.

Garis panduan ini juga merupakan pelengkap kepada mana-mana garis panduan berkaitan pertanian seperti myGAP dan myOrganic yang memfokuskan kepada pengurusan tanah gambut. Ia mengandungi pengesyoran Amalan Pertanian Baik (APB) dan langkah penambahbaikan kepada pengurusan pertanian sedia ada yang telah dilaksanakan sebelum ini. Naskhah ini menerajui hasrat kerajaan ke arah pembangunan pertanian rendah karbon dan pembakaran sifar selaras dengan DAN 2.0 dan Dasar Alam Sekitar Negara 2002.

Garis panduan ini boleh dirujuk di peringkat penyediaan rancangan pemajuan seperti Rancangan Fizikal Negara, Rancangan Struktur Negeri (RSN), Rancangan Tempatan (RT) dan Rancangan Kawasan Khas (RKK) dalam mengenal pasti dan mengekalkan pengezonan kawasan pertanian di tanah gambut sedia ada.

Walau bagaimanapun, garis panduan ini tidak boleh dianggap sebagai keputusan, kelulusan atau panduan bagi tujuan pembukaan kawasan hutan paya gambut atau tanah gambut baharu untuk menjalankan pertanian. Penerbitan ini hanya merupakan panduan asas kepada pihak-pihak yang menjalankan aktiviti pertanian di tanah gambut sedia ada sahaja.

1.3 Dasar dan Perundangan

Pengurusan pertanian di tanah gambut melibatkan pelbagai dasar berkaitan tanah gambut dan pertanian dari peringkat antarabangsa, kebangsaan dan negeri seperti berikut:

Jadual 1.3: Senarai dasar dan perundangan yang melibatkan pengurusan tanah gambut di Malaysia.

Dasar	Huraian
Peringkat Antarabangsa	
<i>ASEAN Agreement on Transboundary Haze Pollution (AATHP)</i>	Pengaturan serantau yang mengikat negara ASEAN (ASEAN Member States, AMS) untuk menangani pencemaran jerebu rentas sempadan (transboundary haze) akibat daripada kebakaran tanah gambut dan hutan.
<i>ASEAN Peatland Management Initiative (APMI)</i>	Memberi mandat kepada Sekretariat ASEAN untuk bekerjasama, menyediakan mekanisma dan rangka kerja bagi menangani isu pengurusan tanah gambut, kebakaran dan jerebu.
<i>ASEAN Peatland Management Strategy 2023-2030 (APMS)</i>	Mengukuh, mempergiat dan menangani isu pencemaran jerebu rentas sempadan dan pembangunan mampan di rantau ASEAN selari dengan <i>ASEAN Agreement on Transboundary Haze Pollution (AATHP)</i> dan the <i>ASEAN Investment Framework for Haze-Free Sustainable Land Management</i> . Strategi ini memainkan peranan penting dalam menangani cabaran dalam pengurusan tanah gambut di rantau ASEAN.
<i>ASEAN Investment Framework for Haze-Free Sustainable Land Management</i>	Meningkatkan perkongsian pelbagai pihak dan mendapatkan sumber untuk menghentikan pembakaran hutan, tanah gambut dan sisa pertanian secara besar-besaran dengan mewujudkan alternatif yang berdaya maju dari segi sosial dan ekonomi di peringkat tempatan, nasional dan serantau untuk menggalakkan pengurusan tanah yang mampan dan menangani isu jerebu rentas sempadan dengan berkesan.
Peringkat Kebangsaan	
Rancangan Fizikal Negara Ke-4 (RFN 4)	Memperkuhkan teras pembangunan yang memberi penekanan kepada perancangan keselamatan negara, pembangunan bercirikan pintar, jaminan sekuriti makanan, negara neutral karbon dan pembangunan modal insan.
Dasar Agromakanan Negara 2.0 (2021-2030) (DAN 2.0)	Mewujudkan sektor agromakanan negara yang mampan, berdaya tahan dan berteknologi tinggi untuk menjamin sekuriti serta nutrisi makanan negara.
Dasar Perancangan Fizikal Desa Negara 2030 (DPF Desa Negara 2030)	Menyasarkan kawasan desa sebagai kawasan pertanian, menghadkan penukaran guna tanah pertanian kepada pembangunan lain serta menyarankan peningkatan produktiviti ekonomi desa melalui projek kluster pertanian.
Dasar Perubahan Iklim Negara	Pertanian merupakan salah satu sektor yang dikenal pasti untuk membuat pengesyoran ke arah ekonomi rendah karbon serta mencadangkan langkah-langkah adaptasi dan mitigasi secara seimbang.
Dasar Tanah Lembap Negara (2004)	Tanah gambut yang meliputi lebih daripada 50% kawasan tanah lembap di Malaysia adalah terangkum di bawah dasar ini dan mengesyorkan penggunaan tanah lembap yang mampan selaras dengan ciri ekologi.

Dasar	Huraian
Dasar Alam Sekitar Negara 2002	Menekankan pengurusan tanah lembap dan sumber yang mesra alam sekitar. Amalan pengurusan makhluk perosak yang bersepadu, perladangan organik, kaedah pertanian dan akuakultur yang mesra alam digalakkan.
Dasar Perhutanan Malaysia (2021)	Mengekalkan kawasan hutan yang mencukupi bagi kepentingan perkhidmatan ekosistem hutan, konservasi kepelbagaian biologi, perlindungan alam sekitar dan penggunaan sumber secara berkekalan ke arah pembangunan sosioekonomi negara dan kesejahteraan generasi kini dan akan datang.
Pelan Tindakan Dasar Sekuriti Makanan Negara 2021-2025	Memperkukuhkan sekuriti makanan negara dengan mengambil kira isu dan cabaran di sepanjang rantai bekalan makanan. Menekankan pembangunan teknologi pemuliharaan tanah bagi tanah gambut yang terdegradasi untuk meningkatkan produktiviti tanaman dan kesan kepada alam sekitar.
Pelan Tindakan Tanah Gambut Kebangsaan (2011-2020)	Menggalakkan peningkatan pengetahuan, kesedaran dan keupayaan pengurusan tanah gambut secara mampan melalui proses perundingan yang terbuka dan telus bersama semua pemegang taruh yang berkaitan.
Garis Panduan Pemuliharaan dan Pembangunan Kawasan Sensitif Alam Sekitar (KSAS)	Mengenal pasti dan memelihara tanah lembap dan mengawal pertukaran guna tanah bagi tanah lembap yang telah dikategorikan sebagai zon pemuliharaan dan pemuliharaan.
Polisi Pelaksanaan myGAP-Skim Amalan Pertanian Baik Malaysia (myGAP)	Menitikberatkan pengurusan sumber untuk meningkatkan produktiviti ladang, menghasilkan makanan yang berkualiti dengan mengambil kira kebajikan dan kesihatan pekerja dan alam sekitar berpandukan MS 1784:2005.
Peringkat Negeri	
Rancangan Struktur Negeri (RSN)	Memerihalkan dasar dan cadangan am yang berkaitan dengan pemajuan dan penggunaan tanah dan alam sekitar bagi sesuatu kawasan termasuk pemuliharaan Kawasan Sensitif Alam Sekitar (KSAS) dan kawasan pertanian.
Rancangan Tempatan (RT)	Menerangkan dengan lebih terperinci cadangan Pihak Berkuasa Perancang Tempatan untuk pemajuan dan penggunaan tanah termasuk zon pertanian bagi sesebuah kawasan.
Rancangan Kawasan Khusus (RKK)	Pelan panduan pembangunan yang disediakan khusus bagi sesebuah kawasan untuk memudahkan agensi kerajaan, pihak swasta dan penduduk sekitar membangun, memelihara dan menguruskan kawasan tersebut termasuk untuk aktiviti pertanian.

Dasar Agromakanan Negara 2021-2030 (DAN 2.0)

Aspirasi Sektor Agromakanan Malaysia 2030 untuk Alam Sekitar:

Suatu sektor agromakanan yang baik untuk pembangunan jangka panjang tidak hanya fokus pada sumbangan ekonomi dan kesejahteraan sosial, tetapi juga aspek alam sekitarnya. Jika elemen itu tidak diuruskan semasa pembangunan industri, akan adanya risiko berlakunya degradasi alam sekitar seperti pencemaran udara, pemusnahan habitat dan kebimbangan isu/keprihatinan tentang biodiversiti, yang berpunca daripada aktiviti pertanian yang tidak mesra alam sekitar. Oleh itu, adalah sangat penting untuk mengawal selia operasi pertanian dalam cara yang akan meminimumkan impak negatif pada sekeliling alam sekitar, pada suatu tahap yang dianggap mampan. Untuk mempertingkatkan elemen alam sekitar sektor agromakanan, penunjuk berikut juga akan digunakan untuk menilai sektor tersebut dalam 10 tahun yang akan datang:

- Seperti kebanyakan industri, sektor agromakanan menghasilkan Gas Rumah Kaca (GHG) sebagai salah satu sisa buangan daripada akibat proses-proses seperti pengurusan tanah pertanian, pengeluaran, pembiakan ternakan, pembakaran biomas, dsb. Disebabkan kesan buruk GHG ke atas kualiti alam sekitar dan kehidupan, sukatan pengeluaran GHG daripada aktiviti agromakanan adalah penting untuk mengukur sejauh mana kewujudan harmoninya bersama persekitarannya. Pengeluaran GHG di Malaysia akan dikawal dengan fasilitasi pembaikan pada kecekapan pengeluaran dan penerimgunaan amalan secara mampan. Matlamat akhir adalah untuk mengurangkan pengeluaran gas bagi setiap unit makanan yang dihasilkan, dan dengan itu mengurangkan kesan karbon sektor agromakanan. Sasaran pengurangan GHG yang khusus akan merujuk Sumbangan Nasional yang Ditentukan (NDC) dan Pelan Adaptasi Negara (NAP), atau apa-apa dokumen berkaitan yang disediakan oleh negara.
- Biodiversiti termasuk variasi organisma hidup, dengan sistem ekologi, kepelbagaian antara spesies, dengan spesies dan dengan ekosistem. Ia merupakan elemen penting yang menyumbang kepada sektor agromakanan untuk berfungsi dengan baik, kerana ia dapat membantu dalam pengeluaran sumber asli yang berterusan (air dan tanah), selain mematuhi proses semula jadi yang diperlukan bagi aktiviti agromakanan. Oleh itu, biodiversiti di Malaysia dilihat akan dilindungi secara luaran dan dalaman melalui peningkatan dalam penerimgunaan amalan pertanian yang bertentangan dengan ancaman luaran seperti serangan spesies asing serta perlindungan kawasan sentitif alam sekitar yang lebih baik melalui pengukuhan perancangan dan amalan agromakanan.

Bagi merealisasikan aspirasi ini, elemen alam sekitar telah dimasukkan sebagai salah satu daripada tiga prinsip dalam DAN 2.0, yang menitikberatkan “**Anjakan Paradigma ke Arah Suatu Sistem Makanan yang Mampan serta Bersesuaian dengan Perubahan Iklim**”.

Impak terhadap alam sekitar wajar diberi perhatian dalam membangunkan sektor agromakanan. Melalui pelaksanaan amalan sistem makanan yang mampan, keperluan generasi semasa dan akan datang dapat terus dipelihara. Perubahan iklim berupaya memberi kesan buruk kepada aktiviti pengeluaran makanan sekiranya amalan pertanian dan penangkapan ikan yang tidak mampan dilaksanakan secara berterusan. Oleh itu, adalah penting supaya pertanian mampan yang mesra alam dan berdaya tahan terhadap iklim dipergiatkan bagi meminimumkan impak perubahan iklim terhadap sektor agromakanan.

Hal ini dititikberatkan dalam Objektif Dasar yang ke-6 iaitu **Menggalakkan Amalan Penggunaan dan Pengeluaran Makanan Secara Mampan**.

Melangkah ke hadapan, isu global yang semakin meningkat seperti persaingan guna tanah, kekurangan air serta perubahan iklim yang berupaya menjejaskan tahap pengeluaran dalam sistem makanan perlu diberi perhatian. Kemampanan alam sekitar juga akan diberikan penekanan dalam DAN 2.0 yang akan diukur melalui parameter seperti:

- Sektor agromakanan menyumbang kepada pengurangan pelepasan gas rumah kaca (GHG).
- Pembangunan sektor agromakanan yang berterusan melalui pengukuhan pemuliharaan hutan dan biodiversiti.

Ini disokong oleh Teras Dasar yang ke-4 iaitu **Meningkatkan Amalan Pertanian dan Sistem Makanan yang Mampan** yang menekankan dua strategi pelaksanaan iaitu:

“Strategi 2.0: Memacu Penerimgunaan Amalan Pertanian Mampan yang lebih Meluas dengan Penggunaan Biosumber.

- Pelan Tindakan 2.2 Meningkatkan Penerimgunaan Amalan Pertanian Mampan melalui Pemantapan Perkhidmatan Pengembangan.

Strategi 3.0: Menggalakkan Pemeliharaan dan Pemuliharaan Biodiversiti dan Sumber Asli untuk Pertanian Mampan.

- Pelan tindakan 3.3 Mengukuhkan Perancangan Sektor Agromakanan serta Amalan Baik untuk Melindungi Kawasan dan Ekosistem Alam Sekitar yang Sensitif”.

Rancangan Fizikal Negara ke-4 (2020-2025) (RFN4) mengenal pasti bahawa semua kawasan berhutan dan tanah benchah (termasuk kawasan tanah gambut) di luar kawasan perlindungan tergolong dalam kategori Kawasan Sensitif Alam Sekitar (KSAS) Tahap 2 - kawasan yang masih belum diwarta tetapi dikenal pasti sebagai habitat penting. Selaras dengan RFN4, semua Kawasan Tahap 2 tidak dibenarkan untuk pertanian atau pembangunan.

Selaras dengan DAN 2.0 dan dasar-dasar lain yang berkaitan, aktiviti pertanian di tanah gambut perlu diuruskan secara mampan supaya dapat melindungi Kawasan Sensitif Alam Sekitar dan meminimumkan impak negatif terhadap alam sekitar, seperti pelepasan gas rumah kaca dan pencemaran sumber semula jadi. Ini bermakna **TIADA mana-mana pembangunan baharu dibenarkan untuk dijalankan di tanah gambut bagi tujuan pertanian. Sebaliknya, tumpuan utama harus diberikan kepada mempraktikkan amalan pertanian baik bagi meningkatkan produktiviti tanaman di tanah gambut sedia ada dan secara tidak langsung mengurangkan pencemaran alam sekitar dan risiko bencana seperti kebakaran dan banjir.**

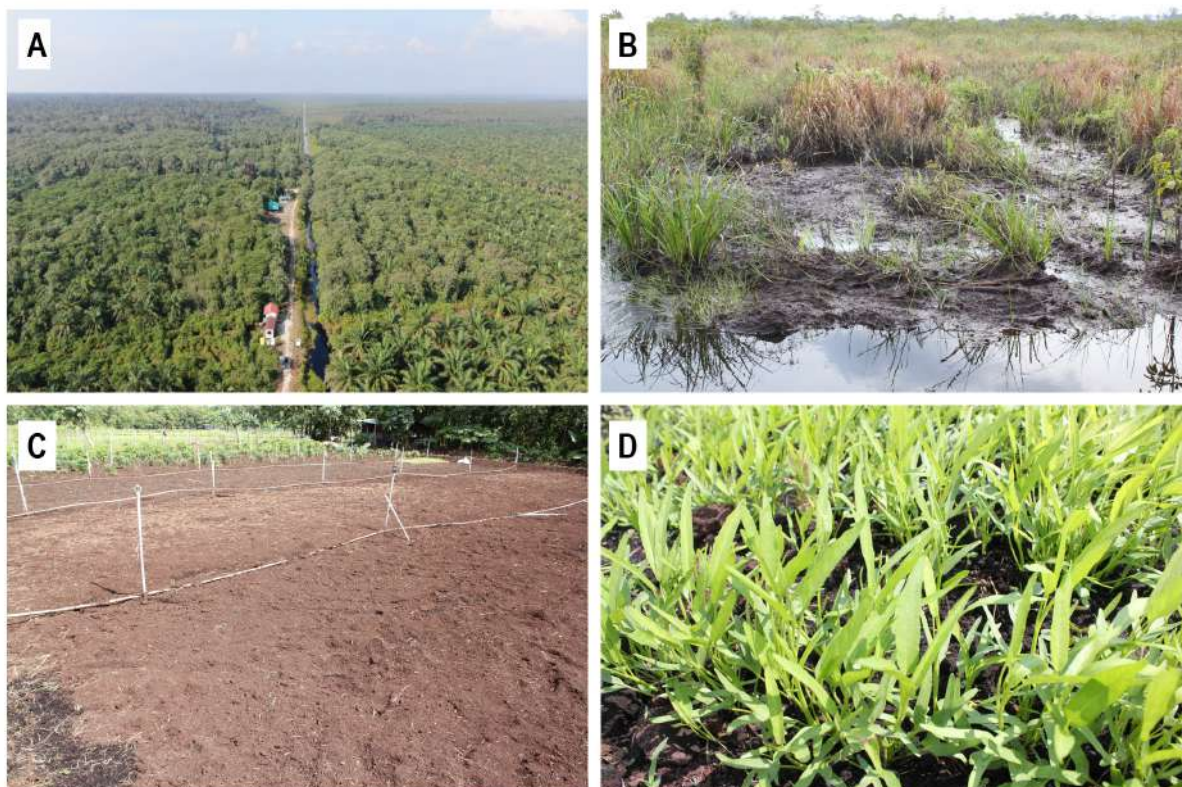
2. PENGENALAN TANAH GAMBUT BAGI SEKTOR PERTANIAN

2.1 Deskripsi Tanah Gambut

Berdasarkan *United State Department of Agriculture (USDA) Soil Taxonomy 2010*, tanah gambut diklasifikasikan di bawah order Histosol. Di Malaysia, tanah gambut didefinisikan sebagai tanah yang mempunyai kandungan bahan organik (Soil Organic Matter, SOM) melebihi 65% dan mempunyai ketebalan lebih daripada 50 cm di dalam lingkungan kedalaman 100 cm had kawalan tanah (control section).

Tanah gambut terbentuk daripada pengumpulan bahan tumbuhan separa reput sejak 10,000 tahun lalu di Malaysia. Proses pereputan berlaku secara perlahan disebabkan oleh kawasan persekitarannya ditenggelami air, berada dalam keadaan anaerobik, kehadiran bahan organik separa reput menjadikan air gambut berwarna perang atau hitam dan berasid (pH: 3.5-5) serta aktiviti mikroorganisma yang sangat rendah.

Komposisi tanah gambut adalah 10% pepejal dan 90% keliangan (air dan udara) dalam keadaan asalnya (undisturbed). Tanah gambut mempunyai ketumpatan pukal yang rendah, mudah menyusut dan risiko terbakar apabila kering.



Rajah 2.1: Jenis guna tanah kawasan tanah gambut: (A) Hutan paya gambut; (B) Kawasan hutan paya gambut terosot yang dipulihkan melalui kaedah pembasahan semula (pemulihan hidrologi) dan penanaman semula (Hutan Simpan Raja Musa), dan (C-D) Tanah gambut dibangunkan dengan aktiviti pertanian penanaman tanaman singkat masa (Johan Setia).

2.2 Pengelasan Tanah Gambut

2.2.1 Kaedah Pengelasan

Terdapat dua kaedah untuk menjalankan pengelasan tanah gambut, iaitu:

- Secara kualitatif menggunakan *Rubbing and Squeezing Test* di lapangan. Petani atau pengkaji perlu mengambil segenggam tanah gambut dan membuang akar hidup dan bahan kayu yang tidak terurai melebihi 2 cm diameter. Kemudian, genyeh (rubbing) dan memerahnya dengan kuat untuk menentukan tahap pereputan tanah tersebut.



Rajah 2.2: *Rubbing and Squeezing Test* bagi penentuan pengelasan tanah gambut awal di lapangan: (A) sebelum digenggam dan (B) selepas digenggam.

Pengelasan tanah gambut berdasarkan darjah penguraian dan ciri tanah gambut yang lain diberikan mengikut pengelasan Esterle (1990) dan Jabatan Pertanian di Jadual 2.1.

Jadual 2.1: Pengelasan tanah gambut berdasarkan Esterle (1990) dan Jabatan Pertanian (2020a).

Jenis Tanah Gambut	Pengelasan Esterle (1990)	Pengelasan Jabatan Pertanian
Fibrik	<ul style="list-style-type: none"> - Berwarna coklat kemerahan. - Kandungan fiber >66% (2/3). - Sebahagian besar tidak terurai. - Air gambut jernih. 	<ul style="list-style-type: none"> - Gambut belum reput. - >2/3 fiber masih belum reput. - Bahan asal masih boleh dikenal pasti.
Hemik	<ul style="list-style-type: none"> - Berwarna coklat kemerahan. - Kandungan fiber: 33-66% (1/3-2/3). - Sederhana terurai. - Serpihan akar, kulit kayu dan daun yang kurang daripada 1 cm tertanam dalam matriks tanah. - Air gambut keruh. 	<ul style="list-style-type: none"> - Gambut setengah reput. - 1/3-2/3 fiber masih belum reput. - Bahan asal separa dikenal pasti.

Jenis Tanah Gambut	Pengelasan Esterle (1990)	Pengelasan Jabatan Pertanian
Saprik	<ul style="list-style-type: none"> - Berwarna coklat gelap hingga hitam. - Kandungan fiber <33% (1/3). - Sangat terurai. - Sisa tumbuhan berbutir halus dengan ketekalan pes. 	<ul style="list-style-type: none"> - Gambut sudah reput. - <1/3 fiber masih belum reput. - Bahan asal sudah tidak dikenal pasti.

Sumber: Esterle (1990) dan Jabatan Pertanian (2020a).

b) Secara kuantitatif dengan menjalankan ujian makmal ke atas sampel tanah gambut yang diperolehi daripada kerja lapangan. Analisis sampel tanah gambut dilakukan untuk mengenal pasti nilai kehilangan berat semasa pembakaran ataupun *Loss on Ignition* (LOI) yang lazimnya melebihi 65%. Kaedah secara kuantitatif (ujian makmal) adalah lebih mahal berbanding kaedah kualitatif.



Rajah 2.3: Pensampelan tanah gambut di lapangan untuk ujian makmal: (A-C) kaedah penggunaan *peat auger* untuk menggali ke dalam tanah dan mengambil sampel tanah, (D-E) kaedah penggunaan pisau/penyodok kecil bagi mendapatkan sampel tanah bagi ketumpatan pukal dan (F) beg sampel digunakan untuk mengisi sampel tanah untuk dianalisis di makmal.

2.2.2 Kelas Tanah Gambut

Tanah gambut boleh dibahagikan kepada dua (2) iaitu tanah gambut tanah rendah (terendam) dan tanah gambut tanah tinggi (tidak terendam). Taburan tanah gambut tanah tinggi adalah sedikit dan hanya terdapat di kawasan tanah tinggi. Tanah gambut dikelaskan mengikut kedalaman (rujuk Jadual 2.2), tahap pereputan dan jenis tanah mineral di bawah (nature of substratum) (rujuk Jadual 2.3)

2.2.2.1 Tanah Gambut Tanah Rendah

Tanah gambut di tanah rendah (lowland peat) berasal daripada pereputan tidak lengkap bahan-bahan organik di persekitaran yang terendam air di mana aktiviti mikrob sangat terhad. Proses ini menghasilkan tiga tahap tanah gambut yang berbeza iaitu fibrik (>2/3 masih belum reput), hemik (1/3-2/3 masih belum reput) dan saprik (<1/3 masih belum reput) (rujuk Jadual 2.1).

Jadual 2.2: Pengelasan tanah gambut berdasarkan kedalaman.

Pengelasan Gambut	Kedalaman (cm)
Cetek	50-100
Sederhana Dalam	100-300
Dalam	>300

Sumber: Jabatan Pertanian (2020a)

Jadual 2.3: Jenis *substratum*

Jenis <i>substratum</i>
Lempung Sungai
Pasir Sungai
Lempung Laut
Lempung Laut (Bahan Sulfidik/Sulfurik)
Pasir Laut
Pasir Laut <i>Calcareous</i>
Sisa Baki Batu Kapur

Siri tanah gambut disusun berdasarkan (i) tanah gambut cetek (shallow organic soils) dan (ii) tanah gambut sederhana dalam (moderately deep organic soils) dan tanah gambut dalam (deep organic soils) seperti yang boleh di rujuk pada Lampiran 1.



Rajah 2.4: Pengelasan tahap pereputan tanah gambut yang terdiri daripada (A) Fibrik, (B) Hemik dan (C) Saprik.

2.2.2.2 Tanah Gambut Tanah Tinggi

Tanah gambut tanah tinggi (highland peat) terbentuk disebabkan oleh suhu yang rendah, kadar hujan yang tinggi dan kadar sejat peluh (evapotranspiration) yang rendah memperlambatkan aktiviti pereputan dan membentuk bahan saprik sahaja. Sumber bahan organik pula terdiri daripada pokok paku pakis dan lumut yang mati (tekstur yang halus). Secara umumnya, tanah gambut tanah tinggi terbentuk pada ketinggian melebihi 1,000 m atas paras laut (Jabatan Pertanian, 2020a).

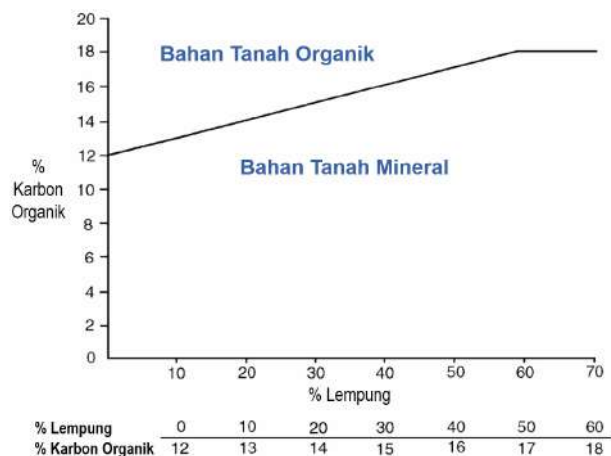


Rajah 2.5: Tanah gambut di tanah tinggi yang terbentuk pada ketinggian 2,000 m atas paras laut di Gunung Brinchang, Cameron Highlands, Pahang.

2.3 Pengesahan Tanah Gambut

Berdasarkan USDA (2010), bahan tanah gambut ditentukan oleh dua faktor iaitu peratusan lempung (tanah liat) dan peratusan karbon tanah organik, sama ada:

- a) Bahan tanah yang tidak ditenggelami air melebihi 30 hari berturut-turut dan mengandungi karbon organik yang melebihi 12%; atau
- b) Jika ditenggelami air dalam jangka masa panjang, 30 hari atau lebih (atau telah disalurkan) dan mempunyai kandungan karbon organik salah satu daripada berikut:
 - i. >12% sekiranya pecahan mineralnya tidak mengandungi lempung; atau
 - ii. $\geq 18\%$ sekiranya pecahan mineralnya mengandungi lebih 60% lempung; atau
 - iii. 12-18% dengan kandungan karbon yang berpadanan sebagaimana di dalam Rajah 2.6.



Rajah 2.6: Pengasingan bahan tanah gambut dan mineral berdasarkan peratusan lempung dan karbon organik (Sumber: USDA, 2010).

2.4 Sifat Fizik dan Kimia Tanah Gambut

2.4.1 Sifat Fizik Tanah Gambut

a) Ketumpatan Pukal (Bulk Density)

Tanah gambut di kawasan tropika mempunyai ketumpatan pukal yang sangat rendah, antara 0.04 g/cm^3 hingga 0.30 g/cm^3 (Anshari et al., 2021). Tanah gambut yang sudah reput (saprik) mempunyai nilai ketumpatan pukal yang tinggi berbanding dengan tanah gambut belum reput (fibrik). Ketumpatan pukal tanah gambut fibrik adalah paling rendah ($<0.1 \text{ g/cm}^3$), diikuti dengan hemik ($0.07\text{-}0.18 \text{ g/cm}^3$) dan saprik ($>0.2 \text{ g/cm}^3$) (Melling et al., 2013; Reeza et al., 2021; USDA, 1999).

b) Keupayaan Pegangan Air (Water Holding Capacity)

Tanah gambut mempunyai keliangan (porosity) yang tinggi sehingga mempunyai daya penyerapan air yang tinggi. Apabila tepu, kandungan air tanah gambut saprik, hemik dan fibrik masing-masing adalah $<450\%$, $450\text{-}850\%$ dan $>850\%$ daripada berat kering atau 90% daripada isi padunya (USDA, 1999; Widyatmanti et al., 2022). Secara purata, keupayaan pegangan air tanah gambut di Malaysia adalah di antara $96\text{-}2200\%$ (Wahab et al., 2022). Oleh yang demikian, gambut mempunyai keupayaan untuk bertindak sebagai takungan air yang boleh menahan banjir semasa musim hujan dan melepaskan air semasa musim kemarau supaya kemasukan air masin pada musim kemarau dapat dielakkan.

c) Kekonduksian Hidraulik Tepu (Saturated Hydraulic Conductivity)

Kekonduksian hidraulik tepu mengubah bentuk hidrodinamik air bawah tanah dan kedapatan akuifer. Maka, kekonduksian hidraulik tepu dan keadaan air bawah tanah semasa mempengaruhi dinamik persekitaran gambut dan tumbuhan. Tanah gambut yang belum reput (fibrik) mempunyai nilai kekonduksian hidraulik tepu yang tinggi berbanding dengan tanah gambut sederhana reput (hemik) dan sudah reput (saprik) (Kaczmarek et al., 2023). Kajian yang dijalankan di beberapa kawasan tanah gambut yang dikeringkan bagi tujuan pertanian menunjukkan nilai kekonduksian hidraulik tepu sebanyak 5.5 m/hari (di Pontian, Johor) (Salmah, 1992), $0.48\text{-}4.90 \text{ m/hari}$ (di Klang, Selangor) (Katimon & Hassan, 1997), $2.39\text{-}24.70 \text{ m/hari}$ (di Pulau Buit, Sarawak) (Ramli, 1999) dan 33.77 m/hari (di tanah gambut fibrik di Sarawak) (Melling et al., 2006). Perubahan kekonduksian hidraulik tepu berkait rapat dengan tahap pereputan bahan organik, jumlah kandungan bahan mineral tambahan (lempung, pasir dan kelodak) dan tegasan berkesan (effective stress) terhadap analisis tanah serta jenis kaedah yang digunakan.

d) Keupayaan Galas Tanah (Soil Bearing Capacity)

Tanah gambut mempunyai keupayaan galas yang rendah kerana mempunyai keliangan tanah (porosity) yang tinggi. Tanah gambut fibrik dalam keadaan normal mempunyai jumlah keliangan sebanyak 90% mengikut isipadu, manakala saprik mempunyai jumlah keliangan kurang daripada 85% (Boelter, 1974; Verry et al., 2011). Hal ini menyebabkan berat gambut ringan dan mempunyai ketumpatan pukal yang rendah. Keupayaan galas tanah gambut tertinggi hanya pada kedalaman $5\text{-}20 \text{ cm}$ dari permukaan tanah iaitu dalam julat $0.15\text{-}0.25 \text{ MPa}$ di kebanyakan kawasan (Abdul Rani & Ahmad Sayuti, 2021). Hal ini menyebabkan penggunaan jentera berat sukar untuk diaplikasikan semasa kerja penyediaan tapak pertanian di tanah gambut.

2.4.2 Sifat Kimia Tanah Gambut

a) Tahap Kesuburan Tanah

Tanah gambut mempunyai nilai pH rendah (<4.0) (berasid) dan tahap kesuburan yang rendah disebabkan oleh ketersediaan jumlah nutrien makro dan mikro yang rendah. Tanah gambut mempunyai Keupayaan Pertukaran Kation (KPK) yang tinggi iaitu >40 cmol(+)/kg tanah yang disumbangkan oleh permukaan organik tanah tersebut (Jabatan Pertanian, 2020a) tetapi mempunyai ketepuan bes (base saturation) yang rendah (Najiyati et al., 2005). Lazimnya, mana-mana tanah dengan KPK >15 cmol(+)/kg mempunyai keseimbangan nutrien yang mencukupi atau tiada halangan kepada pertumbuhan tanaman (Jabatan Pertanian, 2020a). Walau bagaimanapun, tanaman di tanah gambut tidak dapat menyerap nutrien dengan baik disebabkan oleh ketepuan bes yang rendah.

Secara umumnya,

- (i) Tanah gambut terbentuk daripada pereputan bahan organik. Proses pereputan bahan organik menghasilkan asid organik sebagai salah satu penyumbang kepada keasidan tanah;
- (ii) Tanah gambut yang sangat reput (saprik) adalah lebih sesuai untuk aktiviti pertanian berbanding dengan gambut yang kurang reput (fibrik);
- (iii) Tanah gambut mempunyai paras air yang tinggi dan turun naik paras air yang tidak stabil mengakibatkan kehilangan nutrien;
- (iv) Tanah gambut mempunyai kandungan mineral dan bes kation seperti Ca, Mg dan K yang rendah untuk menaikkan keasidan tanah; dan
- (v) Tanah gambut mempunyai nilai pH rendah (<4.0) yang menyebabkan nutrien makro dan mikro terikat dan tidak tersedia secara semula jadi untuk diserap oleh akar tanaman.

Jadual 2.4 menunjukkan sifat fizik dan kimia tanah gambut yang merupakan faktor penghalang kepada kesuburan tanah tersebut. Pemahaman mengenai sifat ini adalah penting untuk mempertimbangkan pemilihan tanaman dan langkah yang perlu diambil untuk mengatasi masalah tersebut melalui amalan agronomi dan Amalan Pertanian Baik bagi menguruskan aktiviti pertanian di tanah gambut.

Jadual 2.4: Sifat yang mengehadkan kesuburan tanah gambut.

Sifat Fizik	Sifat Kimia
<ul style="list-style-type: none"> - Tahap pereputan gambut yang berbeza (fibrik, hemik dan saprik). - Ketumpatan pukal yang rendah. - Keupayaan pegangan air berkurang disebabkan penyusutan tanah apabila dikeringkan/disalurkan dan dipengaruhi oleh pelbagai faktor termasuk tahap pereputan, kandungan bahan organik dan keadaan alam sekitar. - Keupayaan gelas tanah rendah. - Mengalami penyusutan dan pengecutan tanah apabila dikeringkan. - Terdapat lapisan mineral di bawah tanah gambut. 	<p>Kesuburan tanah rendah:</p> <ul style="list-style-type: none"> - pH rendah. - Keupayaan Pertukaran Kation yang tinggi. - Ketepuan bes (base saturation) yang rendah. - Ketersediaan nutrien makro dan mikro yang rendah.

Sumber: Najiyati et al. (2005)

2.5 Kawasan Tanah Gambut dalam Konteks Kawasan Sensitif Alam Sekitar (KSAS)

Kawasan tanah gambut dan hutan paya gambut dikategorikan sebagai Kawasan Sensitif Alam Sekitar (KSAS). Kawasan tanah gambut mempunyai fungsi sokongan hidup, nilai warisan dan berpotensi sebagai kawasan risiko bencana akibat penyusutan, kebakaran dan kejadian banjir sekiranya dibangunkan tanpa kawalan. Sehubungan itu, pertukaran guna tanah bagi hutan paya gambut terutamanya yang telah dikategorikan sebagai Hutan Perlindungan dalam Hutan Simpanan Kekal dan Kawasan Berkepentingan Biodiversiti adalah tidak dibenarkan. Manakala, bagi tanah gambut, kajian kesesuaian tapak perlu dijalankan sebelum kawasan ini dibangunkan dengan mengambil kira risiko potensi bencana, kaedah penyelesaian kejuruteraan dan kebolehlaksanaan pembangunan berserta syarat-syarat kelulusan.

2.5.1 Definisi Kawasan Sensitif Alam Sekitar (KSAS)

KSAS adalah suatu kawasan khas yang sangat sensitif kepada sebarang bentuk perubahan kepada ekosistemnya akibat proses alam semula jadi atau aktiviti di dalam atau di sekitarnya. Tahap kesensitifannya ditentukan melalui pengintegrasian cirian unsur-unsur fungsi risiko bencana, nilai sokongan hidup serta nilai khazanah dan warisan kawasan tersebut. Lazimnya, pembangunan baharu yang mengakibatkan perubahan guna tanah tidak digalakkan di KSAS. Namun, pembangunan secara terkawal boleh dipertimbangkan di KSAS 3 yang mempunyai nilai kesensitifan yang rendah.

2.5.2 Tahap KSAS

Terdapat tiga (3) tahap KSAS seperti di Jadual 2.5. Aktiviti pertanian tidak dibenarkan di KSAS Tahap 1 dan 2 manakala aktiviti pertanian mampan yang menggunakan Amalan Pertanian Baik dibenarkan dengan pemantauan yang rapi oleh pihak berkuasa di KSAS Tahap 3. Kawasan ini termasuk Taman Kekal Pengeluaran Makanan (TKPM) (juga dikenali sebagai Program *Agrofood Park*), Tapak Jelapang Padi Negara dan Zon Industri Akuakultur (ZIA) yang berperanan sebagai sekuriti makanan negara. Garis Panduan Pengurusan Pertanian di Tanah Gambut Sedia Ada hanya fokus kepada kawasan pertanian yang sedang diusahakan atau KSAS Tahap 3. Ia tidak boleh diguna pakai bagi tujuan pembukaan kawasan hutan paya gambut atau KSAS tahap 1 dan 2.

Jadual 2.5: Tahap KSAS dan kegiatan pertanian yang disarankan berdasarkan kepada kategori KSAS yang mempunyai fungsi dan kriteria pengurusan tersendiri.

Tahap	Deskripsi
<p>KSAS Tahap 1</p> <ul style="list-style-type: none"> - Kawasan perlindungan daratan dan marin sedia ada yang telah diwartakan. - Kawasan tadahan empangan sedia ada dan cadangan baharu. - Kawasan melebihi kontur 1,000 m. - Zon Ladang Hutan di dalam Hutan Simpanan Kekal (Kelas Pengeluaran). 	<ul style="list-style-type: none"> • Pembangunan, pertanian atau pembalakan tidak dibenarkan kecuali ekopelancongan, penyelidikan, pendidikan dan pembangunan berimpak rendah yang tertakluk kepada perkara di dalam Enakmen dan Akta pewartaan. • Bagi kawasan melebihi kontur 1,000 m, pembangunan pertanian baharu di kawasan tanah tinggi hanya dibenarkan di dalam dua (2) Kawasan Pengurusan Khas (KPK₁) iaitu Cameron Highlands-Kinta-Lojing dan Genting Highlands-Bukit Tinggi-Janda Baik dan ia hanya dibenarkan di luar kawasan hutan simpan dan kawasan tadahan air. Semua aktiviti pertanian di kawasan ini hendaklah mematuhi peraturan dan garis panduan sedia ada dan akan datang secara menyeluruh. • Bagi Zon Ladang Hutan di dalam Hutan Simpanan Kekal (Kelas Pengeluaran), konsep agroforestry dan pertanian bercampur dicadangkan untuk diterapkan dalam aktiviti ladang hutan.
<p>KSAS Tahap 2</p> <ul style="list-style-type: none"> - Kawasan Berkepentingan Biodiversiti tetapi tidak diwartakan sebagai kawasan perlindungan (seperti hutan paya gambut). - Semua hutan dan tanah bencah di luar Kawasan Perlindungan. - Hutan Simpanan Kekal (Kelas Pengeluaran). - Koridor Ekologi Daratan yang diiktiraf seperti rangkaian ekologi <i>Central Forest Spine</i> (CFS). - Kawasan tanah gambut, tanah lembut, lubang benam dan bekas lombong bawah tanah. - Pulau-pulau dan Taman Laut. - Kawasan antara kontur 300 m hingga 1,000 m. - Koridor Ekologi Marin yang diiktiraf seperti <i>Ecologically and Biologically Sensitive Marine Areas</i> (EBSA) dan <i>Important Marine Mammals Area</i> (IMMA). - Rizab Sungai. 	<ul style="list-style-type: none"> • Pembangunan atau pertanian tidak dibenarkan kecuali ekopelancongan, penyelidikan, pendidikan dan pembangunan berimpak rendah yang tertakluk kepada halangan setempat. • Di CFS, hanya pertanian berasaskan pemuliharaan (<i>conservation agriculture</i>) dibenarkan dan koridor hidupan liar perlu ditubuhkan. • Bagi kawasan antara kontur 300m dan 1,000m, semua aktiviti pertanian yang dibenarkan dan dijalankan hendaklah mematuhi peraturan dan garis panduan sedia ada dan akan datang secara menyeluruh.

Tahap	Deskripsi
KSAS Tahap 3 <ul style="list-style-type: none"> - Kawasan tadahan takat pengambilan air dan zon imbuhan air bawah tanah untuk kegunaan telaga. - Kawasan antara kontur 150 m hingga 300 m. - Kawasan persisiran pantai. - Kawasan penting untuk sekuriti makanan: <ul style="list-style-type: none"> • Tapak Jelapang Padi Negara • TKPM • ZIA 	<ul style="list-style-type: none"> • Aktiviti pertanian mampan yang menggunakan Amalan Pertanian Baik dibenarkan dengan pemantauan yang rapi oleh pihak berkuasa. • Semua aktiviti pertanian di kawasan antara kontur 150 m dan 300 m hendaklah mematuhi peraturan dan garis panduan sedia ada dan akan datang secara menyeluruh.

Sumber: PLANMalaysia (2021) (RFN 4-Bab 5)

2.6 Kawasan Tanah Gambut dalam Konteks Kawasan Pertanian

2.6.1 Penentuan Kesesuaian Tanaman di Tanah Gambut

Penentuan kesesuaian tanaman adalah berdasarkan penilaian ke atas halangan tanah terhadap keperluan tanaman yang dinilai. Proses penentuan kesesuaian tanaman ialah dengan memadankan keperluan sesuatu tanaman dengan halangan yang terdapat di dalam tanah. Lazimnya, tiga (3) tahap kesesuaian digunakan dengan mengambil kira halangan, penghasilan dan kos pengurusan iaitu:

- a) **Sesuai (S)**: Keadaan tanah yang mempunyai halangan yang kecil. Sifat tanah memenuhi kehendak atau keperluan tanaman serta dapat mengeluarkan hasil yang baik dengan kos pengurusan yang minimum.
- b) **Sederhana Sesuai (M)**: Keadaan tanah yang mempunyai halangan sederhana atau halangan tertentu tetapi masih dapat memenuhi sebahagian keperluan tumbuhan, hasil yang berkurangan dan kos pengurusan pula lebih tinggi.
- c) **Tidak Sesuai (U)**: Keadaan tanah yang mempunyai halangan yang serius dan sangat serius serta tidak dapat memenuhi keperluan tanaman dan kos pengurusan yang sangat tinggi berbanding hasil yang dikeluarkan.

2.6.2 Kawasan Tanah Gambut dalam Konteks Kawasan Pertanian Utama (KPU)

Kawasan Pertanian Utama (KPU) merupakan kawasan pertanian yang produktif dan terletak di luar had pembangunan bandar serta dilindungi dan dipelihara daripada sebarang pembangunan fizikal. Beberapa kawasan tanah gambut yang menjalankan aktiviti pertanian dikategorikan sebagai Kawasan Pertanian Utama (KPU) seperti disenaraikan dalam RFN 4 dan Rancangan Struktur Negeri (RSN). RSN juga membincangkan tindakan atau strategi yang perlu diambil bagi melindungi dan memelihara KPU tersebut daripada sebarang pembangunan fizikal.

Sebagai contoh, terdapat tiga (3) tahap KPU dalam konteks negeri Selangor seperti:

- a) KPU Tahap 1: Kawasan Pembangunan Pertanian Bersepadu (Integrated Agricultural Development Area, IADA) Barat Laut Selangor, iaitu kawasan jelapang padi yang dilindungi daripada sebarang pembangunan dan pertukaran jenis tanaman.
- b) KPU Tahap 2: Kawasan Taman Kekal Pengeluaran Makanan (TKPM) yang boleh dikategorikan kepada sub-sektor tanaman (13 buah), ternakan (9 buah) dan perikanan (2 buah) (Sumber: Rancangan Struktur Negeri Selangor 2035).
Kebanyakan TKPM ini adalah di tanah gambut seperti TKPM Kampung Hulu Chuchoh, Sungai Blankan, Sungai Kelambu, Kampung Kundang dan sebagainya yang dihuraikan sebagai tanah bermasalah. Oleh itu, usaha pengurusan tanah yang mampan seperti pengapuran, pengairan atau pengurusan saliran, penyediaan batas dan tapak tanaman diperlukan agar tanah yang bermasalah ini dapat diurus dengan baik untuk meningkatkan produktiviti pertanian.
- c) KPU Tahap 3: Kawasan yang harus dikekalkan untuk aktiviti pertanian (seperti kawasan revolusi hijau Johan Setia), melainkan kawasan tanah ini telah dizonkan untuk pembangunan kegunaan lain.

2.7 Risiko Terhadap Tanah Gambut dalam Konteks Pertanian

2.7.1 Penyusutan Tanah Gambut

Kawasan tanah gambut merupakan kawasan tanah bencah yang lembut dengan keliangan (porosity) yang tinggi, kandungan nutrien yang rendah dan kurang sesuai untuk pertanian. Penyaliran air gambut melalui sistem perparitan merupakan satu kaedah penyediaan tapak yang penting untuk mengelakkan hasil tanaman ditenggelami air. Dalam konteks sains tanah dan penyusutan gambut, ia merujuk kepada tindak balas kimia di mana bahan organik dalam gambut mengalami pengoksidaan yang dikaitkan dengan pemecahan sebatian organik dengan kehadiran oksigen. Dalam kes tanah gambut, pengoksidaan yang dipercepatkan menyumbang kepada penguraian bahan organik, mengakibatkan pelepasan karbon dioksida serta penyusutan gambut. Kehilangan gambut daripada proses ini menyebabkan degradasi tanah dan menjejaskan aktiviti pertanian di kawasan tersebut untuk jangka masa panjang.

Di kawasan yang memerlukan penggunaan jentera berat, pemampatan tanah gambut dijalankan untuk membaiki struktur fizikal seperti meningkatkan ketumpatan pukal dan mengurangkan keliangan tanah gambut. Perkara ini juga meningkatkan pereputan lanjutan yang diikuti dengan penyatuan (consolidation) dan penyusutan gambut.

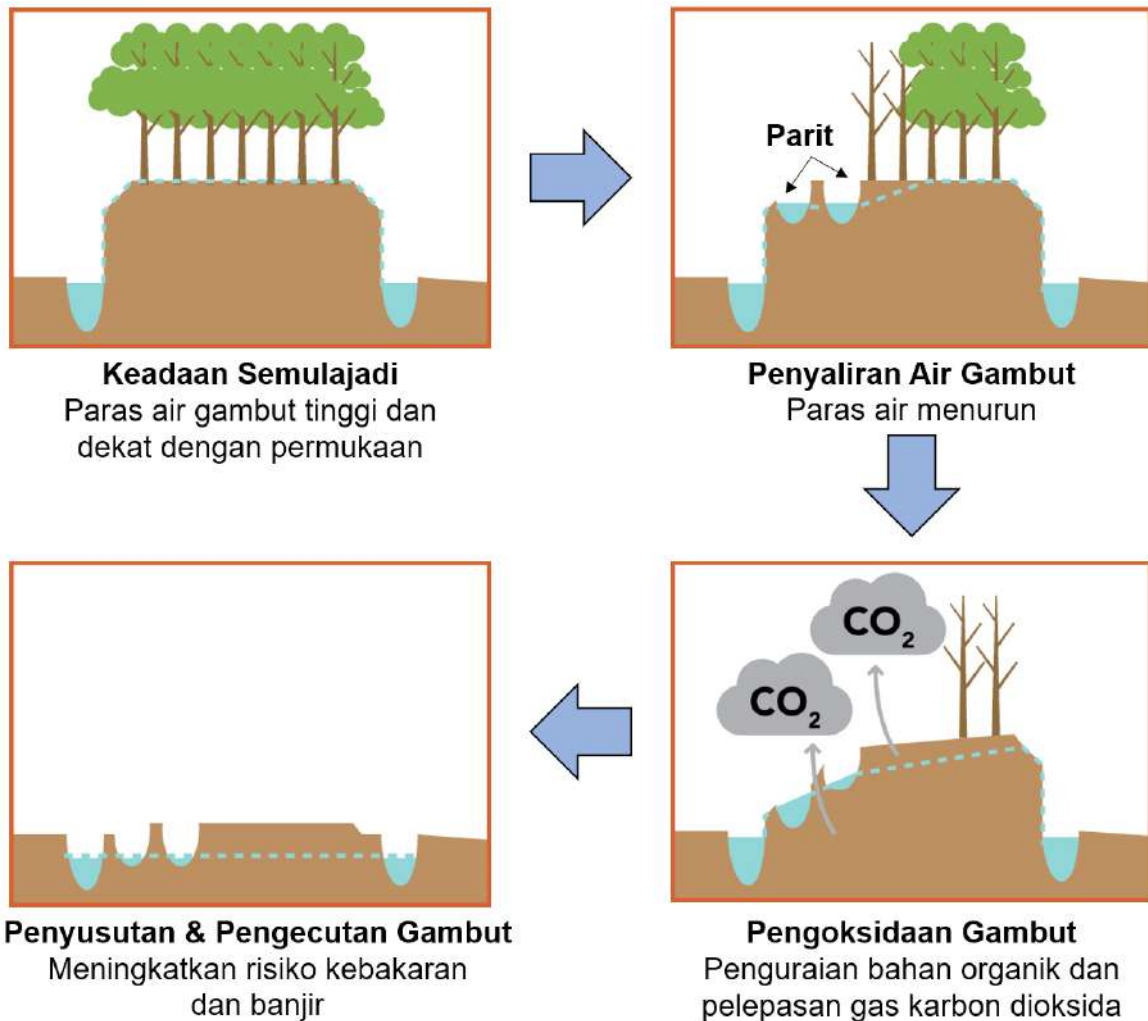


Rajah 2.7: Penyusutan tanah gambut di kawasan pertanian Johan Setia, Selangor yang boleh dilihat pada paras penurunan tanah dari pencawang elektrik Tenaga Nasional Berhad (TNB) sehingga lapisan tanah gambut yang diusahakan dengan tanaman ubi sarek (elephant-foot yam).

Jadual 2.6: Proses yang terlibat dalam penyusutan tanah gambut.

Tiga (3) Proses Penyusutan Tanah Gambut		
Konsolidasi (Consolidation)	Pengoksidaan (Oxidation)	Pengecutan (Shrinkage)
<ul style="list-style-type: none"> • Pemasangan mekanikal tepu kekal. • Penurunan air dalam tanah gambut (bahan organik). • Penurunan daya apungan tanah gambut. 	<ul style="list-style-type: none"> • Pengurangan isi padu tanah gambut di atas paras air kerana penguraian biokimia. • Membawa kepada kehilangan tanah gambut (bahan organik) dalam bentuk CO₂, asid dan zarah organik. 	<ul style="list-style-type: none"> • Pengurangan isi padu tanah gambut di atas paras air akibat kehilangan air.
<p>i. Saliran gambut: Lapisan atas tanah teroksida dan terurai secara perlahan yang membawa kepada pengecutan bahan organik dan penyusutan permukaan tanah gambut.</p> <p>ii. Penyusutan awal disebabkan oleh penyatuan dan kehilangan daya apungan.</p> <p>iii. Penyusutan berikutnya disebabkan oleh pengoksidaan dan pengecutan di mana kadar penyusutan lazimnya stabil antara 2-5 cm setahun bergantung kepada rejim pengurusan air tanah gambut semasa.</p>		

Sumber: Choo (2022)

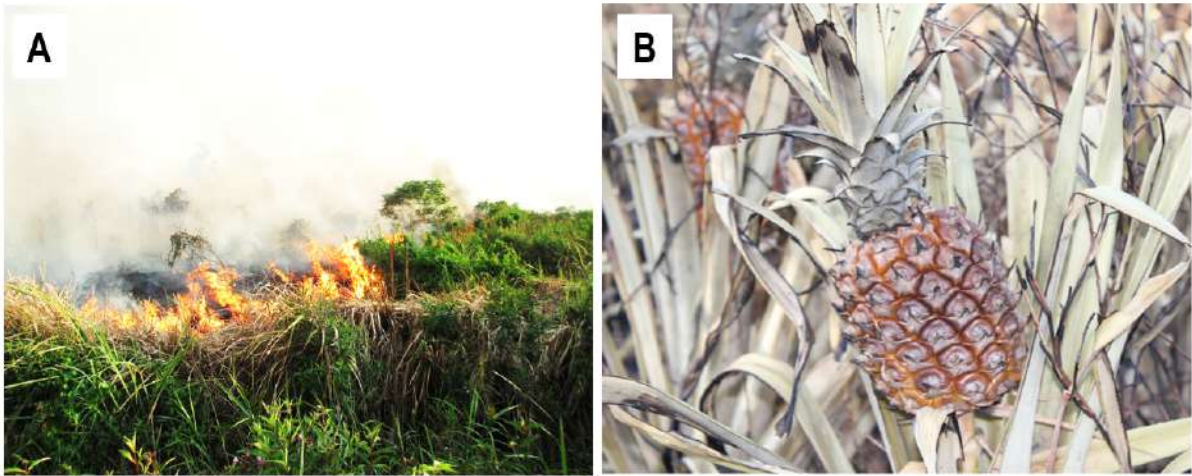


Rajah 2.8: Tanah gambut yang dikeringkan melalui penyaliran air gambut yang berlebihan akan mengalami konsolidasi, pengoksidaan dan pengecutan yang meningkatkan risiko kebakaran (Sumber: Diubahsuaikan daripada Vernimmen & Hooijer, 2013).

2.7.2 Kebakaran Tanah Gambut

Pembakaran tanah gambut dianggap sebagai kaedah pembersihan dan penyediaan tapak pertanian yang mudah dan murah oleh golongan petani. Aktiviti pembinaan parit tanpa kawalan untuk tujuan pertanian juga menyebabkan penyahairan manakala tanah gambut yang terdedah pula akan teroksidasi dan menyebabkan ia mudah untuk mereput dan terbakar.

Petani yang mengusahakan tanaman jenis umbi tidak terkecuali daripada mempraktikkan pembakaran tanah gambut untuk menyingkirkan anai-anai dan makhluk perosak lain yang boleh menyerang hasil tanaman mereka. Faktor alam seperti cuaca panas, musim kemarau, peralihan angin dan kitaran *El Niño* memainkan peranan penting dalam merebakkan api yang dicetuskan ke tanah gambut. Selain mengakibatkan kehilangan tanah, asap daripada kebakaran yang tidak dapat dikawal juga menjejaskan hasil tanaman dan meningkatkan pencemaran alam sekitar.



Rajah 2.9: Kebakaran tanah gambut: (A) Pembakaran ketika pembersihan kawasan menjadi pilihan kerana mudah dan murah dan (B) Api yang tidak dapat dikawal merebak ke kawasan tanaman bersebelahan (seperti nanas) dan menjejaskan hasil penanaman serta merugikan petani lain.

2.7.3 Banjir

Keliangan yang tinggi menjadikan tanah gambut sebagai penyerap dan penyimpan air yang baik. Ia mampu menampung kapasiti air secara optimum untuk mengawal banjir secara semula jadi dengan menstabilkan paras air. Pada musim kemarau, air simpanan mengalir keluar secara beransur-ansur ke sistem perparitan bagi penstabilan sistem tersebut. Pada musim hujan, proses penyusutan merupakan salah satu faktor berlakunya kejadian banjir apabila tanah gambut tidak dapat menampung tambahan kapasiti air.

Selain itu, proses eutrofikasi yang berlaku disebabkan penggunaan baja yang tinggi meningkatkan kepadatan tumbuhan akuatik di parit perimeter dan sekunder. Perkara ini menghalang pergerakan air dalam parit dan menyebabkan limpahan air ke kawasan pertanian pada musim hujan.



Rajah 2.10: Kejadian banjir di kawasan pertanian di tanah gambut, Johan Setia: (A) Hampir keseluruhan kawasan tanah gambut ditenggelami air semasa banjir yang berlaku bagi tempoh 4-5 hari (10-15 November 2022); (B-C) Saliran air terhalang disebabkan oleh tumbuhan akuatik yang mengganggu sistem pengaliran air keluar dari kawasan pertanian pada musim hujan di Johan Setia.

2.7.4 Keperluan Garis Panduan Pengurusan Pertanian di Tanah Gambut Sedia Ada

Secara umum, petani dan pengusaha tani biasanya mempunyai pemahaman teknikal yang terhad tentang sifat fizik dan kimia tanah gambut yang memberi kesan kepada pengurusan pertanian di tanah gambut. Justeru, adalah menjadi keperluan mendesak untuk menyediakan satu garis panduan khusus yang boleh dijadikan rujukan dalam menguruskan aktiviti pertanian di tanah gambut dan secara tidak langsung menyumbang kepada pengurusan tanah gambut yang mampan di kalangan petani.

3. KESESUAIAN TANAH-TANAMAN UNTUK AKTIVITI PERTANIAN DI TANAH GAMBUT SEDIA ADA

Tanah gambut merupakan tanah yang memerlukan tindakan pemulihan tahap kesuburan dan pemuliharaan tanah yang intensif bagi aktiviti pertanian. Penentuan kesesuaian tanah-tanaman di tanah gambut dipengaruhi oleh beberapa kriteria yang terdiri daripada:

- a) Ciri tanah gambut seperti ketebalan dan jenis lapisan organik, kekayuan, nilai pH tanah, kedalaman ke lapisan bawah tanah mineral dan jenisnya serta kelas saluran tanah;
- b) Jenis tanaman berdasarkan zon pengakaran dan pusingan tanaman; dan
- c) Pengaruh iklim seperti musim hujan, cuaca panas dan kering.

Penilaian tanah (sifat fizik dan kimia) dan kajian lapangan perlu dijalankan untuk menentukan kesesuaian tanaman di tanah gambut berdasarkan faktor penghalang kepada pertumbuhan tanaman. Sebahagian daripada faktor ini telah dihuraikan berpandukan kepada *Soil-Crop Suitability Classification for Peninsular Malaysia* (Wong, 2009) dan *Handbook Penyiasatan dan Penilaian Tanah Edisi 2020* (Jabatan Pertanian, 2020a) yang telah diadaptasikan berdasarkan kesesuaian tanah gambut untuk pertanian.

Kesesuaian tanaman di tanah gambut disediakan seperti di Jadual 3.1 berdasarkan kepada penilaian umum yang mengambil kira ciri tanah gambut, jenis tanaman dan pengaruh iklim serta keperluan tanaman.

Jadual 3.1: Keperluan tanaman di tanah gambut berdasarkan ciri tanah gambut, jenis tanaman dan pengaruh iklim.

Tanaman	Jenis	Zon Pengakaran (cm)	Pusingan Tanaman	Ketebalan Gambut (cm)	Pembajaan	Iklim
Tanaman Sayur-Sayuran						
Bayam [<i>Amaranthus spp.</i>]	Sayur	<25	1 bulan	a) Bahan Saprik: • 0-50 cm: Bukan halangan • 50-100 cm: Halangan kecil • >100 cm: Halangan sederhana	• NPK 15:15:15 - 0.7 tan/ha (per musim)	• 23-35°C • Tidak sesuai di kelembapan yang terlampau tinggi
Bendi [<i>Abelmoschus esculentus (L.) Moench</i>]	Kekacang	25-50	4 bulan	b) Bahan Hemik/Fabrik • 0-50 cm: Halangan kecil • 50-100 cm: Halangan sederhana • >100 cm: Halangan serius	• NPK 12:12:17:2MgO+TE - 1.2 tan/ha (per musim) • Bahan organik/kompos	• 24-32° • Cahaya matahari berterusan • 300 mm keperluan air semusim
Cili [<i>Capsicum annuum L.</i>]	Sayur	25-50	6 bulan		• NPK 12:12:17:2MgO+TE - 1.2 tan/ha (per musim) • Bahan organik/kompos	• 20-30°C
Jagung Sayur [<i>Zea mays L.</i>]	Sayur Berbuah	25-50	3 bulan		• NPK 12:12:17:2MgO+TE - 250 kg/ha (1 hari sebelum tanam) • Urea 46% - 210 kg/ha • NPK 12:12:17:2MgO+TE - 250 kg/ha (30 hari selepas tanam)	• 22-33°C • 40-80% kelembapan • 500-800 mm keperluan air semusim.
Kacang Buncis [<i>Phaseolus vulgaris (L.)</i>]	Kekacang	25-50	3 bulan		• NPK 12:12:17:2MgO+TE - 0.7 tan/ha (per musim)	• 25-35°C • 168 mm keperluan air sebulan
Kacang Panjang [<i>Vigna sesquipedalis (L.)</i>]	Kekacang	25-50	3 bulan		• NPK 12:12:17:2MgO+TE - 0.7 tan/ha (per musim)	• 20-30°C • 138-168 mm keperluan air sebulan.
Kailan [<i>Brassica alboglabra L.</i>]	Sayur	<25	40 – 45 hari		• NPK 15:15:15 - 1 tan/ha (hari ke-10, ke-20 dan ke-32 selepas penanaman) • Bahan organik/kompos	• 23-35°C • Kelembapan yang tinggi

Tanaman	Jenis	Zon Pengakaran (cm)	Pusingan Tanaman	Ketebalan Gambut (cm)	Pembajaan	Iklim
Kangkung [Ipomoea spp.]	Sayur	<25	1 bulan	a) Bahan Saprik: • 0-50 cm: Bukan halangan • 50-100 cm: Halangan kecil • >100 cm: Halangan sederhana b) Bahan Hermik/Fabrik • 0-50 cm: Halangan kecil • 50-100 cm: Halangan sederhana • >100 cm: Halangan serius	<ul style="list-style-type: none"> NPK 15:15:15 - 0.7 tan/ha (per musim) 	<ul style="list-style-type: none"> 23-35°C Kelembapan yang tinggi
Labu Manis [Cucurbita moschata]	Sayur	25-50	3 bulan		<ul style="list-style-type: none"> NPK 12:12:17:2MgO+TE (200 kg sebelum tanam dan hari ke-10, ke-40 dan ke-60 selepas penanaman) Bahan organik/kompos - 4 tan (batas) 	<ul style="list-style-type: none"> 25-35°C pada waktu siang dan 18-22°C pada waktu malam 380 mm keperluan air semusim
Peria [Momordica charantia (L.)]	Sayur	25-50	4 bulan		<ul style="list-style-type: none"> NPK 12:12:17:2MgO+TE - 1.2 tan/ha (per musim) Bahan organik/kompos 	<ul style="list-style-type: none"> 168 mm keperluan air sebulan 20-35°C Cahaya matahari yang cukup
Petola Segi [Luffa acutangula]	Sayur	25-50	4 bulan		<ul style="list-style-type: none"> NPK 12:12:17:2MgO+TE - 1.25 tan/ha (per musim) 	<ul style="list-style-type: none"> 23-32°C 550-670 mm keperluan air semusim
Sawi [Brassica sp.]	Sayur	<25	1 bulan		<ul style="list-style-type: none"> NPK 15:15:15 - 1 tan/ha (per musim) Bahan organik/kompos 	<ul style="list-style-type: none"> 23-35°C Teima hujan yang mencukupi
Terung [Solanum melongena]	Sayur Berbuah	25-50	6 bulan		<ul style="list-style-type: none"> NPK 12:12:17:2MgO+TE - 2 tan/ha (per musim) 	<ul style="list-style-type: none"> 25-35°C 340-515 mm keperluan air semusim
Timun [Cucumis sativus Linn]	Sayur	25-50	3 bulan		<ul style="list-style-type: none"> Bahan organik/kompos - 1 tan/ha (per musim) NPK 12:12:17:2MgO+TE - 2 tan/ha (per musim) 	<ul style="list-style-type: none"> 18-35°C 300 mm keperluan air semusim
Tomato [Lycopersion lycopersicum (L.)]	Sayur Berbuah	25-50	6 bulan		<ul style="list-style-type: none"> NPK 12:12:17:2MgO+TE - 2 tan/ha (per musim) 	<ul style="list-style-type: none"> 18-32°C 460 mm keperluan air semusim

Tanaman	Jenis	Zon Pengakaran (cm)	Pusingan Tanaman	Ketebalan Gambut (cm)	Pembajaan	Iklim
Tanaman Herba dan Rempah-Ratus						
Halia [<i>Zingiber officinale</i>]	Rempah Ratus	25-50	35 hari	a) Bahan Saprik: <ul style="list-style-type: none"> 0-50 cm: Bukan halangan 50-100 cm: Halangan kecil >100 cm: Halangan sederhana 	<ul style="list-style-type: none"> Bahan organik/kompos <ul style="list-style-type: none"> 3-5 tan/ha (seminggu sebelum menanam) NPK 12:12:17:2MgO+TE <ul style="list-style-type: none"> 300 kg (hari ke-24, ke-56, ke-84, ke-112 dan ke-140 selepas tanam) 	<ul style="list-style-type: none"> 24-32°C Hujan tahunan 750-1,000 mm Cahaya matahari penuh
Halia Bara [<i>Zingiber officinale</i> var. <i>rubrum</i> Theilade]	Rempah Ratus	25-50	42-56 hari	b) Bahan Hemik/Fabrik <ul style="list-style-type: none"> 0-50 cm: Halangan kecil 50-100 cm: Halangan sederhana >100 cm: Halangan serius 	<ul style="list-style-type: none"> Bahan organik/kompos <ul style="list-style-type: none"> 3-5 tan/ha (seminggu sebelum menanam) NPK 12:12:17:2MgO+TE <ul style="list-style-type: none"> 300 kg (hari ke-24, ke-56, ke-84, ke-112 dan ke-140 selepas tanam) 	<ul style="list-style-type: none"> 16-28°C Tahan ketegasan dan kekurangan air ketika kemarau
Hempedu Bumi [<i>Andrographis paniculata</i> Burm.f.]	Herba	25-50	49-70 hari		<ul style="list-style-type: none"> NPK 8:8:8 <ul style="list-style-type: none"> 750 kg/ha (minggu ke-6 selepas tanam) Bahan organik/kompos <ul style="list-style-type: none"> 5-20 tan/ha Kombinasi biochar (15 tan/ha) dan baja organik tandan sawit kosong (EFB, 10 tan/ha) 	<ul style="list-style-type: none"> Hujan tahunan 1,500-2,000 mm
Kantan [<i>Etilingera elatior</i>]	Herba	25-50	270 hari		<ul style="list-style-type: none"> NPK 12:12:17:2MgO+TE <ul style="list-style-type: none"> 30 g/rumpun (bulan ke-5), 70 g/rumpun (bulan ke-7), 100 g/rumpun (bulan ke-9) dan 125 g/rumpun (bulan ke-12) Bahan organik/kompos - 1 kg/rumpun (bulan ke-4) dan 500 g/rumpun (bulan ke-15). 	<ul style="list-style-type: none"> Suhu 24-33°C Hujan tahunan 1,800-2,200 mm

Tanaman	Jenis	Zon Pengakaran (cm)	Pusingan Tanaman	Ketebalan Gambut (cm)	Pembajaan	Iklim
Rosel [<i>Hibiscus sabdariffa</i> L.]	Herba	25-50	55-60 hari	a) Bahan Saprik: <ul style="list-style-type: none"> • 0-50 cm: Bukan halangan • 50-100 cm: Halangan kecil • >100 cm: Halangan sederhana 	<ul style="list-style-type: none"> • NPK 15:15:15 - 10 g/pokok (20 hari selepas tanam) • NPK 12:12:17:2MgO+TE - 20 g/pokok (selepas hari yang ke-50, ke-80 dan ke10 penanaman) 	<ul style="list-style-type: none"> • 1,820 mm keperluan air semusim semasa pertumbuhan
Tongkat Ali [<i>Eurycoma longifolia</i> Jack]	Herba	25-50	1,440 hari	b) Bahan Hemik/Fabrik <ul style="list-style-type: none"> • 0-50 cm: Halangan kecil • 50-100 cm: Halangan sederhana • >100 cm: Halangan serius 	<ul style="list-style-type: none"> • NPK 15:15:6:4MgO+TE - 400 g/pokok/tahun (tahun pertama) - 800 g/pokok/tahun (tahun kedua) - 900 g/pokok/tahun (tahun ketiga) - 1200 g/pokok/tahun (tahun keempat) 	<ul style="list-style-type: none"> • 25-30°C • Hujan tahunan 200-3,000 mm
Kunyit	Rempah Ratus	25-50	210 - 300 hari		<ul style="list-style-type: none"> • NPK 12:12:17:2MgO+TE - 200 kg/ha (minggu ke-3 sebelum tanam dan minggu ke-6 selepas tanam) • Bahan organik/kompos - 3-5 tan/ha 	<ul style="list-style-type: none"> • 15-35°C • Hujan tahunan 1,000-2,000 mm
Daun Kari	Rempah Ratus	25-50	-		<ul style="list-style-type: none"> • NPK 15:15:15 - 10 g/pokok (20 hari selepas tanam) • NPK 12:12:17:2MgO+TE - 20 g/pokok (selepas hari yang ke-50, ke-80 dan ke10 penanaman) 	<ul style="list-style-type: none"> • Pendedahan matahari yang mencukupi

Tanaman	Jenis	Zon Pengakaran (cm)	Pusingan Tanaman	Ketebalan Gambut (cm)	Pembajaan	Iklim
Tanaman Industri						
Jagung Bijian [<i>Zea mays L.</i>]	Sayur Berbuah	25-50	8 0 - 1 2 0 hari	a) Bahan Saprik: • 0-50 cm: Bukan halangan • 50-100 cm: Halangan kecil • >100 cm: Halangan sederhana b) Bahan Hemik/Fabrik • 0-50 cm: Halangan kecil • 50-100 cm: Halangan sederhana • >100 cm: Halangan serius	• NPK 15:15:15 - 200 kg/ha (10 hari selepas tanam)	• 27-32°C • Hujan tahunan 500-800 mm
Tanaman Ladang/ Kontan						
Keledek [<i>Pomoea batatas L.</i>]	Umbisi	25-50	9 0 - 1 5 0 hari	a) Bahan Saprik: • 0-50 cm: Bukan halangan • 50-100 cm: Halangan kecil • >100 cm: Halangan sederhana b) Bahan Hemik/Fabrik • 0-50 cm: Halangan kecil • 50-100 cm: Halangan sederhana • >100 cm: Halangan serius	• NPK 12:12:17:2MgO+TE - 1:1 tan/ha (per musim) • Bahan organik/kompos - 4 tan/ha (sebelum menanam) • NPK 12:12:17:2MgO+TE - 300 kg/ha selepas hari ke-20, ke-40, ke-60 dan ke-80 penanaman	• 24-32°C • 750-1,000 mm keperluan air setahun • 21-30°C • Hujan tahunan 500-1,500 mm
Sengkuang [<i>Pachyrhizus erosus</i>]	Umbisi	25-50	1 2 0 - 1 5 0 hari			
Keladi [<i>Colocasia esculenta</i>]	Umbisi	25-50	2 7 4 - 3 6 5 hari		• NPK 12:12:17:2MgO+TE - 300 kg/ha	-
Ubi Kayu [<i>Manihot esculenta</i>]	Umbisi	25-50	>210 hari		• NPK 12:12:17:2MgO+TE - 450-750 kg/ha	• 24-32°C • Hujan tahunan 100-150 mm

Tanaman	Jenis	Zon Pengakaran (cm)	Pusingan Tanaman	Ketebalan Gambut (cm)	Pembajaan	Iklim
Tanaman Buah-Buahan						
Nanas [<i>Ananas comosus</i>]	Buah Bermusim	Tidak <75	390 hari	a) Bahan saprik • 0-50 cm: Sesuai • 50-75 cm: Sederhana sesuai	<ul style="list-style-type: none"> Baja foliar - zink sulfat, 0.5 kg, ferus sulfat 0.25 kg, kuprum sulfat 0.5 kg, hydrated lime 8.0 kg, air 225 L (bulan pertama dan ke-4) NPK 30:1:32, 500 kg/ha (bulan ke-3, ke-6 dan ke-9) 	<ul style="list-style-type: none"> 30°C Hujan tahunan 500-3,000 mm (1,250 mm keperluan air setahun adalah optimum)
Pisang [<i>Musa paradisiaca</i> Linn.]	Buah Bermusim	Tidak >50	240 - 360 hari		<ul style="list-style-type: none"> NPK 15:15:15 - 60-150 g/pokok bagi setiap bulan untuk tahun pertama dan 150-180 g/pokok bagi bulan ke-15, ke-18, ke-21 dan ke-24. 	<ul style="list-style-type: none"> 25-30°C Cahaya yang terbuka 1,000-2,000 mm keperluan air setahun

Sumber: i. Pengesyoran kesesuaian tanaman di tanah gambut disenaraikan berdasarkan maklumat yang diperolehi daripada kajian lapangan dan soal selidik yang dilaksanakan di kawasan pertanian di tanah gambut.

ii. Cerapan data bagi keperluan tanaman seperti yang terkandung dalam Jadual 3.1 adalah berdasarkan Pakej Teknologi Penanaman bagi setiap tanaman tersebut oleh Jabatan Pertanian serta rujukan lain seperti Amir & Sobri (2013), Jabatan Pertanian (2020a), Jabatan Pertanian (2020d), Wong (2009) dan Yakup et al. (2009).

3.1 Ciri Tanah Gambut

3.1.1 Ketebalan Lapisan Organik

Kehadiran lapisan fibrik (belum atau kurang reput) dan hemik (separa reput) yang tebal (>100 cm) merupakan halangan yang serius kepada pertumbuhan tanaman. Bahagian organik yang tidak terurai di permukaan tanah gambut akan menghalang penyerapan nutrien. Sebaliknya jika bahan saprik tebal, ianya tidak lagi dianggap sebagai halangan yang serius, malahan kelebihan bagi tanaman tertentu seperti sayur-sayuran, umbisi, nanas, jagung dan lain-lain. Jadual 3.2 menerangkan darjah halangan bagi ketebalan tanah gambut.

Jadual 3.2: Darjah halangan bagi ketebalan tanah gambut

Ketebalan gambut (cm)	0–50	50–100	>100
Bahan gambut saprik	Bukan Halangan	Kecil	Sederhana
Bahan gambut fibrik/ hemik	Kecil	Sederhana	Serius

Sumber: Jabatan Pertanian (2020a)

3.1.2 Kekayuan

Kehadiran kayu separa reput atau tidak reput di tanah gambut merupakan halangan kepada pertumbuhan akar tanaman. Tahap halangan kekayuan dinilai dengan kaedah mencucuk fibre *glass utility probe* atau batang besi dan seumpamanya sehingga kedalaman 150 cm sebanyak sepuluh kali dalam radius sepuluh meter. Sekiranya 5 daripada 10 kali cucukan terdapat kayu maka ia dianggap sebagai halangan. Sekiranya kurang daripada 5 kali, ia tidak dianggap sebagai halangan. Perkara ini juga perlu diambil kira untuk menganggarkan kapasiti tenaga kerja, kos dan tempoh masa yang diperlukan untuk menjalankan aktiviti pembersihan tapak penanaman di tanah gambut. Jadual 3.3 menerangkan darjah keseriusan kehadiran kayu berdasarkan tahap kedalaman tanah.

Jadual 3.3: Ukuran halangan kehadiran kayu.

Kedalaman kepada kekayuan dari permukaan tanah (cm)	Darjah Keseriusan (Degree of Severity)
0–50	Sangat Serius
50–100	Serius
100–150	Sederhana
>150	Kecil

Sumber: Jabatan Pertanian (2020a)

Kaedah penggunaan *peat auger* boleh dirujuk pada Bahagian 7 (Peralatan Penyiasatan Tanah) dalam *Handbook Penyiasatan dan Penilaian Tanah Edisi 2020* yang diterbitkan oleh Jabatan Pertanian (Jabatan Pertanian, 2020a).

3.1.3 Nilai pH

Nilai pH menunjukkan kepekatan ion hidrogen (H^+) dalam tanah. Keasidan tanah meningkat disebabkan oleh kepekatan ion hidrogen yang tinggi dalam tanah dan ia boleh dikenal pasti melalui pengukuran nilai pH tanah. Di lapangan, meter pH digunakan untuk mengukur nilai pH tanah. Tanah gambut bersifat berasid dan mempunyai pH yang sangat rendah (<4.0).

Julat pH optimum untuk ketersediaan nutrien tanaman yang baik adalah antara 5.5 dan 6.5. Tanah yang sangat berasid atau pH kurang daripada 5.5 akan menyebabkan ketersediaan nutrien berkurangan yang mengakibatkan tanaman tidak dapat mengambil nutrien daripada tanah. Kebanyakan penyakit tumbuhan juga berpunca daripada pH tanah yang rendah apabila tumbuhan tidak dapat menyerap nutrien secara optimum. Tanah yang berasid boleh menjejaskan aktiviti mikrob di dalam tanah yang menyumbang kepada kitaran nutrien dan sebagainya untuk tumbesaran tanaman. Oleh yang demikian, pengapuran penting untuk tanah gambut bagi meningkatkan pH di samping meningkatkan keupayaan pertukaran kation (KPK) dan ketersediaan nutrien tanaman.

3.1.4 Kedalaman ke Lapisan Asid Sulfat

Sebahagian tanah gambut mempunyai bahan asid sulfat di lapisan substratum yang dikenali sebagai horizon sulfurik. Ia terdapat di tanah lanar laut dan mempunyai bacaan $pH < 3.5$. Lapisan ini boleh dikenal pasti dengan kehadiran arau jarosit. Asid sulfat boleh mempengaruhi pH tanah, ketersediaan nutrien dan pertumbuhan tanaman. Memantau dan mengurus kedalaman lapisan asid sulfat adalah penting untuk pertanian di tanah gambut secara mampan.

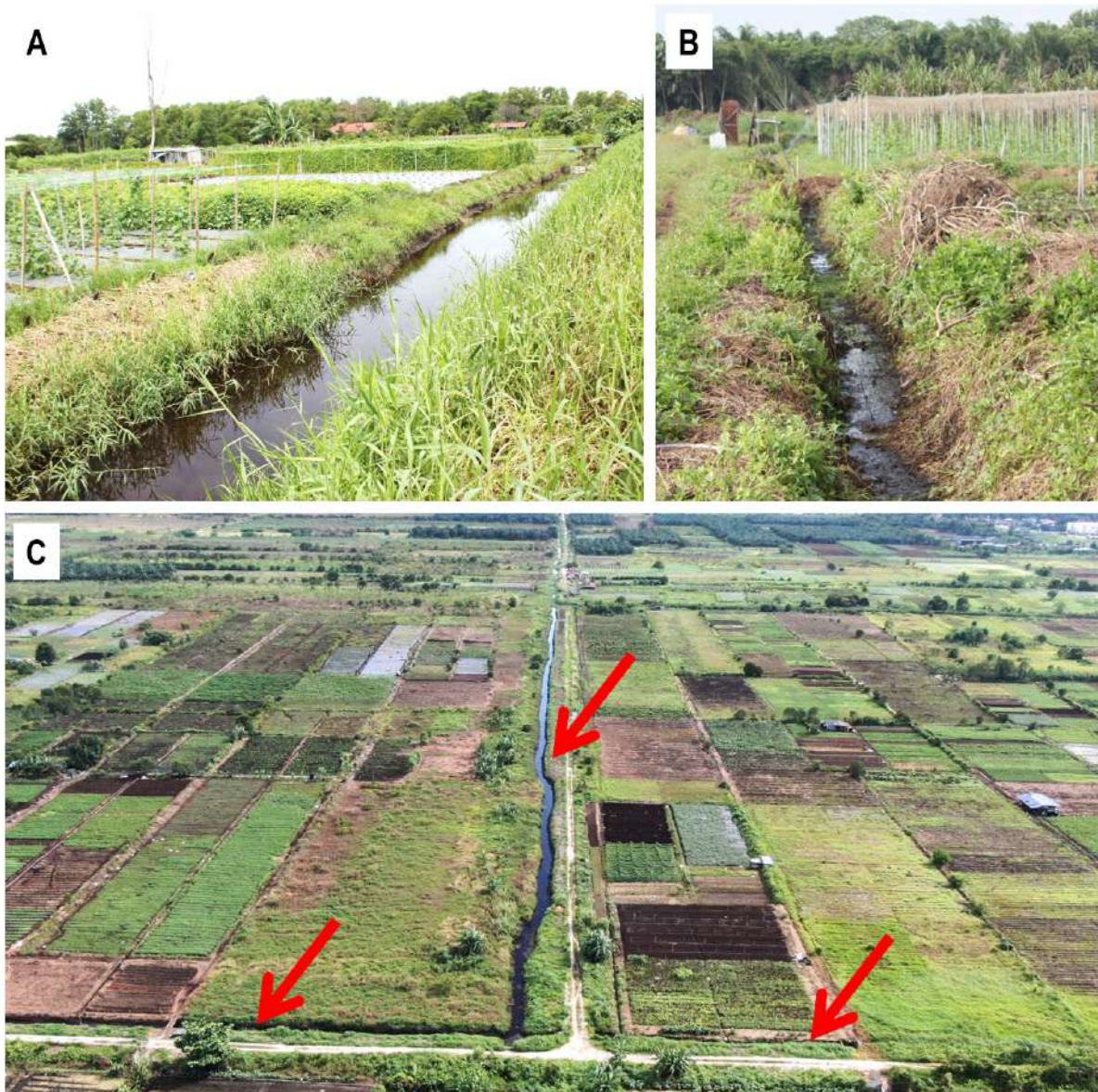


Rajah 3.1: Pembinaan parit untuk menyalirkan keluar air gambut dari tapak penanaman mendedahkan lapisan asid sulfat dan meningkatkan keasidan tanah dan air.

3.1.5 Saliran dan Paras Air

Saliran merujuk kepada tahap kelembapan tanah (paras air) dan kadar kepantasan tanah dapat mengalirkan air. Terdapat 10 kelas saliran yang digunakan oleh Jabatan Pertanian daripada tersangat kurang salir (0) hingga tersangat salir (9). Tanah gambut lazimnya terendam air dan paras air gambut juga berubah mengikut keadaan musim hujan dan kering. Dalam keadaan semula jadinya atau dengan gangguan yang sangat minimum, tanah gambut dikategorikan sebagai tersangat kurang salir ke agak tersangat kurang salir (Kelas 0-1). Manakala, ia adalah tak sempurna salir ke agak tak sempurna salir (Kelas 4-5) apabila dibina dan diurus sistem perparitan yang baik.

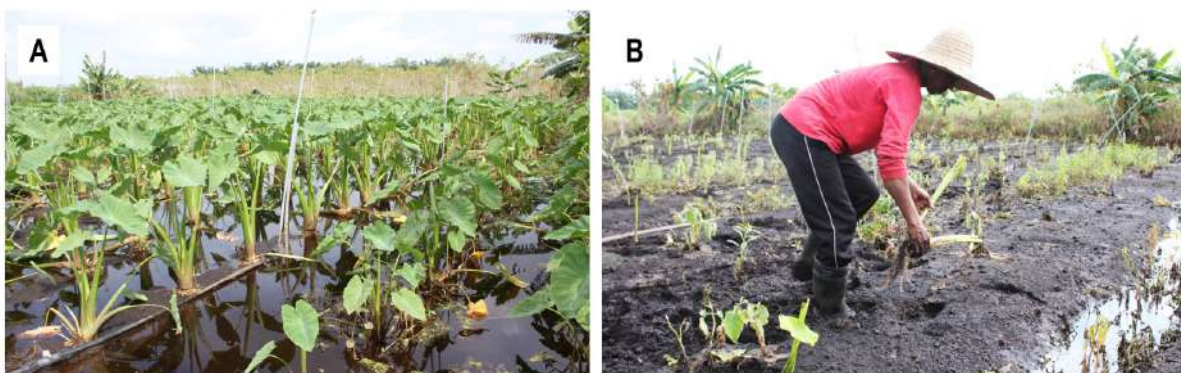
Paras air yang berada di atas permukaan tanah atau kawasan yang ditenggelami air adalah sangat tidak sesuai untuk penanaman dan perkembangan tanaman. Oleh yang demikian, sistem perparitan yang mampan perlu diwujudkan untuk mengawal paras air dalam tanah gambut sebelum melaksanakan sebarang aktiviti pertanian di tanah gambut. Kebiasaannya, pengawalan paras air gambut pada kedalaman 50 cm daripada permukaan tanah dicadangkan untuk jenis tanaman singkat masa.



Rajah 3.2: Pembinaan sistem perparitan di mana parit sekunder (A-B) yang menakung air daripada tapak pertanian menyalurkannya ke parit perimeter (C) untuk mengawal paras air gambut bagi pengurusan aktiviti pertanian di tanah gambut.

3.2 Pengaruh Iklim

Bagi pertanian di tanah gambut, faktor musim seperti musim hujan dan peralihan angin monsun perlu diambil kira untuk menentukan kesesuaian jenis tanaman singkat masa untuk mengelakkan kemusnahan hasil pertanian semasa banjir. Pemerhatian lapangan di kawasan pertanian tanah gambut di Johan Setia, Selangor menunjukkan bahawa hanya sesetengah jenis tanaman seperti keladi (*Colocasia esculenta*) dan kangkung (*Ipomoea spp.*) mampu bertahan dalam keadaan banjir yang berlaku untuk tempoh masa singkat. Justeru, keberhasilan jenis tanaman yang boleh hidup di kawasan yang ditenggelami air perlu dinilai semula untuk ditanam di tanah gambut pada waktu musim hujan ataupun semasa peralihan angin monsun timur laut.



Rajah 3.3: Pemilihan jenis tanaman di tanah gambut mengikut perubahan musim: (A) Keadaan tanaman keladi yang mampu bertahan keadaan banjir yang berlaku selama empat hingga enam hari pada bulan Oktober 2022 di Johan Setia, Selangor; (B) Petani sedang menanam anak benih keladi selepas kejadian banjir di Johan Setia sementara menunggu paras air gambut menurun dengan serta merta bagi menjalankan penanaman seterusnya.

3.3 Jenis Tanaman

Jenis tanaman yang dicadangkan di tanah gambut adalah berdasarkan:

3.3.1 Zon Pengakaran

Tanah gambut mempunyai pegangan akar yang sangat lemah. Tanaman yang berakar panjang boleh condong dan seterusnya tumbang kerana akar tidak dapat memegang tanah dengan kuat. Tanaman yang berakar panjang juga mudah rosak jika terendam di dalam air di kawasan tanah gambut yang mempunyai paras air tinggi. Justeru, jenis tanaman yang mempunyai sistem pengakaran cetek seperti tanaman singkat masa sesuai ditanam di tanah gambut.

3.3.2 Tempoh Pusingan Tanaman

Tempoh pusingan yang pendek bagi sesuatu tanaman berdasarkan jangka masa kematangan dan pengutipan hasil adalah penting untuk mengenal pasti jenis tanaman yang sesuai untuk ditanam di tanah gambut. Lazimnya, tanaman singkat masa seperti sayuran yang mempunyai tempoh masa kematangan dan pengutipan hasil yang pendek sesuai ditanam di tanah gambut, berbanding tanaman jangka masa panjang yang memerlukan tempoh masa lama untuk mengutip hasil dan mudah terjejas semasa banjir atau kebakaran.

4. PENGURUSAN PERTANIAN DI TANAH GAMBUT

Tanah gambut adalah tidak subur dalam keadaan asalnya dan memiliki kandungan nutrien makro dan mikro yang sangat rendah dalam tanah. Namun ia dihuraikan sebagai tanah 'berpotensi sederhana sesuai' yang mempunyai banyak halangan bagi aktiviti pertanian. Halangan ini dapat diatasi melalui pelaksanaan Amalan Pertanian Baik dan pengurusan tanah gambut secara mampan.

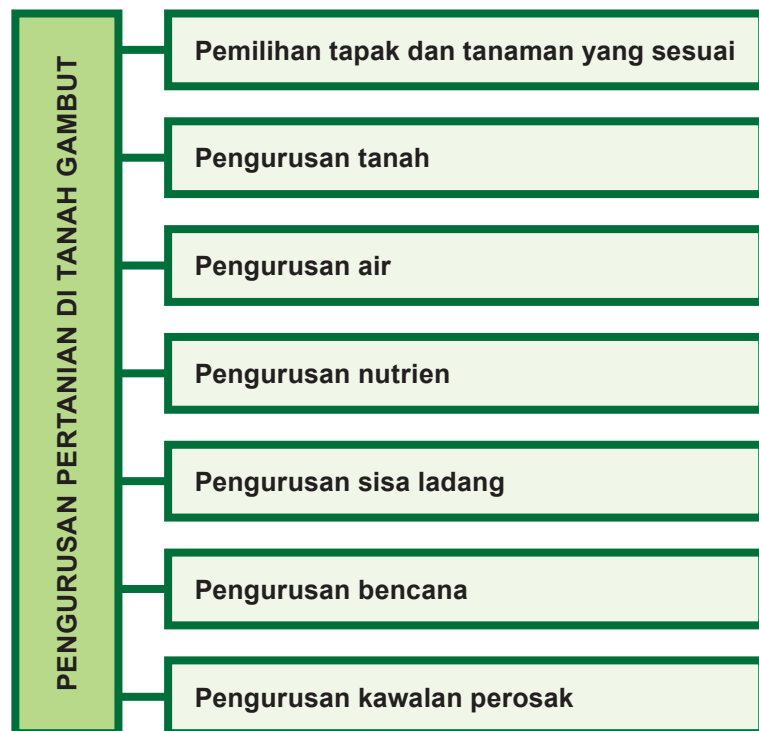
Aktiviti pertanian di tanah gambut yang tidak mampan ternyata memberi pelbagai kesan buruk kepada produktiviti tanaman dan menjejaskan alam sekitar. Justeru, amalan agronomi yang menerapkan prinsip

Amalan Pertanian Baik perlu diterima pakai dan dilaksanakan secara berkesan untuk memastikan ketersediaan sumber tanah dan aset lain bagi meningkatkan produktiviti dan hasil pertanian serta pendapatan petani tempatan secara mampan. Di samping itu, amalan agronomi perlu dititikberatkan dalam pemuliharaan tanah gambut yang juga akan membantu meningkatkan kesuburan tanah tersebut.

Panduan pengesyoran amalan agronomi di tanah gambut adalah berdasarkan beberapa komponen utama yang terdiri daripada pemilihan tapak dan tanaman yang sesuai, pengurusan tanah, pengurusan air, pengurusan nutrien, pengurusan kawalan perosak, pengurusan sisa ladang dan pengurusan bencana yang sesuai dan mampu dilaksanakan oleh petani secara mesra alam. Pengesyoran amalan agronomi bagi pengurusan pertanian yang mampan di tanah gambut adalah seperti di Rajah 4.1.

4.1 Pemilihan Tapak Pertanian dan Tanaman yang Sesuai

- a) Segala aktiviti pertanian **hanya dibenarkan untuk beroperasi di kawasan pertanian tanah gambut sedia ada iaitu di kawasan yang telah diusahakan atau dibangunkan.** Aktiviti pertanian mampan yang mempraktikkan Amalan Pertanian Baik dibenarkan di KSAS Tahap 3 di tanah gambut seperti kebanyakan TKPM di Negeri Selangor dan sebagainya dengan pemantauan yang rapi oleh Jabatan Pertanian dan pihak berkuasa berkaitan.



Rajah 4.1: Pengesyoran amalan agronomi bagi pengurusan pertanian yang mampan di tanah gambut.

- b) **Pembukaan hutan paya gambut atau tanah gambut baharu yang dikategorikan sebagai KSAS Tahap 1 dan 2 bagi tujuan pertanian merupakan aktiviti terlarang** seperti mana dinyatakan dalam RFN 4, Garis Panduan Pemuliharaan dan Pembangunan Kawasan Sensitif Alam Sekitar (KSAS), Pelan Tindakan Tanah Gambut Kebangsaan (2011-2020) dan sebagainya.
- c) Aktiviti pertanian **sesuai untuk dijalankan di kawasan tanah gambut yang mempunyai kedalaman kurang daripada tiga (3) meter**, iaitu gambut cetek (50-100 cm) dan sederhana dalam (100-300 cm) sahaja, dengan mempraktikkan Amalan Pertanian Baik bagi memastikan pemeliharaan dan pemuliharaan sumber tanah, air dan sebagainya.
- d) Selain kedalaman tanah gambut, kesesuaian tanah gambut bagi tujuan pertanian perlu dikaji berdasarkan kehadiran lapisan fibrik dan hemik yang tebal (>100 cm) (rujuk Perkara 3.1.1) dan kayu separa reput (rujuk Perkara 3.1.2) yang dianggap sebagai halangan serius kepada pertumbuhan tanaman. Bahagian organik yang tidak terurai di permukaan tanah gambut akan menghalang penembusan akar tanaman dan penyerapan nutrien.
- e) Hanya tanaman yang sesuai untuk ditanam di tanah gambut disyorkan berpandukan kepada ciri tanah, jenis tanaman dan pengaruh iklim dengan pengurusan yang mampan bagi mengelakkan kos pengurusan yang tinggi, pulangan hasil yang rendah dan risiko bencana alam. Kesesuaian tanaman di tanah gambut boleh dirujuk di Jadual 3.1.

4.2 Pengurusan Tanah

Tanah gambut terdiri daripada bahan organik yang mempunyai risiko penyusutan apabila disalurkan secara tidak terkawal bagi tujuan pertanian. Kehilangan tanah gambut yang tinggi juga meningkatkan risiko kejadian banjir. Justeru, pengurusan tanah gambut yang mampan adalah penting untuk mengurangkan kehilangan sumber tanah dan memastikan keterjaminan sumber tanah gambut pada masa akan datang. Amalan ini pada umumnya adalah untuk menambah baik keadaan tanah gambut supaya dapat memenuhi keperluan tanaman dari segi pertumbuhan dan pengeluaran hasil. Amalan ini dilaksanakan berdasarkan halangan yang terdapat pada tanah gambut untuk menjalankan aktiviti pertanian.

Berikut adalah amalan yang perlu dilaksanakan berdasarkan halangan yang terdapat pada kawasan pertanian:

4.2.1 Pembersihan Kawasan Penanaman

- a) Aktiviti pembakaran terbuka di kawasan tanah gambut bagi tujuan pembersihan kawasan atau tujuan lain adalah **DILARANG** sama sekali. Tindakan tegas akan diambil terhadap petani dan pemilik tanah yang melakukan pembakaran terbuka seperti yang dinyatakan di bawah Seksyen 29(A), Akta Kualiti Alam Sekeliling 1974. Polisi pembakaran sifar ditetapkan di bawah Amalan Pertanian Baik dan pembakaran tanah gambut adalah dilarang dan bertentangan dengan undang-undang sedia ada.

Di bawah akta ini, terdapat peruntukan bagi larangan atas pembakaran terbuka seperti berikut:

- (1) Walau apa pun apa-apa yang berlawanan yang terkandung dalam akta ini, tiada seorang pun boleh membenarkan atau menyebabkan pembakaran terbuka di mana-mana premis.
- (2) Mana-mana orang yang melanggar subseksyen (1) adalah melakukan suatu kesalahan dan apabila disabitkan, boleh didenda tidak melebihi lima ratus ribu ringgit atau dipenjarakan selama tempoh tidak melebihi lima tahun atau kedua-duanya.

[Mas. Akta A1030 : s.3 : Pin. Akta A1102: s.4]

- b) Pembersihan kawasan boleh dilaksanakan menggunakan kaedah manual atau separa manual. Kaedah mekanisasi yang melibatkan penggunaan jentera berat seperti traktor dan jentolak tidak sesuai digunakan bagi tujuan pembersihan tapak disebabkan nilai keupayaan galas (bearing capacity) tanah gambut yang sangat rendah (0.15-0.25 MPa), kecuali bagi tanah gambut yang telah dimampat. Sesuatu kawasan perlu mempunyai keupayaan galas lebih daripada 0.3 MPa untuk penggunaan mekanisasi dengan traktor beroda biasa (Abdul Rani & Ahmad Sayuti, 2021). Hal ini menjadikan tanah ini tidak dapat menyokong atau menampung berat traktor dan jentera.

Jadual 4.1: Kaedah pembersihan kawasan pertanian di tanah gambut mengikut kesesuaian setempat.

Kaedah	Deskripsi	Peralatan	Kesesuaian
Manual	<ul style="list-style-type: none"> • Tenaga manusia & peralatan yang tidak bermotor. • Tenaga manusia ↑ • Masa ↑ • Kos ↓ 	Cangkul, Tajak, Parang, Kapak, Gergaji dan Peralatan Kecil.	Sesuai
Separa Manual	<ul style="list-style-type: none"> • Tenaga manusia & peralatan bermotor ringan dan mudah alih. • Tenaga manusia ↑ • Kos ↑ • Masa ↓ 	Cangkul, Tajak, Parang, Kapak, Gergaji, Gergaji Berantai dan Peralatan Bermotor Ringan dan Mudah Alih.	Sesuai
Mekanisasi	<ul style="list-style-type: none"> • Penggunaan jentera berat. • Kos ↑ • Tenaga manusia ↓ • Masa ↓ 	Traktor dan Jentolak.	Tidak Sesuai (kecuali tanah telah dimampat)

Nota : ↑ = Tinggi; ↓ = Rendah



Rajah 4.2: Peralatan bermotor ringan digunakan untuk menyediakan tapak penanaman di tanah gambut bagi mengelakkan pemendapan tanah.

- c) Tunggul dan akar kayu yang belum reput atau sisa batang pokok yang besar dan tebal perlu dialihkan secara manual atau separa manual tanpa melakukan pembakaran terbuka sebelum menjalankan penanaman.
- d) Penggunaan racun rumpai (weedicide) bagi tujuan pembersihan kawasan di tanah gambut adalah tidak disyorkan kerana kaedah ini berpotensi menambahkan bahan api (fuel) di kawasan tersebut yang meningkatkan risiko kebakaran pada musim panas dan kering.

4.2.2 Rawatan untuk Keasidan Tinggi

- a) Nilai pH tanah gambut perlu dikenal pasti sebelum melakukan penanaman. Tanah yang berasid dengan nilai pH <5.5 hendaklah dirawat menggunakan kaedah pengapuran. Aktiviti pengapuran tidak perlu dilaksanakan sekiranya pH tanah berada pada julat optimum iaitu 5.5-6.5. Contoh kadar penggunaan kapur *Ground Magnesium Limestone* (GML) bagi tanah gambut adalah seperti di Jadual 4.2.

Jadual 4.2: Kadar pengapuran menggunakan kaedah *broadcasting*.

Kenaikan pH semasa kepada pH optimum	Kadar keperluan GML (tan/ha)
3.5 kepada 5.5	6.0
4.0 kepada 5.5	4.5
4.5 kepada 5.5	3.0
5.0 kepada 5.5	1.5

Sumber: Jabatan Pertanian (2020b)

- b) Bagi tanah gambut yang telah diusahakan, **jumlah kapur yang diperlukan untuk menaikkan satu unit pH tanah** adalah sebanyak **3.0 tan/ha**. Keperluan kapur juga boleh dikira mengikut nilai kenaikan pH yang dikehendaki di tanah pertanian masing-masing seperti berikut:

Contoh kiraan keperluan pengapuran bagi kawasan pertanian di tanah gambut:

- pH tanah gambut asal ialah 3.9 manakala pH yang dikehendaki ialah 6.0.
- Kenaikan pH yang diperlukan ialah $6.0 - 3.9 = \mathbf{2.1 \text{ unit pH}}$
- Oleh itu, keperluan kapur bagi tanah gambut ialah sebanyak $2.1 \times 3.0 = \mathbf{6.3 \text{ tan/ha}}$

Sumber: Jabatan Pertanian (2020c)



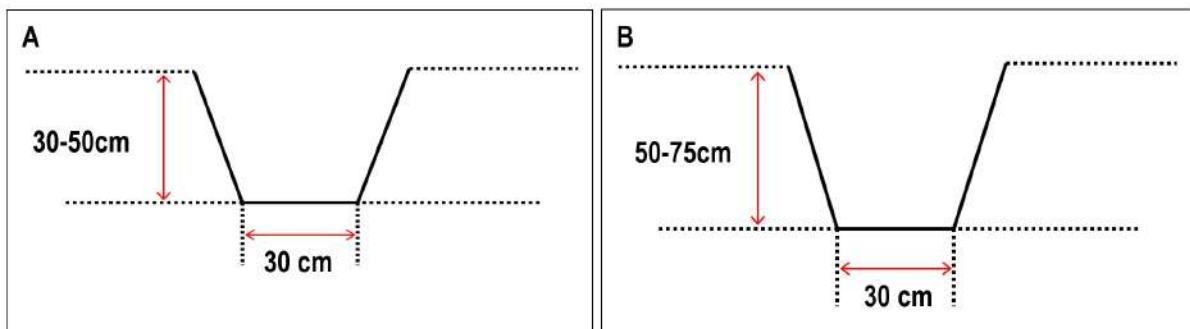
Rajah 4.3: Pengapuran GML menggunakan kaedah *broadcasting* di tanah gambut.

- c) pH tanah perlu dipantau setiap 6 bulan bagi mendapatkan kadar pengapuran yang tepat dan mengurangkan pembaziran serta pencemaran alam sekitar (termasuk kualiti air) akibat aplikasi yang berlebihan.
- d) Pengapuran disyorkan untuk dilakukan semasa pembajakan supaya boleh digaulkan ke dalam tanah pada lapisan tanah atas zon pengakaran atau secara tabur terus.
- e) Pengapuran boleh dilakukan sekurang-kurangnya 4 minggu sebelum aktiviti penanaman dijalankan.

4.2.3 Perparitan dan Saliran Terkawal

Kawasan tanah gambut yang mempunyai paras air yang tinggi atau ditenggelami air memerlukan pembinaan sekatan saliran berperingkat mengikut keperluan dengan memastikan kedalaman parit melebihi zon pengakaran tanaman seperti di perkara (c) di bawah. Perparitan terkawal membolehkan ketersediaan nutrien yang optimum untuk diserap oleh akar tanaman. Amalan pengurusan perparitan terkawal perlu dilakukan di setiap kawasan tanaman di tanah gambut seperti berikut:

- Mengenal pasti rangkaian sistem perparitan dalam kawasan pertanian dan mewujudkan sistem perparitan terkawal seperti parit ladang bagi mengeluarkan air yang berlebihan daripada permukaan tanah dan zon pengakaran tanaman. Parit ladang juga berfungsi sebagai laluan untuk membawa air masuk ke ladang bagi tujuan pengairan.
- Sistem perparitan yang cekap perlu ada rangkaian parit ladang, parit pengumpul dan bersambung dengan parit utama atau perimeter atau sungai.
- Pembinaan sistem perparitan terkawal di tanah gambut perlu disesuaikan mengikut zon pengakaran dan keperluan air tanaman. Bagi tanaman berakar cetek, parit perlu dibina pada kedalaman 30-50 cm dari permukaan tanah dengan ukuran lebar di bahagian dasarnya 30 cm (Sumber: Jabatan Pertanian, 2023a;b). Manakala, tanaman yang mempunyai zon pengakaran dalam pula, kedalaman parit yang disyorkan adalah 50-75 cm dengan lebar dasar 30 cm. Ini bertujuan bagi mengeluarkan air berlebihan terutama ketika hujan lebat. Perparitan yang dibina juga perlu dilengkapi sistem atau struktur kawalan air keluar dan masuk mengikut musim tanaman dan monsun.



Rajah 4.4: Struktur parit ladang bagi tanah gambut: (A) Dimensi parit bagi tanaman berakar cetek dan (B) Dimensi parit bagi tanaman yang mempunyai sistem pengakaran dalam.

- Pembinaan batas tanaman bagi tanaman singkat masa digalakkan berpandukan kepada zon pengakaran jenis tanaman yang diusahakan untuk menyediakan ruang yang mencukupi bagi pertumbuhan akar. Cadangan dimensi batas tanaman bagi jenis tanaman yang disyorkan di tanah gambut telah diberikan dalam Jadual 4.3 (berdasarkan cerapan data dari Pakej Teknologi Penanaman bagi setiap tanaman oleh Jabatan Pertanian).

Jadual 4.3: Cadangan dimensi batas bagi jenis tanaman yang disyorkan di tanah gambut.

Jenis Tanaman	Zon Pengakaran (cm)	Dimensi Batas	
		Lebar (m)	Tinggi (cm)
Sayur-sayuran			
Bayam	<25	1.2	20-30
Bendi	25-50	1.2-1.5	30
Cili	25-50	1.2	20-30
Jagung Sayur	25-50	1.5	20-25
Kacang Buncis	25-50	1.2	20-30
Kacang Panjang	25-50	1.2	20-30
Kailan	<25	1.2	20-30
Kangkung	<25	1.2	20-30
Labu Manis	25-50	1.2	30
Peria	25-50	1.2	20-30
Petola	25-50	1.2	20-30
Sawi	<25	1.2	20-30
Terung	25-50	1.2	20-30
Timun	25-50	1.2	30
Tomato	25-50	1.2	20-30
Tanaman Herba dan Rempah-ratus			
Halia	25-50	1.0	20-25
Halia Bara	25-50	0.6-1.2	25-30
Hempedu Bumi	25-50	1.5	25-30
Kantan	25-50	2.0	20
Rosel	25-50	1.5	20-25
Tongkat Asli	25-50	1.5	20-25
Kunyit	25-50	1.5	20
Daun Kari	25-50	1.5	20-25
Tanaman Industri			
Jagung Bijian	25-50	1.2	20-30
Tanaman Ladang/Kontan			
Keledek	25-50	0.6-0.9	30-40
Sengkuang	25-50	0.6-0.9	30-40
Keladi	25-50	0.6-0.9	30-40
Ubi Kayu	25-50	0.6-0.9	30-40

Jenis Tanaman	Zon Pengakaran (cm)	Dimensi Batas	
		Lebar (m)	Tinggi (cm)
Tanaman Buah-Buahan			
Nanas	<75	0.9	30
Pisang	>50	-	-



Rajah 4.5: Beberapa jenis/kaedah batas tanaman yang dibina bagi tanaman singkat masa; (A) Batas yang dibina untuk tanaman jenis menjalar; (B) Batas untuk tanaman jenis sayur berdaun dan (C) Batas dengan sungkupan sintetik menggunakan plastik *silvershine* bagi tanaman jenis berbuah.

4.2.4 Pengukuran Penyusutan Tanah Gambut

- Petani dan pengusaha tani perlu mengukur dan merekodkan kedalaman tanah gambut di kawasan pertanian masing-masing.
- Sekurang-kurangnya tiga (3) batang penanda penyusutan tanah gambut (subsidence pole) perlu dipasang di kawasan pertanian seluas satu (1) hektar. Penanda penyusutan ini berfungsi sebagai alat untuk memantau dan merekodkan bacaan penyusutan tanah gambut yang memberikan penunjuk berkaitan kehilangan bahan organik tanah.
- Bacaan penyusutan tanah gambut perlu direkodkan setiap enam (6) bulan sekali untuk memantau kadar penyusutan tanah gambut di kawasan pertanian. Amalan agronomi dan pengurusan tapak yang mampan perlu diterap untuk meminimumkan penyusutan tanah gambut dan meningkatkan jangka hayat kawasan pertanian.



Rajah 4.6: Pemasangan penanda penyusutan tanah gambut di kawasan pertanian untuk memantau dan merekodkan penyusutan tanah gambut.

4.2.5 Tanaman Bergilir

- a) Petani disyorkan untuk mengamalkan penggiliran tanaman iaitu penanaman yang dilakukan secara mengikut aturan atau giliran di kawasan yang sama selepas pemungutan hasil atau musim penanaman. Langkah ini dapat meningkatkan kesuburan tanah serta mengurangkan kebergantungan sesuatu tanaman terhadap satu jenis nutrien, mengurangkan risiko peningkatan populasi makhluk perosak dan kebarangkalian makhluk perosak untuk rintang terhadap racun.

4.3 Pengurusan Air

4.3.1 Sistem Saliran

- a) Tanah gambut yang mempunyai paras air sama tinggi dengan paras tanah boleh menjejaskan kebanyakan tanaman. Sistem saliran yang mampan diperlukan untuk mengawal paras air di dalam tanah gambut mengikut kedalaman tertentu dan jenis tanaman. Bagi tanaman berakar cetek, paras air disyorkan untuk dikekalkan pada kedalaman 30-50 cm bagi mengurangkan kadar penyusutan tanah gambut dan pelepasan gas rumah kaca (GHG). Bagi tanaman yang mempunyai sistem pengakaran dalam, paras air perlu dikekalkan pada kedalaman 50-75 cm dari permukaan tanah sebelum aktiviti penanaman dilakukan.

b) Terdapat dua kaedah yang boleh diguna pakai untuk mengawal paras air gambut di kawasan pertanian di tanah gambut, iaitu:

- (i) Saliran permukaan (surface drainage): Kaedah ini merupakan penyaliran air yang berlebihan dari permukaan tanah bagi mengelakkan takungan air dan mengawal paras air supaya tanaman tidak tenggelam dalam air gambut. Pembinaan sistem perparitan ini merupakan salah satu contoh kaedah yang berkos rendah. Cadangan pembinaan sistem parit ladang boleh dirujuk di bahagian 4.2.3 (Rajah 4.4). Pergerakan air gambut dalam tanah dan dalam parit adalah berdasarkan ketinggian tanah (soil elevation). Justeru, ketinggian tanah dari paras laut perlu dikaji terlebih dahulu bagi suatu kawasan pertanian di tanah gambut sebelum membina struktur perparitan dan rangkaianannya.



Rajah 4.7: (A) Parit perimeter yang dibina di tepi tapak tanaman untuk mengumpul dan menyalirkan air daripada parit sekunder dan (B) Parit sekunder yang dibina bagi tujuan penanaman sayur jenis berdaun mengikut zon pengakaran.

- (ii) Saliran dalaman (subsurface drainage): Kaedah ini merupakan penyaliran air dalam tanah gambut. Paip plastik jenis PVC atau lain yang bersesuaian boleh dipasang di dalam tanah untuk menyalirkan air yang berlebihan dan menurunkan paras air gambut secara graviti di kawasan penanaman. Kaedah ini juga sesuai untuk diaplikasikan untuk menyalirkan air antara plot kecil dalam satu kawasan pertanian dan/atau di kawasan pertanian yang dikelilingi infrastruktur seperti jalan yang boleh menghalang pergerakan air bawah tanah gambut.



Rajah 4.8: Paip plastik yang ditanam di dalam tanah untuk menghubungkan dua tapak pertanian bagi menyalirkan air yang berlebihan dari satu plot ke plot bersebelahan dan seterusnya ke parit sekunder.

- c) Proses penyaliran air keluar tanpa kawalan daripada tanah gambut boleh mendorong kepada penyusutan gambut dan pengeringan tidak berbalik (*irreversible drying*) yang menjadi bahan mudah terbakar ketika musim kemarau. Justeru, sekatan parit atau saluran yang dibuat perlu mempunyai sistem kawalan untuk mengawal paras dan pergerakan air bawah tanah gambut pada musim kering dan hujan di kawasan pertanian (sila lihat Rajah 4.9).



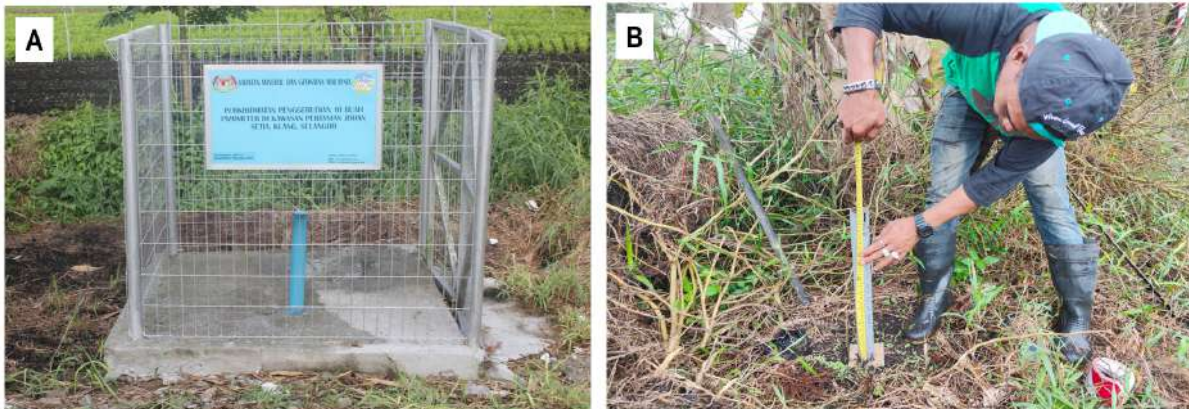
Rajah 4.9: Jenis infrastruktur kawalan saluran air bagi mengelakkan air bertakung di kawasan penanaman ketika musim hujan dan menyekat saluran air bagi penyimpanan semasa musim kering: (A) kunci air, (B-C) sekatan parit menggunakan beg pasir dan (D) sekatan saluran jenis *geobag* (earth-filled bags).

Nota: *Geobag* adalah beg berupa guni yang dihasilkan dengan bahan *geotextile* atau beg yang diisi dengan pasir atau bahan mineral yang bersesuaian (seperti tanah liat) bagi menyekat pengaliran air keluar.

- d) Penyelenggaraan sistem perparitan di dalam dan luar kawasan pertanian dari semasa ke semasa adalah penting untuk membersihkan tumbuhan akuatik dan sampah yang boleh menghalang pergerakan air di dalam parit. Limpahan air daripada parit yang tersumbat boleh mendorong kepada kejadian banjir di kawasan pertanian.

4.3.2 Pemantauan Paras Air

- a) Pemantauan paras air gambut (bawah tanah) berkala melalui pemasangan *piezometer* adalah penting bagi mengelakkan tanah gambut menjadi terlalu kering akibat penyaliran keluar air yang berlebihan atau tanaman tenggelam dalam air atau cuaca musim panas. *Piezometer* bertindak sebagai alat pengukur bagi mengenal pasti paras air bawah tanah gambut. Perkara ini juga sangat penting untuk memastikan paras air gambut dikekalkan berdasarkan zon pengakaran tanaman.



Rajah 4.10: (A) *Piezometer* daripada Jabatan Mineral dan Geosains Malaysia dan (B) *piezometer* yang diperbuat daripada paip PVC yang mudah dipasang dan dipantau oleh petani di kawasan pertanian.

- b) Lebih kurang tiga (3) hingga lima (5) *piezometer* boleh dipasang dalam bentuk garisan transek yang boleh mewakili keseluruhan kawasan pertanian untuk memperoleh bacaan paras air secara purata dalam tanah gambut bagi kawasan yang diusahakan. Pemantauan paras air dan pergerakan air gambut boleh dilakukan setiap minggu oleh petani. Pengukuran air yang kerap dapat mengenal pasti trend naik turun paras air dan seterusnya pengawalan paras air dapat diselaraskan dengan penggunaan infrastruktur lain seperti sekatan parit, kolam takungan, telaga tiub dan sebagainya.

4.3.3 Pengurusan Air bagi Tujuan Pengairan

- a) Air hujan merupakan sumber air semula jadi untuk tujuan pengairan bagi kawasan pertanian di tanah gambut. Tanah gambut boleh menjadi kering pada musim panas disebabkan ketiadaan hujan untuk satu tempoh masa yang panjang. Bagi merancang strategi pengairan secara sistematik, adalah penting untuk memantau taburan hujan di kawasan pertanian dan paras air bawah tanah menggunakan sistem *piezometer*. Cerapan data dan ramalan bagi taburan hujan boleh didapati dari laman sesawang Jabatan Meteorologi Malaysia (MetMalaysia). Rujuk Perkara 4.7 untuk keterangan lanjut mengenai laman sesawang dan jenis data yang disediakan oleh MetMalaysia.
- b) Pengairan secara manual diperlukan terutamanya pada musim kemarau untuk menyediakan bekalan air kepada tanaman. Terdapat pelbagai jenis sistem pengairan secara manual yang bergantung kepada pembinaan infrastruktur, penyediaan peralatan dan kaedah air diagihkan ke seluruh kawasan pertanian yang diusahakan. Beberapa jenis sistem pengairan yang biasa disyorkan adalah seperti pengairan permukaan (surface irrigation), setempat (localized irrigation), titisan (drip irrigation) dan renjis (sprinkler irrigation).



Rajah 4.11: Kaedah sistem pengairan renjis atau sistem *sprinkler* sering digunakan dan sesuai untuk tanaman singkat masa seperti sayur berdaun dan tanaman yang berkepadatan tinggi.

4.3.4 Simpanan Air bagi Kegunaan Musim Kering

- a) Telaga tiub perlu disediakan di kawasan pertanian tanah gambut bagi membekalkan air untuk sistem pengairan tanaman ketika musim kering. Air ini juga boleh digunakan untuk meningkatkan kelembapan dan paras air di kawasan tanah gambut serta sebagai sumber air untuk mencegah dan mengawal kebakaran tanah gambut.



Rajah 4.12: Telaga tiub merupakan struktur bawah tanah yang dibina untuk membolehkan sumber air bawah tanah diekstrak bagi tujuan membasahkan kawasan yang sering terbakar.

- b) Penyediaan tangki simpanan air di setiap tapak pertanian adalah amat penting sebagai simpanan air sekiranya bekalan air terputus atau pada musim kemarau. Kelebihan penggunaan tangki air di kawasan tanah gambut adalah ia tidak memerlukan kawasan yang besar bagi pemasangan, kurang impak pada struktur tanah dan air hujan yang terkumpul (rainwater harvesting) boleh dijadikan bekalan air kepada tumbuhan.



Rajah 4.13: Tangki simpanan air di kawasan pertanian yang mengumpul air hujan bagi pengairan tanaman.

4.4 Pengurusan Nutrien

- a) Tanah gambut kebiasaannya mempunyai pH tanah yang rendah (<4.0), paras air yang tinggi dan berlaku penurunan serta kenaikan paras air yang tidak stabil (berpotensi banjir). Keadaan ini menjejaskan status kesuburan tanah gambut dan menyebabkan ketersediaan nutrien yang rendah dan kadar larut lesap yang tinggi. Bagi memastikan pengurusan nutrien yang optimum di tanah gambut, penambahbaikan tanah dan pendekatan strategi pembajaan yang berkesan perlu dilaksanakan.
- b) Paras air yang tinggi di tanah gambut menyebabkan peningkatan risiko kehilangan nutrien. Aplikasi pembajaan pada kadar yang rendah tetapi dengan kekerapan yang tinggi merupakan langkah yang paling mudah dan berkesan untuk mengurangkan pembaziran baja dan meningkatkan pengambilan nutrien oleh tanaman secara efisien. Langkah ini juga dapat mengatasi masalah eutrofikasi akibat pembajaan berlebihan yang menyumbang kepada peningkatan kandungan nitrat dan fosfat yang terlarut resap dalam sistem saluran dan parit hingga menjejaskan biodiversiti.



Rajah 4.14: Masalah eutrofikasi yang serius meningkatkan kepadatan tumbuhan akuatik dalam parit dan menghalang pergerakan air semasa hujan lebat boleh menyebabkan banjir.

- c) *Slow-release Fertilizers* (SRF) atau baja pelepasan perlahan disyorkan bagi mengatasi masalah kehilangan baja dengan cepat. SRF mengawal kadar pelepasan nutrien ke dalam tanah bergantung kepada faktor luaran seperti pH tanah, kelembapan tanah dan lain-lain faktor sebelum nutrien dapat dibebaskan.
- d) Dalam usaha meningkatkan keberkesanan pembajaan, antara pengesyoran pemulihan tanah adalah seperti di Jadual 4.4 bagi meningkatkan kesuburan tanah dan menyumbang kepada produktiviti hasil tanaman.

Jadual 4.4: Antara pengesyoran pemulihan tanah bagi meningkatkan kesuburan tanah gambut untuk pertanian.

Sumber Bahan	Fungsi/ Penerangan
Zeolite Clinoptilolite	<ul style="list-style-type: none"> • Sejenis mineral yang meningkatkan keupayaan tanah memegang nutrien, meningkatkan daya penampunan pH tanah, membantu kepadatan fosforus (P) dan kalium (K), mengurangkan kos pembajaan serta pembebasan gas rumah kaca (karbon dioksida dan nitrus oksida). • Zeolite tidak mudah terdegradasi seperti kapur dan kadar yang disyorkan adalah 70% daripada baja semasa (Choo et al., 2020).
Dolomite	<ul style="list-style-type: none"> • Mempunyai unsur kalsium (Ca), magnesium (Mg) dan meningkatkan bes kation. • Membentuk sebatian kompleks dengan asid humik. • 3 tan/ha untuk tanah gambut bagi meningkatkan 1 unit pH tanah. • Setiap aplikasi perlu mengambil kira nilai pH tanah semasa.

Sumber Bahan	Fungsi/ Penerangan
Abu Sisa Tanaman	<ul style="list-style-type: none"> • Abu terhasil daripada pembakaran sisa tanaman secara tertutup menggunakan kaedah kalsinasi pada suhu yang tinggi (calcination at high temperature). • Meningkatkan kandungan K dan meningkatkan pH tanah. • Mengurangkan kos pengapuran. • Mengurangkan pembebasan gas karbon dioksida dan nitrus oksida. • Pengesyoran penggunaan abu sisa tanaman adalah 25-50% daripada kadar baja semasa (Choo et al., 2020).

- e) Kesuburan tanah juga boleh dipertingkatkan melalui kaedah yang sesuai seperti sistem tanaman bergilir, penggunaan sungkupan organik, *green manure* dan kaedah merehatkan tanah (jika perlu).

4.5 Pengurusan Kawalan Perosak Tanaman

- a) Pembakaran tanah gambut tidak boleh dilaksanakan sebagai kaedah kawalan perosak tanaman terutamanya bagi populasi anai-anai sebelum penanaman umbisi. Situasi ini boleh dikawal secara kawalan perosak bersepadu (Integrated Pest Management, IPM) melalui:
- Amalan kultura yang merupakan cara pengurusan perosak merangkumi amalan pembajaan, pengairan, penggunaan bahan tanaman bebas penyakit dan/atau rintang kepada perosak tanaman dan mengamalkan kebersihan ladang;
 - Kawalan mekanikal yang melibatkan halangan fizikal untuk mencegah perosak daripada menyerang tanaman seperti perangkap lampu, feromon, *silvershine* dan sebagainya;
 - Mempelbagaikan ekosistem bergantung kepada lokasi geografi seperti hutan tani dan tanaman bergilir;
 - Kawalan biologi seperti penggunaan pemangsa dan parasit; dan
 - Kawalan kimia melalui penyemburan racun perosak tanaman.

4.6 Pengurusan Sisa Ladang

- a) Aktiviti pertanian di tanah gambut akan menghasilkan sisa ladang yang boleh mencemarkan alam sekitar. Pengurusan sisa ladang yang tidak efisien boleh meningkatkan kehadiran serangga perosak dan menjadi sumber bahan bakar semasa musim kering.
- b) Pelupusan sisa tanaman yang terhasil selepas penuaian hasil dan sisa buangan tumbuhan umbisi (ubi keledak dan ubi kayu) yang biasanya terhasil dalam kuantiti yang banyak perlu diuruskan secara bersepadu seperti di bawah:
- Sisa tanaman boleh dijadikan kompos sebagai nutrien tambahan untuk tanaman.

- (ii) Sisa tanaman boleh dipotong menjadi bahagian yang lebih kecil dan digunakan semula sebagai sungkupan semasa penyediaan tanah. Selain menjadi bahan organik tanah, sungkupan ini juga meningkatkan penyerapan air ke dalam tanah.
- (iii) Sisa tanaman boleh dijadikan makanan bagi ternakan.



Rajah 4.15: Sisa tanaman seperti batang dan ranting dikumpulkan di tapak pertanian bagi dijadikan kompos dan sungkupan untuk menutup kawasan permukaan di sekeliling batas atau tanaman.

- c) Pembakaran sisa ladang tidak boleh dilakukan di kawasan pertanian di tanah gambut.
- d) Sisa tanaman juga boleh dijadikan biochar melalui proses pirolisis. Biochar membantu dalam mengekalkan kelembapan, meningkatkan keupayaan pertukaran kation dan menyediakan keadaan yang sesuai untuk mikrob tanah.

4.7 Panduan Pengurusan Bencana

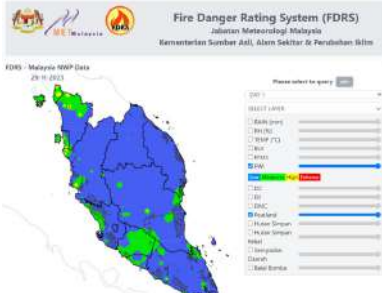
Bencana merupakan kesan buruk daripada kejadian yang berlaku atau gabungan aktiviti alam semula jadi dan aktiviti manusia. Dalam pengurusan pertanian di tanah gambut, kejadian bencana kebakaran dan banjir adalah situasi yang tidak boleh dilihat dalam sudut yang berbeza. Kesan kebakaran yang berpanjangan menyebabkan kejadian banjir. Kedua-dua bencana ini memberi impak negatif kepada petani dengan menyebabkan hasil tanaman merosot, menjejaskan pendapatan petani dan tanah yang diusahakan menjadi terhad untuk aktiviti pertanian jangka masa panjang. Justeru, petani, pengusaha tani dan pemegang taruh yang berkaitan perlu mengambil tindakan dan langkah pendekatan yang proaktif.

Berikut adalah langkah dan panduan pengurusan bencana terhadap tanah gambut untuk aktiviti pertanian:

4.7.1 Pencegahan dan Pengawalan Kebakaran Tanah Gambut

- a) Amalan ‘tebang dan bakar’ perlu dielakkan manakala amalan pembakaran sifar perlu dipraktikkan bagi aktiviti pembersihan kawasan pertanian, pelupusan sisa ladang dan pengurusan penyakit dan serangga perosak.
- b) Petani, pengusaha tani dan pemegang taruh yang berkaitan amat disaran mematuhi pengurusan sisa ladang, alam sekitar dan pembukaan kawasan yang telah dilampirkan dalam pensijilan myGAP dan myOrganic serta merujuk Prosedur Tetap Operasi (PTO) Melaksanakan Program Mencegah Kebakaran Tanah Gambut untuk Mengatasi Jerebu di Malaysia dan Pelan Tindakan Pengurusan Tanah Gambut (Pertanian) dalam Mengurangkan Risiko Bencana Banjir dan Kebakaran di Johan Setia.
- c) Keadaan tapak pertanian dan kawasan sekeliling perlu kerap dipantau terutamanya semasa musim kering dan kemarau untuk mengenal pasti sebarang kejadian kebakaran bagi mengelakkan kemerebakan api ke seluruh kawasan pertanian di tanah gambut.
- d) Petani, pengusaha tani dan pemegang taruh yang berkaitan harus cakna mengenai keadaan cuaca, perubahan musim dan ramalan yang berkaitan untuk mengenal pasti risiko kebakaran agar dapat mengambil tindakan pengurusan tanah gambut yang sewajar bagi mengurangkan risiko tersebut. Cerapan data cuaca, titik panas dan ramalan musim kemarau disediakan oleh beberapa agensi tempatan dan antarabangsa dan boleh diakses melalui laman sesawang seperti di Jadual 4.5.

Jadual 4.5: Penggunaan sistem ramalan risiko kebakaran untuk mengenal pasti risiko kejadian kebakaran.

Sistem Ramalan Risiko Kebakaran	Rujukan/Contoh
<p>a) Sistem Risiko Bahaya Kebakaran (FDRS) Malaysia</p> <p>FDRS merupakan satu sistem pengurusan kebakaran yang menggunakan kaedah mengukur kemampuan atau potensi penyalaan api, kadar merebak dan jangkaan kemusnahan yang boleh berlaku. Ianya telah dibangunkan oleh JMM dengan kerjasama agensi-agensinya teknikal yang berkaitan. Objektif utama FDRS adalah untuk menyediakan satu bentuk amaran awal terhadap potensi kebakaran tanah gambut. Amaran awal yang dijana dari FDRS ini dapat membantu pihak pengurusan dalam mengimplementasikan tindakan untuk mengawal dan memadamkan kebakaran sebelum ianya menjadi lebih kritikal. Ia juga dapat membantu dalam pengurusan kebakaran yang lebih berkesan dengan memantau dan meronda di zon-zon kritikal dan berisiko kebakaran.</p>	 <p>Maklumat harian FDRS Malaysia boleh didapati di https://myclimate.met.gov.my/fdrsWmsNwpMsiaMetPortal/</p>

Sistem Ramalan Risiko Kebakaran

Rujukan/Contoh

b) ASEAN Specialised Meteorological Centre (ASMC)

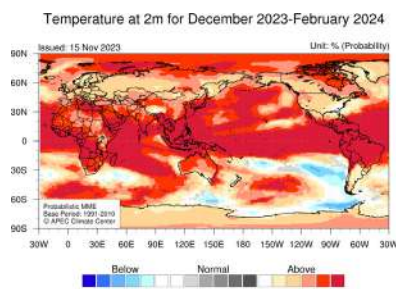
ASMC membekalkan data titik panas melalui peta dan satelit imej secara masa nyata (real-time) setiap hari dan sentiasa dikemaskini pada waktu tengah hari. Ia juga membekalkan lokasi koordinat titik-titik panas yang dikesan oleh satelit tersebut. Justeru, lokasi koordinat titik panas dapat digunakan terus dalam pemantauan di lapangan. Sistem ini diselenggara dan berpusat di Singapura serta boleh diakses menerusi talian internet.



Maklumat berkenaan data harian titik panas Malaysia boleh didapati di <https://asmc.asean.org/asmc-hotspot/>

c) APEC Climate Center (APCC)

Pusat Iklim APEC (APCC) yang terletak di Busan, Korea Selatan bertujuan untuk merealisasikan visi kemakmuran serantau di APEC. Kemakmuran serantau boleh dicapai dengan menyediakan perkhidmatan maklumat iklim dan sokongan teknikal untuk perancangan sektor yang lebih baik dan pengurangan kerugian ekonomi yang disebabkan oleh keadaan cuaca buruk. APCC menyumbang kepada peningkatan pembinaan keupayaan dalam ramalan dan pemantauan cuaca dan iklim di rantau Asia Pasifik. Negara yang tidak berkeupayaan untuk menghasilkan ramalan iklim boleh mengakses dan menggunakan data yang disediakan dengan optimum.



Maklumat berkenaan data dari APCC Malaysia boleh didapati di <https://www.apcc21.org/main.do?lang=en>

d) ASEAN Fire Alert Tool

ASEAN Fire Alert Tool telah dibangunkan oleh GEC dengan sokongan reka bentuk dari Spatial Informatics Group (SIG) dan pembiayaan daripada USAID LEAF dan USAID IFACS. ASEAN Fire Alert Tool adalah satu sistem aplikasi Android Phone yang memberikan makluman awal atau amaran mengenai pengesanan titik panas dengan imej satelit dan ramalan warna FDRS mengikut kawasan yang telah dipilih atau diplotkan melalui telefon pintar. Sistem ini mempunyai keupayaan untuk memaklumkan dengan pantas apabila titik panas (hotspots) dikesan dalam kawasan yang dipilih. Sistem ini memudahkan dan menjimatkan masa supaya pengguna tidak perlu ke tapak sesawang setiap hari untuk mendapatkan maklumat titik panas. Sistem tersebut akan menghantarkan maklumat secara automatik kepada pengguna berdaftar melalui telefon pintar. Sejurus selepas menerima maklumat tersebut, pengesanan perlu dilakukan di lapangan dengan pemantauan dan rondaan mengikut tempat yang dikesan dalam sistem tersebut. Dengan ini, kebakaran hutan yang telah berlaku dapat dikesan dengan lebih cepat. Pihak Jabatan Pertanian juga dapat merancang tindakan susulan bagi memadam dan mengawal kebakaran tersebut.



Maklumat berkenaan penggunaan ASEAN Fire Alert Tool boleh didapati di <https://aseanfirealert.org/index.cfm?&menuid=2>

- e) Pengukuran paras air melalui *piezometer* perlu dilakukan secara berkala bagi memantau kadar paras air berada dalam keadaan yang tidak terlalu rendah dan meningkatkan risiko kebakaran.
- f) Sekiranya perparitan di tapak pertanian berada dalam keadaan terlalu kering, lakukan pengepaman air masuk daripada sumber air perparitan berdekatan untuk membekalkan air yang mencukupi ke kawasan tanaman di tanah gambut.
- g) Kelengkapan peralatan pemadaman kebakaran tanah gambut perlu disediakan untuk menjalankan operasi pemadaman secara berkesan dan mengelakkan api merebak dengan lebih meluas. Kelengkapan peralatan yang diperlukan bergantung kepada keluasan kawasan kebakaran yang berlaku. Senarai peralatan dan kelengkapan pemadaman kebakaran tanah gambut yang perlu disediakan oleh para petani atau pengusaha adalah seperti berikut:

Jadual 4.6: Kelengkapan peralatan asas pemadaman yang perlu disediakan bagi kawasan pertanian di tanah gambut seluas ±1-2 ha.

Bil.	Kelengkapan Peralatan Pemadaman	Kuantiti	Kegunaan
1	Gerabak (Trailer)	1 unit	Untuk mengangkut peralatan ke lokasi kebakaran
2	Tangki air mudah alih (Portable water tank) (10x10x4 kaki)	1 unit	Untuk menampung air dan menjadi sumber bekalan air sementara (sistem <i>relay</i> pam)
3	Pam Air Angkut	1 unit	Untuk mengepam air daripada sumber bekalan air terbuka dan meningkatkan tekanan aliran air serta meningkatkan kelembapan tanah gambut
	Hos (30 m/1 unit):		
	2 ½ inci	3 unit	
	1 ½ inci	3 unit	
	Nozzle [2 ½ inci (5) & 1 ½ inci (5)]	2 unit	
	Hose Carrier	2 unit	
	Hard suction	1 unit	
	Basket Strainer/Metal strainer	1 unit	
4	Pam Air (biasa)	1 unit	Untuk mengepam air daripada sumber bekalan air terbuka dan menyalurkan air
	Hos-2 inci	3 unit	
	Hard suction	1 unit	
	Basket Strainer/Metal strainer	1 unit	
5	Stor peralatan yang dilengkapi kelengkapan seperti di atas (Termasuk set aksesori)	1 unit	Untuk menyimpan peralatan pam air

- h) Perlu ada laluan akses ke kawasan tapak pertanian bagi memudahkan operasi pemadaman kebakaran. Laluan ini juga berfungsi sebagai pemisah api (fire break) dan disarankan untuk mempunyai kelebaran 5 m untuk memudahkan laluan jentera dan perlu diselenggara.


- i) Jika kawasan pertanian yang diusahakan berlaku kebakaran, terdapat beberapa langkah yang boleh diambil oleh petani atau pengusaha kawasan tanah gambut untuk mencegah dan mengawal kebakaran seperti:
- (i) Jika kawasan kebakaran baharu dikesan, kebakaran tersebut hendaklah dipadamkan dalam kadar yang segera dengan menggunakan peralatan asas pemadaman seperti yang disenaraikan dalam Jadual 4.6.
 - (ii) Jika kebakaran tersebut tidak dapat dikawal, hendaklah dilaporkan kepada pihak Jabatan Penyelamat dan Bomba untuk mendapatkan bantuan pemadaman kebakaran.
 - (iii) Selepas menjalankan kerja-kerja pemadaman kebakaran, petani atau pengusaha perlu menjalankan penilaian lapangan mengenai kejadian kebakaran dan mengenal pasti cara untuk mencegah dan mengawal kebakaran tanah gambut di kawasan pertanian mereka pada masa depan.
- j) Strategi pencegahan dan pengawalan kebakaran yang perlu dilaksanakan untuk tujuan meminimumkan risiko kejadian kebakaran tanah gambut di kawasan pertanian adalah seperti yang boleh di rujuk pada Lampiran 2.

4.7.2 Pengawalan Kejadian Banjir

- a) Bagi mengelakkan kejadian banjir, sistem saliran memainkan peranan penting dalam pengaliran keluar dan masuk air ke kawasan pertanian di tanah gambut. Penyelenggaraan perparitan yang sedia ada perlu dilaksanakan secara berkala bagi mencegah dan mengawal kejadian banjir.
- b) Taburan hujan yang lebat merupakan faktor utama berlakunya kejadian banjir. Petani dan pengusaha tani harus peka dengan amaran banjir yang dikeluarkan oleh pihak berkuasa tempatan. Sebagai langkah kesiapsiagaan menghadapi musim hujan, petani dan pengusaha tani perlu merujuk kepada cerapan data dan ramalan cuaca dari Jabatan Pengairan dan Saliran (JPS), Jabatan Meteorologi Malaysia (MetMalaysia) dan agensi lain yang berkaitan seperti di Jadual 4.7.

Jadual 4.7: Penggunaan sistem ramalan cuaca untuk mengenal pasti risiko kejadian banjir.

Sistem Ramalan Cuaca	Rujukan/Contoh
<p>Public InfoBanjir, Jabatan Pengairan dan Saliran</p> <p>Laman web rasmi JPS menyediakan cerapan data seperti yang berikut:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Amaran cuaca • Ramalan hujan • Amaran banjir • Aras air 	 <p>Maklumat berkenaan data dari Public InfoBanjir boleh didapati di https://publicinfobanjir.water.gov.my/hujan/</p>

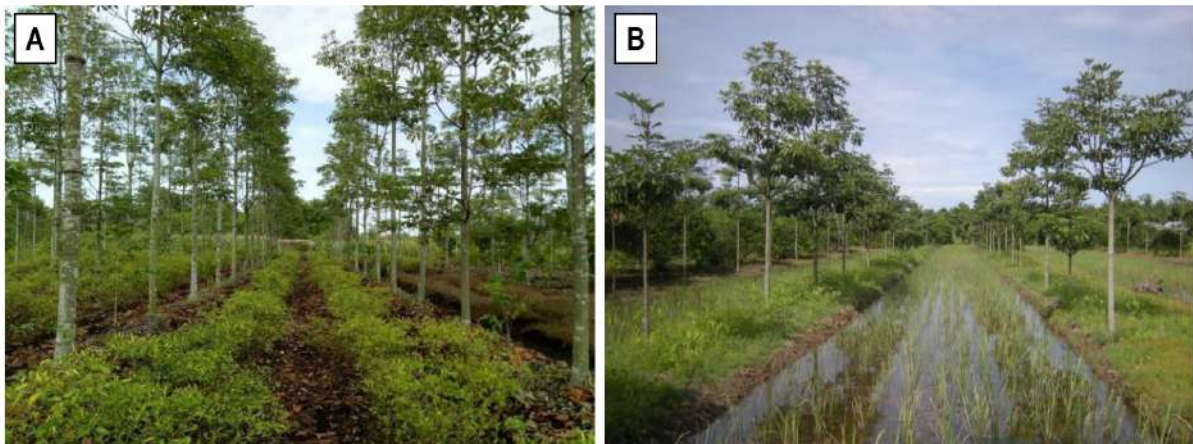
Sistem Ramalan Cuaca	Rujukan/Contoh
<p>Laman web rasmi Jabatan Meteorologi Malaysia (MetMalaysia)</p> <p>Laman web rasmi MetMalaysia menyediakan cerapan data seperti berikut:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Ramalan cuaca mengikut negeri, daerah, bandar • Kriteria amaran semasa musim hujan berterusan • Pencerapan suhu, hujan, ketampakan dan kelembapan 	 <p>Maklumat berkenaan data dari laman web rasmi Jabatan Meteorologi Malaysia boleh didapati di https://www.met.gov.my/</p>

- c) Pemantauan kenaikan paras air banjir di kawasan pertanian perlu dilakukan manakala persediaan awal seperti pindahan atau penyimpanan peralatan mesin, baja dan sebagainya di kawasan yang kurang berisiko perlu dilakukan sekiranya kenaikan air banjir berterusan.
- d) Jawatankuasa Pengurusan Bencana Daerah (JPBD) boleh menghubungi Jabatan Pengairan dan Saliran Daerah bagi mengaktifkan kerja-kerja mengeluarkan takungan air untuk mengelakkan kejadian banjir di kawasan pertanian.

5. PENDEKATAN BAHARU – TEKNIK PENANAMAN PALUDIKULTUR

Pendekatan baharu yang disyorkan adalah pengadaptasian teknik penanaman paludikultur dalam pengurusan pertanian di tanah gambut yang basah. Teknik penanaman ini merujuk kepada penggunaan tanah gambut yang dibasahkan semula (rewetted peatland) dengan tanaman yang disesuaikan dengan paras air yang tinggi bagi kawasan pertanian atau agro-pertanian di tanah gambut.

Penduduk tempatan di Indonesia dan sebahagian Malaysia, telah menggunakan teknik penanaman paludikultur untuk mengusahakan tanaman asli kepada tanah gambut seperti sagu (untuk mi dan biskut), rotan (untuk perabot), gelam (untuk kayu, minyak dan madu kelulut), jelutong (untuk getah), tengkawang (buah illipe, untuk minyak sayuran) dan rumput purun (untuk penutup atap dan anyaman) (Parish et al., 2019). Walau bagaimanapun, penyelidikan lanjut adalah penting untuk meneroka aplikasi dan potensi teknik penanaman ini di kawasan tanah gambut.



Rajah 5.1: Teknik penanaman paludikultur di tanah gambut yang dibasahkan semula di Indonesia: (A) Penanaman pokok jelutong diintegrasikan dengan penanaman pokok getah, durian, nanas dan padi; (B) Penanaman pokok jelutong diintegrasikan dengan tanaman sayuran (Sumber: Qomar, 2020).

Kerjasama antara petani, pengusaha tani dan Jabatan Pertanian adalah penting dalam pelaksanaan teknik penanaman paludikultur sebagai kaedah penanaman yang boleh diguna pakai bagi kawasan tanah gambut yang ditenggelami air, terbiar atau dibasahi semula. Zon penanaman boleh diberi keutamaan untuk merintis spesies paludikultur yang berbeza dan untuk mengkaji keberkesanan agronomi bagi teknik penanaman baharu yang disarankan ini.

Spesies hutan paya gambut merupakan antara spesies yang digunakan secara tradisional dan terdapat lebih daripada 400 spesies yang berpotensi dan mempunyai kegunaan produktif dalam sistem paludikultur (Giesen, 2015).

5.1 Spesies Paludikultur Terpilih

Berikut adalah jenis tanaman paludikultur yang berpotensi untuk diusahakan di kawasan tanah gambut yang dibasahkan semula berdasarkan amalan agronomi di Malaysia (seperti: kesuburan tanah, kesesuaian jenis tanaman dan lain-lain) serta kos pengurusan:

- | | |
|--|--|
| a) Spesies pokok | b) <i>Metroxylon spp.</i> (Sago) |
| (i) <i>Dyera polyphylla</i> (Jelutong paya) | c) Rotan |
| (ii) <i>Camposperma coriaceum</i>
(Terentang) | (i) <i>Calamus spp.</i> (Rotan) |
| (iii) <i>Cratoxylum arborescens</i>
(Geronggang) | (ii) <i>Daemonorops spp.</i> (Rotan palma) |
| (iv) <i>Melaleuca cajaputi</i> (Gelam) | (iii) <i>Korthalsia spp.</i> |
| (v) <i>Shorea balangeran</i> (Belangeran) | (iv) <i>Plectocomiopsis spp.</i> |
| (vi) <i>Combretocarpus rotundatus</i>
(Tumih/Perapat) | d) Tumbuhan ubatan |
| (vii) <i>Endospermum diadenum</i> (Bebaru) | (i) <i>Labisia pumila</i> (Kacip fatimah) |
| (viii) <i>Lophophetalum multivernium</i>
(Perupuk) | |
| (ix) <i>Nauclea subdita</i> (Bengkal) | |
| (x) <i>Lophostemon spp.</i> (Kess/ Bus putih) | |
| (xi) <i>Melaleuca leucadendra</i>
(Gelam kayu putih) | |
| (xii) <i>Casuarina equisetifolia</i> (She-oak) | |
| (xiii) <i>Shorea spp.</i> (Tengkawang) | |
| (xiv) <i>Melicope lunu-ankenda</i>
(Tenggek burung) | |
| (xv) <i>Callophyllum teysmanii var inophylloide</i> (Bintangor batu) | |

6. PENUTUP

Maklumat teknikal dan pengesyoran yang didokumentasikan dalam buku Garis Panduan Pengurusan Pertanian di Tanah Gambut Sedia Ada ini merangkumi kepentingan pengurusan tanah gambut yang berkesan dalam usaha memulihara tanah tersebut dan pada masa yang sama memastikan keterjaminan makanan melalui aktiviti pertanian bagi menampung keperluan domestik di Malaysia. Panduan ini diharap dapat diguna pakai oleh petani, pengusaha tani dan pemegang taruh yang terlibat dalam pengurusan pertanian di tanah gambut untuk mengawal kejadian bencana yang memberi impak buruk dan memulihara ekosistem tanah gambut untuk kelangsungan pelaksanaan pertanian secara mampan.

Diharapkan penerbitan buku ini dapat memberi manfaat kepada petani, pengusaha tani dan semua pemegang taruh sebagai langkah awal dalam memastikan kemampuan pengurusan tanah gambut dan pertanian berterusan serta cakna akan kepentingan kedua-dua aspek ini.

Kerajaan telah menetapkan hala tuju daripada pelaksanaan garis panduan ini dan sumbangannya kepada aspirasi negara untuk mewujudkan hub pertanian mesra alam dan berkualiti tinggi yang dapat membekalkan bekalan makanan yang mencukupi yang selaras dengan Dasar Agromakanan Negara 2021-2030 (DAN 2.0) dan Polisi Pelaksanaan myGAP. Kejayaan pelaksanaan garis panduan ini bergantung kepada kesediaan semua pemegang taruh iaitu petani, pengusaha, masyarakat dan kerajaan untuk berubah dan menjalinkan kerjasama yang erat untuk melaksanakan pengurusan pertanian di tanah gambut secara sistematik dan mampan.

7. SENARAI RUJUKAN

- Abdul Rani, R. & Ahmad Sayuti, A. F. (2021). Teknologi mekanisasi pengeluaran nanas di tanah gambut-Pengubahsuaian traktor sebagai penggerak utama mekanisasi. *Buletin Teknologi MARDI*, 29, 143-150.
- Acres, B. D., Bower, R. P., Borrough, P. A., Folland, C. J., Kalsi, M. S., Thomas, P., & Wright, P. S. (1975). The soils of Sabah. Volume 1. Classification and description. Land Resource Division, Ministry of Overseas Development, Tolworth Tower, Surbiton, Surrey, England.
- Akta 127, Akta Kualiti Alam Sekeliling, (1974). Undang-Undang Malaysia. (1974). Akta 127 Akta Kualiti Alam Sekeliling, 1974. Pautan: https://www.kasa.gov.my/resources/alamsekitar/akta/Akta_Kualiti_Alam_Sekeliling_1974_ACT_127.pdf
- Amir, H. M., & Sobri, A. A. (2013). Penilaian Amalan Pakej Manual Penanaman Keledek dan Khidmat Nasihat Mardi di Kalangan Penanam Vitato di Malaysia.
- Anshari, G. Z., Gusmayanti, E., & Novita, N. (2021). The use of subsidence to estimate carbon loss from deforested and drained tropical peatlands in Indonesia. *Forests*, 12(6), 732.
- Boelter, D. H. (1974). The hydrologic characteristics of undrained organic soils in the Lake States. *Histosols: Their Characteristics, Classification, and Use*, 6, 33-46.
- Choo, L. N. L. K., Ahmed, O. H., Talib, S. A. A., Ghani, M. Z. A., & Sekot, S. (2020). Clinoptilolite zeolite on tropical peat soils nutrient, growth, fruit quality, and yield of *Carica papaya* L. cv. Sekaki. *Agronomy*, 10(9), 1320
- Choo, L. N. L. K. (2022). Sustainable Tropical Peat Soil Management for Improved Crop Production and Reduce Greenhouse Gas Emission [PowerPoint slides]. Soil Science, Water and Fertilizer Research Centre, MARDI Saratok, Sarawak, Malaysia.
- Esterle, J. S. (1990). Trends in petrographic and chemical characteristics of tropical domed peats in Indonesia and Malaysia as analogues for coal formation. University of Kentucky.
- Food and Agriculture Organization (FAO) (2009). How to Feed the World in 2050. Pautan: https://www.fao.org/fileadmin/templates/wsfs/docs/expert_paper/How_to_Feed_the_World_in_2050.pdf
- Giesen, W. (2015). Utilising non-timber forest products to conserve Indonesia's peat swamp forests and reduce carbon emissions. *Journal of Indonesian Natural History*, 3(2), 17-26.
- Jabatan Alam Sekitar (2019). Kajian Impak Projek Pembinaan dan Menaiktaraf Infrastruktur bagi Mencegah Kebakaran Tanah Gambut yang Sering Terbakar untuk Mengatasi Jerebu di Malaysia.

- Jabatan Perancangan Bandar dan Desa Negeri Selangor (2017). Rancangan Struktur Negeri Selangor 2035. Pautan: <https://www.planmalaysia.gov.my/index.php/pages/view/269>
- Jabatan Perangkaan (n.d). GDP by Kind of Economic Activity at Current Prices. Pautan: <https://www.ekonomi.gov.my/en/socio-economic-statistics/socio-economic/national-accounts>
- Jabatan Pertanian (2006). Buku Ringkasan Panduan Pertanian. Cetakan Ketiga.
- Jabatan Pertanian (2018). Common Soils of Peninsular Malaysia: Soil Profile Description and Analytical Data. First Edition 2018.
- Jabatan Pertanian (2020a). Handbook Penyiasatan dan Penilaian Tanah Edisi 2020.
- Jabatan Pertanian (2020b). Dokumen Pembimbing myGAP.
- Jabatan Pertanian (2020c). Pensijilan Organik Malaysia.
- Jabatan Pertanian (2020d). Garis Panduan Pembangunan Pertanian di Tanah Bercerun Edisi 2020.
- Jabatan Pertanian (2023a). Laporan Akhir bagi Fasa 7 Tahun 2023: Projek Pengurusan Tanah Lestari di Kawasan Sensitif (Tanah Gambut).
- Jabatan Pertanian (2023b). Pelan Tindakan Pengurusan Tanah Gambut (Pertanian) dalam Mengurangkan Risiko Bencana Banjir dan Kebakaran di Johan Setia.
- Kaczmarek, Ł., Grodzka-Łukaszewska, M., Sinicyń, G., Grygoruk, M., Jastrzębska, M., & Szatyłowicz, J. (2023). Hydraulic Conductivity Tests in the Triaxial Stress State: Is Peat an Aquitard or an Aquifer?. *Water*, 15(6), 1064.
- Katimon, A., & Hassan, A. M. M. (1997). Field hydraulic conductivity of some Malaysian peat. *Malaysian Journal of Civil Engineering*, 10, 14-20.
- Kementerian Pertanian dan Industri Makanan (2021). Dasar Agromakanan Negara 2021-2030 (DAN 2.0). Pautan: [https://parlimen.gov.my/resources/files/rsaindex/pdf/Dasar%20Agromakanan%20Negara%202021-2030%20\(DAN%202.0\)_compressed.pdf](https://parlimen.gov.my/resources/files/rsaindex/pdf/Dasar%20Agromakanan%20Negara%202021-2030%20(DAN%202.0)_compressed.pdf)
- Kementerian Sumber Asli, Alam Sekitar dan Perubahan Iklim (2022). *Malaysia Fourth Biennial Update Report to the UNFCCC*. Pautan: <https://unfccc.int/documents/624776>
- Kementerian Sumber Asli, Alam Sekitar dan Perubahan Iklim (2023). Soal Jawab Parlimen NRECC 2023. (2023, June). NRECC. Pautan: <https://www.nrecc.gov.my/parlimen/Lists/papar-Jawapan-Parlimen.aspx?ID=%20%20%20%202349>

- Kementerian Tenaga dan Sumber Asli (2021). Dasar Perhutanan Malaysia. Pautan: <https://www.nrecc.gov.my/ms-my/pustakamedia/Penerbitan/Dasar%20Perhutanan%20Malaysia.pdf>
- Melling, L., Goh, K.J., Hatano, R., Osaki, M., Sayok, A., Ayob, K., & Uyo, L.J. (2006). Soils and hydraulic conductivity of the Loagan Bunut National Park, Sarawak, Malaysia. Paper presented at the International Workshop on Tropical Rain Forest and Boreal Forest Disturbance and Their Affects on Global Warming at Palangka Raya, Indonesia. 16-18 September 2006.
- Melling, L., Katimon, A., Joo, G. K., Uyo, L. J., Sayok, A., & Hatano, R. (2013). Hydraulic Conductivity and Moisture Characteristics of Tropical Peatland Preliminary Investigation. Preprint.
- Najiyati, S., Muslihat, L., & Suryadiputra, I. N. N. (2005). Panduan pengelolaan lahan gambut untuk pertanian berkelanjutan. Projek Climate Change, Forests and Peatlands in Indonesia. Wetlands International – Indonesia Programme dan Wildlife Habitat Canada. Bogor. Indonesia.
- Paramanathan, S. (2010). Keys to the identification of Malaysian soils using parent materials. Param Agricultural Soil Surveys (M) Sdn. Bhd., Petaling Jaya, Selangor, Malaysia.
- Parish, F., Lew, S.Y., Faizuddin, M. & Giesen, W. (Eds.) (2019). RSPO Manual on Best Management Practices (BMPs) for Management and Rehabilitation of Peatlands. 2nd Edition, RSPO, Kuala Lumpur.
- PLANMalaysia (2021). Rancangan Fizikal Negara Keempat (RFN 4). Pautan: <https://www.planmalaysia.gov.my/index.php/pages/view/265>
- Qomar, N. (2020). Prinsip dan Praktik Paludikultur untuk Restorasi Ekosistem Gambut (PPT). Pelatihan Untuk Pelatih Berbasis Lapangan Dalam Pengembangan Budidaya Berkelanjutan Paludikultur, Siak, 26-27 Ogos 2020. Pautan: <https://docplayer.info/198501832-Prinsip-dan-praktik-paludikultur-untuk-restorasi-ekosistem-gambut.html>
- Ramli, M. (1999). Management of Groundwater Resources from Peat in Sarawak. In Workshop Working Towards Integrated Peatland Management, Kuching, Sarawak.
- Reeza, A. A., Hussin, A., & Ahmed, O. H. (2021). Comparison of the effectiveness of three extractants in extracting potassium, calcium and magnesium from tropical peat soils. *Mires & Peat*, 27, 1-10.

- Salmah, Z. (1992). Water Management in Deep Peat Soil in Malaysia.” Cranfield University: Ph.D. thesis.
- USDA (1999). Soil taxonomy: a basic system of soil classification for making and interpreting soil surveys, agricultural handbook no. 436, Natural Resources Conservation Service, USDA, Washington DC, USA, pp. 886.
- USDA (2010). Soil Taxonomy 2010.
- Vernimmen, R. & Hooijer, A. (2013). General introduction to peatlands and peatland functioning (PPT). For Winrock-GEC workshop “Development of a field survey and monitoring plan for the North Selangor Peat Swamp Forest”. 2-3 December 2013, Kuala Selangor Nature Park, Malaysia.
- Verry, E. S., Boelter, D. H., Päivänen, J., Nichols, D. S., Malterer, T., & Gafni, A. (2011). Physical properties of organic soils. Peatland biogeochemistry and watershed hydrology at the Marcell experimental forest, 135-176.
- Wahab, A., Hasan, M., Kusin, F. M., Embong, Z., Zaman, Q. U., Babar, Z. U., & Imran, M. S. (2022). Physical Properties of Undisturbed Tropical Peat Soil at Pekan District, Pahang, West Malaysia. *International Journal of Integrated Engineering*, 14(4), 403-414.
- Widyatmanti, W., Minasny, B., Awanda, D., Umarhadi, D. A., Fatma, Z. S. N., Mahendra, W. K., & Field, D. J. (2022). *Codification to secure Indonesian peatlands: From policy to practices as revealed by remote sensing analysis*. *Soil Security*, 9, 100080.
- Wijedasa, L. S., Sloan, S., Page, S. E., Clements, G. R., Lupascu, M., & Evans, T. A. (2018). *Carbon emissions from South-East Asian peatlands will increase despite emission-reduction schemes*. *Global Change Biology*, 24(10), 4598-4613.
- Wong, I. F. T. (2009). Soil-crop suitability classification for Peninsular Malaysia. Second Edition 2009. Ministry of Agriculture and Fisheries, Malaysia.
- Yakup P., Jaman O., Megir G. & Eng, L. (2009). Penanaman Ubi Kayu. Jabatan Pertanian Sarawak, 19 pp.

8. SENARAI LAMPIRAN

Lampiran 1

Kunci untuk Mengenal Pasti Tanah Gambut Cetek, Sederhana Dalam dan Dalam.

Jadual L1: Key to Identification of Shallow Organic Soils

Depth of SOM	Nature of substratum	Sapric		Hemic		Fibric		Very Woody (>60% wood)
		Dominant SOM at middle tier	Non woody (0-5% wood)	Woody (5-60% wood)	Non woody (0-5% wood)	Woody (5-60% wood)	Non woody (0-5% wood)	
(>50 - 100 cm)	Riverine clay		Semangat		Gali (g)		Changkat Lobak (g)	
	Riverine sandy				Pak Bong (g)			
	Marine clay		Linggi (b)		Mukah (g)			
	Marine clay sulfidic/sulfuric		Nipis (g)		Bakri			
	Marine sand		Penor					
	Marine sand calcareous							
	Limestone residuum							

Note: Substratum colour: (b) = Brown (g) = Grey

Sumber: Jabatan Pertanian (2020a)

Jadual L2: Key to Identification of Moderately Deep and Deep Organic Soils

Depth of SOM	Nature of substratum	Sapric		Hemic		Fibric		Very Woody (>60% wood)
		Dominant SOM at middle tier	Non woody (0-5% wood)	Woody (5-60% wood)	Non woody (0-5% wood)	Woody (5-60% wood)	Non woody (0-5% wood)	
(>100 - 300 cm)	Riverine clay				Tasik (b)			
	Riverine sandy							
	Marine clay		Teluk Buluh (b)				Kundang (g)	
	Marine clay sulfidic/sulfuric					Simpai		
	Marine sand							
	Marine sand calcareous							
	Limestone residuum							
(>300 cm)	Riverine clay				Gondang		Salleh	
	Riverine sandy							
	Marine clay				Bayas		Bebar	
	Marine clay sulfidic/sulfuric					Soi		
	Marine sand							
Marine sand calcareous								

Note: Substratum colour: (b) = Brown (g) = Grey

Sumber: Jabatan Pertanian (2020a)

Lampiran 2

Strategi Pencegahan dan Pengawalan Kebakaran Tanah Gambut di Kawasan Pertanian.



Strategi pencegahan dan pengawalan kebakaran yang perlu dilaksanakan untuk tujuan meminimumkan risiko kejadian kebakaran tanah gambut di kawasan pertanian adalah seperti berikut:

Strategi 1: Menandakan kawasan pertanian di tanah gambut.

Bagi mencegah pencerobohan, kebakaran dan aktiviti-aktiviti yang lain yang tiada kaitan, sempadan kawasan pengurusan dikehendaki menandakan dengan papan tanda yang jelas termasuk pemilikan. Aktiviti khusus seperti pemantauan berkala dan penandaan sempadan kawasan pertanian yang diusahakan perlu ditandakan untuk mengelakkan sebarang kejadian kebakaran tanah gambut. Penyelenggaraan sempadan perlu di buat secara berkala (sekurang-kurangnya 2 kali setahun).

Strategi 2: Menangani masalah penerokaan dan pengusahaan haram aktiviti pertanian sedia ada di tanah gambut.

Beberapa kawasan tanah gambut telah dikesan dan diteroka haram untuk tujuan tebus guna bagi aktiviti pertanian, penternakan dan lain-lain. Antara jenis tanaman yang diusahakan adalah seperti ubi kayu, jagung, halia, kunyit, nanas, kelapa sawit, pisang, penternakan lembu dan kambing.

Tindakan pencegahan dan penguatkuasaan (Operasi Pelupusan) terhadap penerokaan haram perlu diambil oleh Kerajaan Negeri dan Pihak Berkuasa Tempatan untuk membanteras penerokaan/ pendudukan tanpa kebenaran di tanah gambut adalah seperti:

a) Tindakan Pencegahan

- (i) Menanda tanda sempadan dengan jelas dan dilarang masuk.
- (ii) Menutup akses/laluan masuk ke kawasan pertanian yang diusahakan – membina pagar berpaling besi (berkunci) atau meletakkan batu penghadang (concrete beam) di laluan masuk bagi mencegah kemasukan kenderaan peneroka/orang awam tanpa kebenaran.
- (iii) Pemantauan dan rondaan – menjalankan aktiviti pemantauan dan rondaan secara kerap dan konsisten mengikut monsun untuk mencegah dan mengawal kebakaran serta menaikkan paras air dalam tanah .
- (iv) Penggunaan Teknologi Geomatik [remote sensing, Global Positioning System (GPS) dan Geographical Information System (GIS)] - bagi penyediaan peta kawasan risiko pencerobohan tanpa kebenaran, pengesanan lokasi kejadian kebakaran dengan cepat dan tepat.

b) Tindakan Penguatkuasaan

- (i) Menubuhkan Jawatankuasa Penyelaras Tindakan Membanteras Penerokaan Tanpa Kebenaran dengan mengambil tindakan penguatkuasaan undang-undang secara bersama/bersepadu menerusi penglibatan agensi-agensi penguatkuasaan lain seperti Polis, Pejabat Daerah dan Tanah, RELA dan Pihak Berkuasa Tempatan.
- (ii) Mengeluarkan Notis Pemberitahuan mengosongkan tempat ketika tindakan penguatkuasaan bakal diambil bagi memberi tempoh masa secukupnya untuk pengosongan/tindakan sewajarnya di buat oleh peneroka terbabit (khusus bagi kes melibatkan pendudukan secara haram).

- (iii) Memusnahkan tanaman dan binaan infrastruktur/pertanian seperti rumah/pondok, kandang, jambatan, dan lain-lain.
- (iv) Merampas/sita/tahan jentera, kenderaan dan peralatan kerja.
- (v) Menjalankan kerja-kerja pemasangan pintu pagar/penghalang di jalan masuk dan penanaman semula di kawasan yang telah menjalankan operasi.

Strategi 3: Mengenal pasti sumber air dan rangkaian sistem perparitan yang ada di kawasan pertanian.

Sistem perparitan yang masih aktif salirkan air dalam kawasan pertanian merupakan punca utama kejadian kebakaran tanah gambut. Justeru, rangkaian sistem perparitan dalam kawasan tanah gambut perlu dikenal pasti dan merangka tindakan-tindakan sewajar yang boleh dilaksanakan bagi tujuan pencegahan dan pengawalan kebakaran tanah gambut mengikut kesesuaian tanaman yang diusahakan.

Strategi 4: Pembangunan dan pembinaan infrastruktur untuk mencegah dan mengawal kebakaran di kawasan pertanian.

Pembangunan dan pembinaan infrastruktur bagi mencegah dan mengawal kebakaran adalah bertujuan untuk menyekat pengaliran air keluar daripada kawasan pertanian, meningkatkan paras air bawah permukaan dan mengekalkan kelembapan tanah gambut serta mengurangkan risiko kejadian kebakaran. Berikut adalah cadangan infrastruktur asas yang perlu dibangunkan di kawasan pertanian bagi mencegah dan mengawal kebakaran tanah gambut:

- a) Membina sekatan parit dan menyelenggara parit perimeter dan sekunder.
- b) Pemasangan Telaga tiub (tube well) bagi membekalkan air dari bawah tanah untuk membantu meningkatkan kelembapan tanah gambut dan mencegah kekeringan tanah gambut.
- c) Pembinaan kolam takungan dalam kawasan pertanian sebagai bekalan air bagi aktiviti pencegahan dan pemadaman kebakaran serta pengurusan aktiviti pertanian.
- d) Pemasangan papan tanda pemilikan tanah dan papan tanda FDRS serta mengemaskini maklumat di papan tanda FDRS setiap hari melalui laman web <https://myclimate.met.gov.my/fdrsWmsNwpMsiaMetPortal>.
- e) Pembinaan pagar berpaling bagi mengawal kemasukan orang awam ke dalam kawasan pertanian khususnya zon-zon risiko kebakaran.

Strategi 5: Mengadakan kempen-kempen kesedaran dan penyebaran maklumat berkenaan dengan bahaya kebakaran tanah gambut secara efektif

Kempen kesedaran dan penyebaran maklumat berkenaan dengan bahaya kebakaran tanah gambut adalah strategi yang sangat penting dalam mendidik dan memberi kesedaran kepada para petani dan pemegang taruh dan masyarakat setempat. Kempen ini boleh dilaksanakan bermula secara berkelompok dengan melibatkan para petani dan pengusaha yang bertujuan untuk meningkatkan kefahaman dan kesedaran mengenai kesan/implikasi kebakaran tanah gambut dan langkah-langkah mengurangkan risiko kebakaran tanah gambut di kawasan pertanian. Antara aktiviti-aktiviti yang disyorkan adalah seperti berikut:

- a) Mengedarkan bahan-bahan rujukan seperti poster pencegahan kebakaran tanah gambut dan risalah yang berkaitan.
- b) Papan tanda pemilikan tanah dan FDRS perlu didirikan di tempat yang sesuai dan mudah dilihat.
- c) Ceramah dan/atau pameran mengenai bahaya dan pencegahan kebakaran tanah gambut.

Strategi 6: Mempertingkatkan pemantauan dan rondaan serta penguatkuasaan secara bersepadu di zon-zon pertanian yang risiko kebakaran tanah gambut.

Pemantauan dan rondaan secara bersepadu perlu dijalankan dan ditingkatkan di kawasan yang telah dikenal pasti. Setiap zon ini mempunyai risiko kebakaran yang sangat tinggi dan berbeza berdasarkan beberapa faktor manusia dan alam. Penguatkuasaan, pemantauan dan rondaan secara bersepadu di zon-zon ini adalah pendekatan yang sangat penting untuk mencegah kejadian kebakaran terutamanya pada musim kemarau. Aspek-aspek yang perlu ditekankan ketika mengadakan pemantauan dan rondaan lapangan adalah seperti berikut:

- a) Pengukuran paras air
- b) Pemantauan kualiti air
- c) Pemantauan penyusutan tanah gambut (peat subsidence)
- d) Pemantauan kesan pembinaan sekatan parit atau infrastruktur lain
- e) Kemajuan dalam pemulihan tanah gambut
- f) Perlindungan daripada pencerobohan
- g) Kebarangkalian untuk berlaku kebakaran
- h) Perlindungan daripada pencemaran

Strategi 7: Penggunaan sistem ramalan risiko kebakaran mengikut musim.

Selaras dengan arus teknologi masa kini dan kemajuan dunia tanpa sempadan, aktiviti pencegahan kebakaran tanah gambut dapat dipermudahkan dengan bantuan bekalan data/maklumat satelit yang diperolehi daripada sistem-sistem yang disenaraikan di Jadual 4.5.

Strategi 8: Kerjasama dengan pemilik tanah yang berdekatan dengan kawasan risiko kebakaran tanah gambut.

Jabatan Pertanian perlu mengadakan mesyuarat dan program bersama pemilik tanah yang mengusahakan aktiviti pertanian bagi meningkatkan kefahaman dan kerjasama untuk mencegah dan mengawal kebakaran tanah gambut. Ini hanya akan dapat dicapai melalui kerjasama dengan semua pihak yang berkaitan.

Menubuhkan kumpulan komuniti yang prihatin kepada pengurusan pertanian secara mampan dan pencegahan kebakaran di tanah gambut. Kumpulan komuniti ini biasanya akan diketuai oleh ketua pengusaha aktiviti pertanian mengikut kawasan pertanian yang diusahakan dan menjadi penggerak utama kepada aktiviti pemantauan dan pencegahan kebakaran tanah gambut di kawasan pengurusan pertanian tersebut. Segala aktiviti pencegahan dan pengawalan kebakaran serta pelaksanaan program bimbingan kelompok diadakan melalui kumpulan komuniti ini. Komunikasi yang baik di antara kumpulan komuniti ini dengan pihak yang bertanggungjawab di dalam pengurusan hutan gambut adalah amat penting.

Lampiran 3

Jawatankuasa Teknikal Pengurusan Pertanian di Tanah Gambut (JTPPTG)

PENAUNG:	YBhg. Dato' Nor Sam binti Alwi Ketua Pengarah Pertanian Jabatan Pertanian Putrajaya
PENASIHAT:	Pn. Normaizah binti Hj. Ismail @Manaf Pengarah Bahagian Pengurusan Sumber Tanah (BPST) Jabatan Pertanian Putrajaya
PENGERUSI:	Pn. Khazana binti Ibrahim Timbalan Pengarah BPST Jabatan Pertanian Putrajaya
TIMBALAN PENGERUSI:	Pn. Zakiyyah binti Jasni Ketua Penolong Pengarah Kanan BPST Jabatan Pertanian Putrajaya
SETIAUSAHA:	Pn. Masni binti Mohd Marzuki Ketua Penolong Pengarah BPST Jabatan Pertanian Putrajaya
AHLI:	En. Noranizam bin Mohd Sahil Ketua Penolong Pengarah Kanan BPST Jabatan Pertanian Putrajaya Pn. Asnita binti Abu Harirah Ketua Penolong Pengarah Kanan BPST Jabatan Pertanian Putrajaya En. Mario Valeriano Ketua Penolong Pengarah Kanan BPST Jabatan Pertanian Putrajaya Ts. Dr. Marshall Kana Samuel Pegawai Penyelidik Kanan Program Sains Tanah & Air Institut Penyelidikan dan Kemajuan Pertanian Malaysia Saratok, Sarawak

Dr. Liza Nuriati Lim Kim Choo
Pegawai Penyelidik Kanan
Program Sains Tanah & Air
Institut Penyelidikan dan Kemajuan Pertanian Malaysia
Saratok, Sarawak

Pn. Radziah Jack
Ketua Bahagian Pengurusan Tanah
Bahagian Pengurusan Tanah
Jabatan Pertanian Sarawak

En. Jopen Anak Abut
Pegawai Penyelidik Kanan (Pengurusan Tanah)
Bahagian Pengurusan Tanah
Jabatan Pertanian Sarawak

En. Janie Tating @ Paulus
Timbalan Pengarah Pertanian
Bahagian Penyelidikan dan Inovasi
Jabatan Pertanian Sabah

En. Roslan Mahali
Ketua Penolong Pengarah Penyelidik
Seksyen Kajian dan Pengurusan Sumber Tanah
Jabatan Pertanian Sabah

En. Jutom Ongkosing
Penolong Pengarah Penyelidik
Unit Pemuliharaan Tanah, Kesuburan & Baja
Seksyen Kajian dan Pengurusan Sumber Tanah
Jabatan Pertanian Sabah

En. Aldrich Richard (Sehingga 25 Oktober 2023)
Ketua Seksyen Pengurusan Hutan Tanah Lembap
Bahagian Pengurusan Hutan
Jabatan Perhutanan Semenanjung Malaysia
Kuala Lumpur

En. Noradli@Mohd Adli bin Parsada
Ketua Seksyen Pengurusan Hutan Tanah Lembap
Bahagian Pengurusan Hutan
Jabatan Perhutanan Semenanjung Malaysia
Kuala Lumpur

En. Ahmad Madzhar bin Mansor (Sehingga 1 Oktober 2023)

Penolong Pengarah Kanan

Seksyen Pengurusan Data Kualiti Udara

Bahagian Udara, Jabatan Alam Sekitar Putrajaya

Pn. Ijan Kushaida binti Mohd Jan

Penolong Pengarah Kanan

Unit Pembangunan dan Pencegahan

Seksyen Pengurusan Data Kualiti Udara

Bahagian Udara, Jabatan Alam Sekitar Putrajaya

Pn. Bakiyalethumi A/P Rajendran

Ketua Penolong Pengarah

Bahagian Saliran Mesra Alam

Jabatan Pengairan dan Saliran Kuala Lumpur

En. Edward Muol

Timbalan Pengarah Geosains

Jabatan Mineral & Geosains, Sarawak

En. Nizarul Ikram Abdul Rahim

Pengarah Penyelarasan Pelaksanaan Operasi

Jabatan Mineral & Geosains Putrajaya

Prof. Madya Dr. Christopher Teh Boon Sung

Ketua Jabatan Pengurusan Tanah

Jabatan Pengurusan Tanah

Fakulti Pertanian

Universiti Putra Malaysia

Dr. Syaharudin bin Zaibon

Pensyarah Kanan

Jabatan Pengurusan Tanah

Fakulti Pertanian

Universiti Putra Malaysia

Dr. Nor Shahidah binti Mohd Nazer

Pensyarah Fakulti Sains dan Teknologi

Universiti Kebangsaan Malaysia

Pn. Hasnah binti Arbaen

Ketua Penolong Pengarah

Bahagian Pembangunan Industri Tanaman

Jabatan Pertanian Putrajaya

Pn. Sudarti binti Asri (Sehingga 6 September 2022)
Ketua Penolong Pengarah
Bahagian Pembangunan Industri Tanaman
Jabatan Pertanian Putrajaya

Pn. Salina binti Main
Ketua Penolong Pengarah
Bahagian Pembangunan Industri Tanaman
Jabatan Pertanian Putrajaya

En. Muhammad Syaifudin bin Omar
Timbalan Pengarah
Bahagian Kejuruteraan Pertanian
Jabatan Pertanian Serdang, Selangor

En. Radzdy bin Guatching
Ketua Penolong Pengarah
Bahagian Kejuruteraan Pertanian
Jabatan Pertanian Serdang, Selangor

En. Rusdan bin Abdul Talib
Ketua Penolong Pengarah Kanan
Bahagian Perancangan Strategik
Jabatan Pertanian Putrajaya

En. Mustadza bin Shukor
Ketua Penolong Pengarah BPST
Jabatan Pertanian Putrajaya

En. Mohd Amiruddin bin Ramli
Penolong Pengarah
Bahagian Perancangan Strategik
Jabatan Pertanian Putrajaya

En. Ahmad Farhan bin Hadtimin
Penolong Pengarah BPST
Jabatan Pertanian Putrajaya

En. Mohamad Farih bin Mohamad Din
Penolong Pengarah BPST
Jabatan Pertanian Putrajaya

Pn. Norhafizah binti Ismail
Penolong Pengarah BPST
Jabatan Pertanian Putrajaya

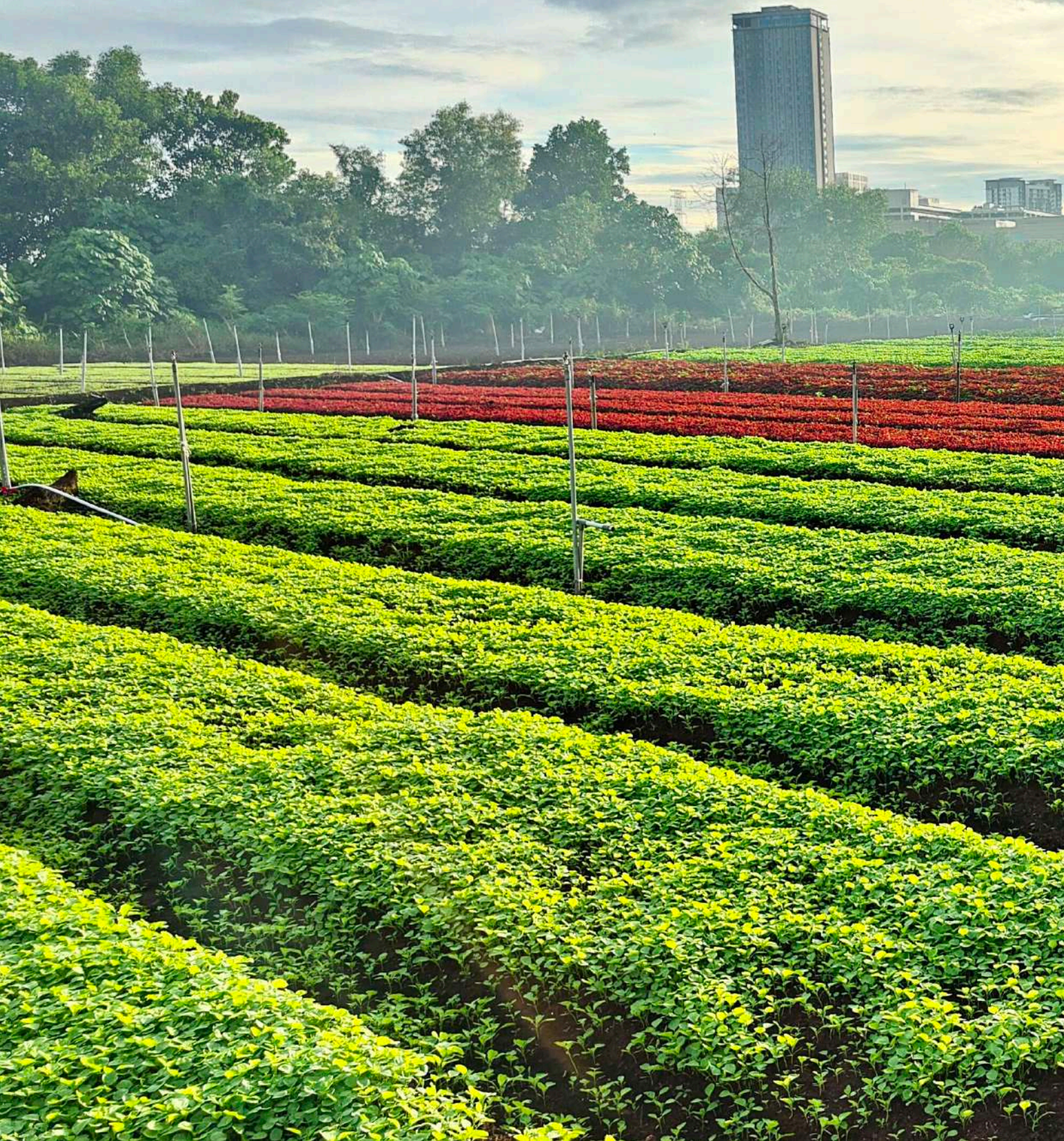
Pn. Rosliyan binti Abdul Shukur
Penolong Pengarah BPST
Jabatan Pertanian Putrajaya

URUS SETIA:

Pn. Nelda Yanty binti Samsir
Penolong Pegawai Pertanian BPST
Jabatan Pertanian Putrajaya

Pn. Siti Rohani binti Jamaludin
Penolong Pegawai Pertanian BPST
Jabatan Pertanian Putrajaya

*Pengurusan Tanah Gambut
untuk
Pertanian Lestari*





CATATAN









**JABATAN PERTANIAN
KEMENTERIAN PERTANIAN DAN KETERJAMINAN MAKANAN**

Aras 7-17, Wisma Tani, No. 30 Persiaran Perdana, Presint 4
Pusat Pentadbiran Kerajaan Persekutuan, 62624 Putrajaya, MALAYSIA

Laman web: www.doa.gov.my

Talian am: +603-8870 3042 / 3102 / 3038 / 3050

Faks: +603-8870 3044

Emel: pro@doa.gov.my

Terbitan 2023

Dicetak dan direka bentuk oleh Global Environment Centre

ISBN 978-983-047-323-9

