



PENGEMBANGAN PRAKTIK PENYIAPAN LAHAN TANPA BAKAR BERBASIS MASYARAKAT



PENGEMBANGAN PRAKTIK PENYIAPAN LAHAN TANPA BAKAR BERBASIS MASYARAKAT



Sanksi Pelanggaran Pasal 113
Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 28 Tahun 2014
Tentang Hak Cipta

- (1) Setiap Orang yang dengan tanpa hak melakukan pelanggaran hak ekonomi sebagaimana dimaksud dalam Pasal 9 ayat (1) huruf i untuk Penggunaan Secara Komersial dipidana dengan pidana penjara paling lama 1 (satu) tahun dan/atau pidana denda paling banyak Rp100.000.000 (seratus juta rupiah).
- (2) Setiap Orang yang dengan tanpa hak dan/atau tanpa izin Pencipta atau pemegang Hak Cipta melakukan pelanggaran hak ekonomi Pencipta sebagaimana dimaksud dalam Pasal 9 ayat (1) huruf c, huruf d, huruf f, dan/atau huruf h untuk Penggunaan Secara Komersial dipidana dengan pidana penjara paling lama 3 (tiga) tahun dan/atau pidana denda paling banyak Rp500.000.000,00 (lima ratus juta rupiah).
- (3) Setiap Orang yang dengan tanpa hak dan/atau tanpa izin Pencipta atau pemegang Hak Cipta melakukan pelanggaran hak ekonomi Pencipta sebagaimana dimaksud dalam Pasal 9 ayat (1) huruf a, huruf b, huruf e, dan/atau huruf g untuk Penggunaan Secara Komersial dipidana dengan pidana penjara paling lama 4 (empat) tahun dan/atau pidana denda paling banyak Rp1.000.000.000,00 (satu miliar rupiah).
- (4) Setiap Orang yang memenuhi unsur sebagaimana dimaksud pada ayat (3) yang dilakukan dalam bentuk pembajakan, dipidana dengan pidana penjara paling lama 10 (sepuluh) tahun dan/atau pidana denda paling banyak Rp4.000.000.000,00 (empat miliar rupiah).

PENGEMBANGAN PRAKTIK PENYIAPAN LAHAN TANPA BAKAR BERBASIS MASYARAKAT

Dokumen ini diproduksi dengan dukungan Kegiatan Kerjasama Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan (KLHK) dengan International Tropical Timber Organization (ITTO) melalui ITTO Project PP-A/56-340-1 *“Capacity Building on Forest and Land Fire Management in Indonesia”*



**Direktorat Jenderal Pengendalian Perubahan Iklim,
Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan, Indonesia**

International Tropical Timber Organization

**PENGEMBANGAN PRAKTIK
PENYIAPAN LAHAN TANPA BAKAR
BERBASIS MASYARAKAT**

Penyusun

Saptadi Darmawan, Kushartati Budiningsih, Irfan Malik Setiabudi

Pendukung Substansi

Kelompok Peneliti Pengolahan Kimia Energi dan Hasil Hutan Bukan Kayu, KLHK

Editor

Prof. (Ris.). Dr. Gustan Pari, Dr. Israr, Eny Haryati

Kontributor Foto

Saptadi Darmawan, Kushartati Budiningsih, Gustan Pari, Gusmailina, Djeni Hendra, Alfian, Marinus Kristiadi Harun, KPHP Lakitan BC, Daops Dalkarhutla Ketapang

Ilustrator – Layout

Hery Purnomo

Edisi/Cetakan

Cetakan Pertama, Desember 2021

ISBN

viii + 141 halaman

17 x 25 cm

ISBN 978-623-98589-0-2



Direktorat Jenderal Pengendalian Perubahan Iklim,
Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan, Indonesia

International Tropical Timber Organization

DAFTAR ISI

DAFTAR ISI — iii

DAFTAR TABEL — iv

DAFTAR GAMBAR — vii

KATA PENGANTAR — viii

BAB 1. Kebakaran Hutan dan Lahan — 1

BAB 2. Pengenalan Lahan Gambut — 13

BAB 3. Peraturan Perundang-undangan dan Kebijakan Kebakaran Hutan dan Lahan — 23

BAB 4. Partisipasi Masyarakat dalam Pencegahan Kebakaran Hutan dan Lahan — 31

BAB 5. Penyiapan Lahan Tanpa Bakar — 37

BAB 6. Pemanfaatan Limbah Penyiapan Lahan — 43

BAB 7. Pembuatan Asap Cair — 49

BAB 8. Pembuatan Arang — 59

BAB 9. Pembuatan Arang Kompos — 69

BAB 10. Pembuatan Briket Arang — 79

BAB 11. Pembuatan Kompor Biomassa/Tungku — 83

BAB 12. Pembuatan Kompos Blok — 87

BAB 13. Desain Demplot — 91

BAB 14. *Lesson Learned* Implementasi Praktik — 107

BAB 15. Pengembangan Kewirausahaan Arang Terpadu — 125

BAB 16. Penutup — 139

Daftar Pustaka

DAFTAR GAMBAR

- GAMBAR 1.1. Penyebab kebakaran hutan dan lahan di Indonesia — 7
- GAMBAR 2.1. Budidaya kangkung di lahan gambut — 16
- GAMBAR 2.2. Pola tanam jelutung dan padi di lahan gambut — 19
- GAMBAR 2.3. Tanaman galem (*Melaleuca sp*) di Tambang Nusa, Kalimantan Tengah — 21
- GAMBAR 7.1. Urutan proses pembuatan asap cair — 48
- GAMBAR 7.2. Sketsa bagian tungku drum — 50
- GAMBAR 7.3. Alat pembuatan asap cair dan menggunakan pendingin bambu — 51
- GAMBAR 7.4. Alat pembuatan asap cair dengan pendingin stainless steel — 52
- GAMBAR 7.5. Alat pembuatan asap cair dengan pendingin stainless steel — 54
- GAMBAR 7.6. Pembuatan asap cair perbandingan stainless steel — 55
- GAMBAR 8.1. Alur proses pembuatan arang — 58
- GAMBAR 8.2. Sketsa bagian tungku drum pengarangan — 59
- GAMBAR 8.3. Sketsa dan pembuatan arang menggunakan drum — 62
- GAMBAR 8.4. Sketsa tungku/kotak timbun — 63
- GAMBAR 8.5. Pembuatan arang dengan kotak timbun — 64
- GAMBAR 8.6. Alat pengarangan terbuka — 66
- GAMBAR 8.7. Proses pengarangan terbuka — 67
- GAMBAR 9.1. Limbah organik sebagai bahan baku pembuatan arang kompos — 72
- GAMBAR 9.2. Tempat dan wadah pembuatan arkoba — 72
- GAMBAR 9.3. Skema cara membuat arang kompos bioaktif dan arang kompos — 73
- GAMBAR 9.4. Cara membuat arang kompos bioaktif — 76
- GAMBAR 9.5. Cara membuat arang kompos — 77
- GAMBAR 10.1. Diagram pembuatan briket arang — 80

- GAMBAR 10.2. Persiapan pembuatan briket: pengayakan arang, pembuatan perekat, pengadukan arang dan perekat — 81
- GAMBAR 10.3. Beberapa alat cetak dan bentuk cetakan briket: cetak hidrolik listrik, cetak hidrolik manual, cetak pres mekanis mesin dan cetak manual — 82
- GAMBAR 10.4. Bentuk briket arang: silinder, kotak dan jengkol — 82
- GAMBAR 11.1. Kompos biomassa (tungku) hemat energi untuk arang dan briket arang — 86
- GAMBAR 12.1. Pencetakan kompos blok — 90
- GAMBAR 12.2. Pengeringan kompos blok — 90
- GAMBAR 13.1. Desain demplot aplikasi arang terpadu di KPHP Lakitan Bukit Cogong — 95
- GAMBAR 13.2. Demplot aplikasi arang terpadu di KPHP Lakitan Bukit Cogong — 95
- GAMBAR 13.3. Desain demplot aplikasi arang terpadu di Kab. Pulang Pisau — 96
- GAMBAR 13.4. Demplot aplikasi arang terpadu di Kab. Pulang Pisau — 96
- GAMBAR 13.5. Pembukaan dan pemasangan ajir di lahan gambut KPHP Lakitan BC — 97
- GAMBAR 13.6. Pemberian arang kompos pada lubang tanam jagung di KPHP Lakitan BC — 97
- GAMBAR 13.7. Persiapan dan penyemprotan asap cair di KPHP Lakitan BC — 103
- GAMBAR 13.8. Pemberian arang kompos dengan sistem lajur/larikan — 104
- GAMBAR 13.9. Pemberian arang kompos dengan sistem melingkar — 104
- GAMBAR 13.10. Pemberian arang kompos dengan sistem gundukan — 105
- GAMBAR 14.1. Demplot aplikasi arang terpadu di lahan gambut pada beberapa jenis tanaman di Desa Garung, Kab. Pulang Pisau, Kalteng — 109
- GAMBAR 14.2. Praktek pembuatan arang dan asap cair di Desa Singa (kiri) dan serah terima bantuan alat produksi arang terpadu — 111
- GAMBAR 14.3. Aplikasi asap cair pada tanaman pertanian yang dilakukan oleh

- Manggala Agni Daops Ketapang, Kalbar —112
- GAMBAR 14.4. Demplot aplikasi arang terpadu pada lahan gambut di KPHP Lakitan BC —113
- GAMBAR 14.5 Rangkuman kegiatan alih iptek di Toraja —114
- GAMBAR 14.6. Pemanenan padi secara simbolis dan penyerahan bantuan peralatan arang terpadu —115
- GAMBAR 14.7. Alih iptek arang terpadu di Desa Karya Mukti, Kabupaten Cianjur —115
- GAMBAR 14.8. Aplikasi teknologi arang terpadu pada tanaman kopi di Desa Gunung Padang, Kabupaten Cianjur —116
- GAMBAR 14.9. Aplikasi arang terpadu pada tanaman padi dengan sistem Tabela (Tanam benih langsung) di Desa Sukaresmi, Cianjur —116
- GAMBAR 14.10. Aplikasi teknologi arang terpadu pada tanaman Kopi Arabica dan strowberi di Desa Sukaresmi Kabupaten Cianjur —117
- GAMBAR 14.11. Diseminasi teknologi arang terpadu di Desa Kembang Damai —118
- GAMBAR 14.12. Alih Teknologi berlokasi di Balai Litbang Aek Nauli —119
- GAMBAR 14.13. Alih iptek Arang terpadu di pesantren Ummul Quro Muara Istiqomah, Bogor —120
- GAMBAR 14.14. Alih iptek Arang Terpadu di PT. Wijaya Sentosa —120
- GAMBAR 14.15. Alih iptek arang terpadu di PT. JDIPI —121
- GAMBAR 14.16. Hubungan penggunaan jenis bahan bakar dengan tingkat pendapatan dan tingkat kebersihan/kesehatan, efisiensi dan biaya (Holdren and Smith, 2000) —122
- GAMBAR 15.1. Skema kewirausahaan teknologi arang terpadu —126
- GAMBAR 15.2. Skema Kewirausahaan Asap Cair — 128
- GAMBAR 15.3. Perbandingan umbi talas pada lahan gambut tanpa dan dengan teknologi arang terpadu, serta tanah mineral — 129
- GAMBAR 15.4. Aplikasi asap cair pada tanaman kelapa sawit oleh Tim KPHP Lakitan BC — 130

- GAMBAR 15.5. Persentase pertumbuhan tinggi (T) dan diameter (T) tanaman jelutung dan gelam dengan dan tanpa penggunaan arang kompos (umur 2 minggu penanaman) — 131
- GAMBAR 15.6. Penambahan biomassa kangkung dan jagung — 131
- GAMBAR 15.7. Arang kompos produksi kelompok tani binaan Dishut Kab. Garut — 132
- GAMBAR 15.8. Aplikasi teknologi arang kompos pada tanaman kol di Garut — 133
- GAMBAR 15.9. Aplikasi Arang Kompos Bioaktif pada tanaman hias — 133
- GAMBAR 15.10. Aplikasi arang kompos pada lahan Gerhan di Kab. Garut — 134

DAFTAR TABEL

- TABEL 1.1. Luas areal terbakar di Indonesia periode 2015-2020— 3
- TABEL 1.2. Dampak kebakaran hutan —11
- TABEL 3.1. Peraturan terkait Pengendalian Karhutla sebelum UU Cipta Kerja —26
- TABEL 3.2. Rekapitulasi kegiatan dalam penyelenggaraan pencegahan, penanggulangan/pemadaman dan penanganan paska kebakaran— 27
- TABEL 3.3. Tahapan pemulihan ekosistem gambut —29
- TABEL 13.1. Formulasi arang kompos untuk setiap kelompok tanaman di Kab Pulang Pisau —97
- TABEL 13.2. Formulasi arang kompos untuk setiap kelompok tanaman di KPHP Lakitan BC —97
- TABEL 15.1. Perbandingan pengolahan sawah konvensional/kimia dan asap cair —130
- TABEL 15.2. Perbandingan sistem budidaya padi secara konvensional dan menggunakan arang kompos dan asap cair di Ciranjang dan Desa Sukaresmi —135

KATA PENGANTAR

Setidaknya sejak kebakaran masif pada tahun 2015, kita belajar banyak untuk lebih serius melakukan langkah-langkah perbaikan (*corrective action*) dalam penanganan kejadian kebakaran hutan dan lahan (karhutla). Sejalan dengan arahan Presiden Joko Widodo, kita juga harus selalu meningkatkan koordinasi dan sinergi dengan para pihak secara bersama-sama dan bahu-membahu (*collective action*) melakukan pengendalian kebakaran hutan dan lahan. Presiden Joko Widodo juga menegaskan untuk selalu mengedepankan upaya pencegahan kebakaran hutan dan lahan dibandingkan dengan penanggulangan atau pemadaman kebakaran. Upaya pencegahan kebakaran dimaksud berupa meminimalisasi dan mencegah terjadinya kebakaran, termasuk melakukan deteksi dini dan pemadaman secepat mungkin ketika kebakaran masih dalam fase awal atau kecil. Upaya pencegahan kebakaran hutan dan lahan tersebut, akan semakin memberikan hasil yang signifikan ketika melibatkan peran para pihak yang terkait, termasuk yang sangat penting adalah peran masyarakat lokal.

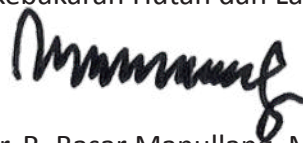
Berbagai literatur menyebutkan bahwa hampir 99% penyebab kebakaran hutan dan lahan di Indonesia diakibatkan faktor manusia (antropogenik), dimana salah satu diantaranya dalam bentuk praktik pengelolaan pertanian secara konvensional, yaitu penyiapan lahan dengan melakukan pembakaran. Praktik pembakaran ini dianggap cepat, murah, dan dapat menambah kesuburan tanah, namun demikian pembakaran ini dapat memicu terjadinya kebakaran hutan dan lahan yang masif dan tidak terkendali. Pada akhirnya hal ini dapat mengakibatkan dampak yang jauh lebih merugikan bagi semua pihak.

Dalam upaya menekan terjadinya kebakaran hutan dan lahan sebagai akibat dari praktik penyiapan lahan, maka diperlukan suatu alternatif metode bagi masyarakat lokal dalam agar tidak melakukan pembakaran dalam penyiapan lahan pertaniannya. Proses perubahan perilaku masyarakat ini, tentu saja bukanlah sesuatu yang mudah dilakukan dan cepat memberikan hasil, namun harus dilakukan dengan bertahap dan terus-menerus, serta pendampingan yang kontinyu sehingga pada akhirnya masyarakat memahami penyebab dan dampak kebakaran hutan dan lahan, dan turut serta dalam upaya pencegahan kebakaran hutan dan lahan.

Modul ini merupakan salah satu upaya dalam mendorong praktik pencegahan kebakaran hutan dan lahan, melalui pemberian pengetahuan dasar berkaitan dengan pengendalian kebakaran hutan dan lahan, termasuk regulasi,

karakteristik lahan gambut serta signifikansi peran serta masyarakat. Modul ini memberikan alternatif-alternatif praktik Penyiapan Lahan Tanpa Bakar (PLTB) berupa pemanfaatan limbah penyiapan lahan, termasuk aplikasinya dalam pengelolaan lahan pertanian. Modul ini juga dilengkapi dengan *lesson learned* berkaitan dengan implementasi PLTB yang sudah pernah dilakukan serta potensi pengembangan kewirausahaannya. Semoga Modul ini bisa memberikan manfaat yang signifikan dalam upaya bersama pencegahan kebakaran hutan dan lahan. Terima kasih.

Direktur Pengendalian
kebakaran Hutan dan Lahan,



Ir. R. Basar Manullang, MM



Pengembangan
Praktik Penyiapan Lahan Tanpa Bakar
Berbasis Masyarakat



I KEBAKARAN HUTAN DAN LAHAN

1.1. Pengantar

Modul ini menjelaskan tentang kebakaran hutan dan lahan di Indonesia, penyebab terjadinya kebakaran, dan dampak kebakaran hutan dan lahan.

1.2. Indikator Keberhasilan

Setelah mengikuti modul pelatihan ini peserta diharapkan memiliki pengetahuan tentang sejarah kebakaran hutan dan lahan di Indonesia, informasi tentang provinsi rawan kebakaran, luas kebakaran hutan dan lahan, penyebab kebakaran hutan dan lahan, aktivitas manusia pendorong terjadinya kebakaran, dampak kebakaran hutan dan lahan pada aspek ekosistem dan lingkungan, aspek sosial dan aspek ekonomi.

1.3. Pokok Bahasan

- a. Kebakaran Hutan dan Lahan di Indonesia
- b. Penyebab Kebakaran Hutan dan Lahan di Indonesia
- c. Dampak Kebakaran Hutan dan Lahan di Indonesia

1.4. Metode Penyampaian

Ceramah, tanya jawab, curah pendapat dan diskusi

1.5. Alat Bantu Pembelajaran

Papan tulis, spidol, proyektor, layar/monitor, komputer/laptop, dan *flipchart*

1.6. Uraian Materi

A. Kebakaran Hutan dan Lahan di Indonesia

Fakta yang berlangsung hingga saat ini bahwa kebakaran hutan dan lahan di Indonesia terus terjadi setiap tahun. Sebenarnya kebakaran hutan dan lahan ini juga memiliki sejarah jauh lebih tua dari lahirnya Republik Indonesia. Mengacu pada Rasyid (2014) bahwa fenomena kebakaran di Indonesia terbagi dalam 2 (dua) periode yaitu pra-kemerdekaan dan paska kemerdekaan. Kebakaran hutan pada periode pra-kemerdekaan telah menjadi perhatian pemerintah Hindia Belanda dan pemerintahan kerajaan, serta terdapat peraturan yang dikeluarkan untuk kesiapsiagaan terhadap kebakaran menjelang musim kemarau. Pada tahun 1870 tercatat hutan di Jawa habis akibat tekanan terhadap hutan dengan meningkatnya populasi manusia, dimana aktivitas manusia saat itu menggunakan api untuk berburu, pembersihan lahan, akses dan perubahan hutan untuk peternakan.

Pada periode paska kemerdekaan dibawah tahun 2000, kebakaran terjadi pada tahun 1982/1983, 1987, 1991, 1994/1995 dan 1997/1998. Luas areal terbakar pada tahun-tahun tersebut bervariasi dan kebakaran yang sangat besar terjadi tahun 1997/1998 yang menyebabkan hutan dan lahan terbakar hingga 9,75 juta ha (Tacconi et al. 2007). Setelah tahun 2000, kebakaran hutan dan lahan masih terus terjadi, tercatat kejadian kebakaran yang cukup besar terjadi pada tahun 2007, 2012, 2015, dan 2019. Kebakaran tahun 2015 mengakibatkan areal terbakar seluas 2,6 juta hektar, sementara luas terbakar tahun 2019 mencapai 1,6 juta hektar (Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan 2021). Namun luas kebakaran hutan dan lahan pada tahun 2020 mengalami penurunan hingga 82% jika dibandingkan luas kebakaran tahun 2019. Turunnya luas areal terbakar tahun 2020 itu disampaikan Presiden Jokowi pada Sidang Majelis Umum PBB pada 23 September 2020. Keberhasilan penurunan luas kebakaran tersebut didorong upaya pencegahan kebakaran yang lebih masif dibandingkan tahun-tahun sebelumnya. Upaya tersebut meliputi penggunaan Teknologi Modifikasi Cuaca (TMC) dan patroli, baik patroli terpadu yang melibatkan para pihak terkait maupun patroli mandiri yang dilakukan oleh Manggala Agni.

Berkaca pada kejadian kebakaran tahun 2015, lebih dari 80% kejadian kebakaran di Indonesia terjadi di Pulau Sumatera dan Kalimantan. Kebakaran hutan dan

lahan secara berulang terutama terjadi pada 7 (tujuh) provinsi di Sumatera dan Kalimantan, yaitu Riau, Jambi, Sumatera Selatan, Kalimantan Barat, Kalimantan Tengah, Kalimantan Timur, dan Kalimantan Selatan. Luas kebakaran setiap provinsi periode tahun 2015-2020 sebagaimana tersaji dalam Tabel 1.1.

TABEL 1.1. Luas areal terbakar di Indonesia periode 2015-2020

No	PROVINSI	Luas Areal Terbakar (Ha)					
		2015		2016		2017	
		Gambut	Mineral	Gambut	Mineral	Gambut	Mineral
1	Aceh	794	119	1.973	7.185	2.522	1.343
2	Sumatera Utara	730	5.281	3.524	29.505	131	637
3	Riau	98.124	85.684	58.416	26.804	5.663	1.203
4	Kep. Riau	0	0	0	67	0	20
5	Sumatera Barat	2.212	1.728	930	1.700	430	1.797
6	Jambi	62.037	53.597	6.638	1.644	0	109
7	Sumatera Selatan	295.192	351.107	5.064	3.721	0	3.626
8	Bengkulu	0	932	0	1.000	31	100
9	Bangka Belitung	2.281	17.490	0	0	0	0
10	Lampung	2.421	68.906	62	3.139	0	6.178
11	Kalimantan Barat	32.192	61.323	5.369	3.805	3.988	3.479
12	Kalimantan Tengah	336.689	247.144	2.257	3.891	623	1.121
13	Kalimantan Selatan	12.846	183.670	842	1.490	40	8.250
14	Kalimantan Timur	438	68.915	8.413	34.724	0	676
15	Kalimantan Utara	2.157	12.349	1.219	888	0	82
16	Sulawesi Barat	0	4.989	0	4.134	0	188
17	Sulawesi Tengah	0	31.680	0	11.744	0	1.310
18	Sulawesi Selatan	0	10.074	0	438	0	1.036
19	Gorontalo	0	5.226	0	738	0	0
20	Sulawesi Utara	0	4.861	0	2.240	0	103
21	Sulawesi Tenggara	0	31.764	0	72	0	3.314
22	Banten	0	250	0	0	0	0
23	Jawa Barat	0	2.886	0	0	0	648
24	DKI Jakarta	0	0	0	0	0	0
25	Jawa Tengah	0	2.472	0	0	0	6.028
26	Yogyakarta	0	0	0	0	0	0
27	Jawa Timur	0	7.967	0	0	0	5.116
28	Bali	0	373	0	0	0	371
29	Nusa Tenggara Barat	0	2.566	0	706	0	33.121
30	Nusa Tenggara Timur	0	85.431	0	8.968	0	38.326
31	Maluku	0	43.281	0	7.835	0	3.918
32	Maluku Utara	0	13.261	0	103	0	31
33	Papua Barat	5.141	2.823	54	488	81	1.075
34	Papua	38.020	311.985	3.027	183.545	46	28.721
Jumlah		891.275	1.720.136	97.787	340.576	13.555	151.929
TOTAL KESELURUHAN		2.611.411		438.363		165.484	

No	PROVINSI	Luas Areal Terbakar (Ha)					
		2018		2019		2020	
		Gambut	Mineral	Gambut	Mineral	Gambut	Mineral
1	Aceh	448	836	202	528	193	885
2	Sumatera Utara	2.061	1.617	714	1.799	897	2.847
3	Riau	33.867	3.370	63.282	27.269	11.587	3.855
4	Kep. Riau	0	321	132	6.002	7	8.798
5	Sumatera Barat	1.483	939	858	1.274	473	1.101
6	Jambi	801	777	24.045	32.549	7	994
7	Sumatera Selatan	2.586	13.640	136.875	199.923	517	433
8	Bengkulu	0	9	0	11	-	221
9	Bangka Belitung	248	1.808	548	4.231	226	350
10	Lampung	1.410	13.746	2.695	32.851	-	1.358
11	Kalimantan Barat	39.684	28.738	60.487	91.433	1.413	6.234
12	Kalimantan Tengah	32.422	15.010	183.836	133.913	1.546	6.135
13	Kalimantan Selatan	9.902	88.736	11.950	125.898	39	3.978
14	Kalimantan Timur	3.974	23.920	5.673	62.851	137	5.084
15	Kalimantan Utara	0	628	5	8.555	-	1.721
16	Sulawesi Barat	0	978	0	3.029	-	569
17	Sulawesi Tengah	0	4.147	0	11.551	-	2.555
18	Sulawesi Selatan	0	1.741	0	15.697	-	1.902
19	Gorontalo	0	159	0	1.909	-	80
20	Sulawesi Utara	0	326	0	4.574	-	177
21	Sulawesi Tenggara	0	8.595	0	16.929	-	3.206
22	Banten	0	0	0	9	-	2
23	Jawa Barat	0	4.105	0	9.552	-	2.344
24	DKI Jakarta	0	0	0	0		
25	Jawa Tengah	0	332	0	4.782	-	7.516
26	Yogyakarta	0	0	0	23	-	181
27	Jawa Timur	0	8.886	0	23.655	-	19.148
28	Bali	0	1.014	0	373	-	29
29	Nusa Tenggara Barat	0	14.461	0	60.234	-	29.157
30	Nusa Tenggara Timur	0	57.429	0	136.920	-	114.719
31	Maluku	0	14.906	0	27.211	-	20.270
32	Maluku Utara	0	70	0	2.781	-	59
33	Papua Barat	148	361	951	582	424	27.853
34	Papua	2.395	86.232	2.199	105.911	2.534	3.182
Jumlah		131.428	397.838	494.450	1.154.807	19.998	276.944
TOTAL KESELURUHAN		529.267		1.649.258		296.942	

Dari Tabel 1.1, terlihat bahwa kejadian kebakaran terjadi secara masif pada tahun 2015, kemudian cenderung menurun pada periode tahun 2016 sampai 2018, dan menunjukkan intensitas yang cukup tinggi lagi pada tahun 2019. Pada tahun berikutnya, tahun 2020, kejadian kebakaran menunjukkan penurunan yang cukup signifikan, dengan luas areal terbakar kurang dari 300.000 ha. Intensitas dan luas kebakaran yang cukup signifikan terutama terjadi di Provinsi Riau, Sumatera Selatan, dan Kalimantan Tengah. Selain Sumatera dan Kalimantan, Provinsi Papua dan Papua Barat pun menunjukkan kejadian kebakaran yang berulang dan terjadi setiap tahun, sehingga diperlukan juga perhatian dan penanganan lebih lanjut. Hal menarik dari data hotspot yang ada, Provinsi Nusa Tenggara Timur yang selama ini tidak dianggap sebagai provinsi rawan kebakaran, namun sejak tahun 2015 hingga 2020 mengalami kebakaran. Pada tahun 2019, Nusa Tenggara Timur menduduki posisi kedua teratas setelah Sumatera Selatan, dimana lahan terbakar khususnya di tanah mineral mencapai 136.920 hektar. Bahkan di tahun 2020, Nusa Tenggara Timur menduduki posisi teratas dengan luas kebakaran mencapai 114.719 hektar.

Dari sudut pandang tipe lahan, kebakaran hutan dan lahan terjadi baik di lahan mineral maupun lahan gambut. Meskipun kebakaran di lahan gambut lebih kecil jika dibandingkan dengan kebakaran di lahan mineral, namun penanganan kebakaran di lahan gambut membutuhkan *effort* yang luar biasa bila dibandingkan dengan lahan mineral. *Effort* tersebut meliputi sumber daya manusia, biaya, peralatan, dan waktu yang lebih banyak, serta dibutuhkan teknik dan teknologi yang lebih kompleks dibandingkan dengan penanganan kebakaran di lahan mineral. Dengan kondisi lahan gambut yang terdegradasi, penanganan kebakaran harus dilakukan hingga tidak tersisa api/bara di lapisan dalam gambutnya, sehingga tidak mengakibatkan timbulnya kebakaran lanjutan. Seringkali api terlihat sudah padam di atas permukaan lahan gambut, namun demikian ternyata masih terdapat api/bara di lapisan dalam gambut. Selain itu, kebakaran di lahan gambut juga menimbulkan asap kebakaran yang sangat mengganggu berbagai aspek kehidupan manusia, termasuk dalam hubungan politik dengan negara tetangga.

B. Penyebab Kebakaran Hutan dan Lahan di Indonesia

Dalam dua dekade terakhir, hampir setiap tahun terjadi kebakaran hutan dan lahan di Indonesia. Intensitas kebakaran semakin meningkat terutama di musim kemarau. Kebakaran hutan dan lahan menjadi semakin hebat bila berbarengan

dengan fenomena *el Nino*. *El Nino* merupakan sebuah fenomena terjadinya peningkatan suhu permukaan laut sehingga menyebabkan curah hujan menurun dan berakibat pada terjadinya kekeringan di permukaan bumi, semisal sungai mengalami surut, tanah menjadi kering, gambut yang rusak turut mengering, pepohonan meranggas, dan lain sejenisnya. Kondisi kekeringan yang demikian dapat memicu terjadinya kebakaran hutan dan lahan yang lebih parah.

Lalu, apa sebenarnya yang menyebabkan kebakaran itu terus terjadi? Kita ingat akan teori segitiga api dimana kebakaran terjadi karena adanya 3 (tiga) unsur yaitu bahan bakar, oksigen dan sumber panas (api). Bahan bakar dimaksud dapat berupa serasah, rerumputan, semak belukar, gambut, dan pepohonan. Unsur oksigen diketahui selalu tersedia di udara. Unsur terakhir adalah api dimana api inilah yang menyulut terjadinya kebakaran. Tanpa ada api, tidak akan pernah bahan bakar tersebut terbakar.

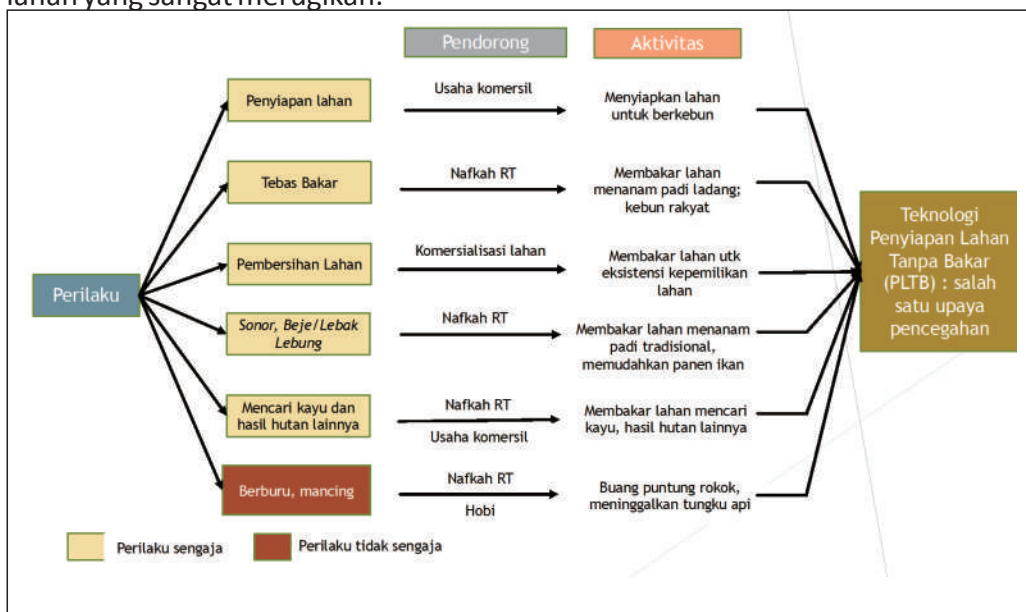
Secara umum, ada 2 (dua) faktor utama yang memicu munculnya api yaitu faktor alam dan faktor manusia. Di negara sub tropis seperti Australia, api dapat muncul dari faktor alam yaitu petir. Karena kondisi bahan bakar melimpah dan kering serta kondisi kelembaban udara yang rendah, petir dapat memicu pembakaran bahan bakar tersebut.

Sedangkan kebakaran yang terjadi di daerah tropis seperti Indonesia lebih dipicu oleh faktor manusia. Hampir seluruh kebakaran terjadi karena faktor manusia, baik secara sengaja maupun tidak sengaja (Syaufina 2018). Faktor manusia ini berkaitan dengan aktivitas manusia, oleh karena itu kebakaran hutan dan lahan di Indonesia dikatakan bersifat antropogenik. Aktivitas manusia dimaksud berhubungan dengan kegiatan pemanfaatan lahan dan sumberdaya alam lainnya. Beberapa perilaku penggunaan api yang menyebabkan kebakaran hutan dan lahan diantaranya dapat berupa persiapan lahan untuk budidaya tanaman perkebunan/tanaman, pembersihan lahan untuk pemeliharaan lahan, tebas bakar untuk berladang padi dan berkebun tradisional, mencari kayu dan hasil hutan lainnya, mencari tunggak kayu, menanam padi secara tradisional di lahan gambut (*sonor*), memanen ikan di kolam lahan gambut (*beje/lebak lebung*), penyediaan pakan ternak, dan lain sejenisnya. Hal yang mendorong aktivitas tersebut untuk skala rumah tangga biasanya sebagai jalan pemenuhan nafkah rumah tangga, namun ada juga untuk skala usaha (bisnis) didorong oleh tujuan komersil. Terdapat juga perilaku ketidaksengajaan seperti membuang rokok saat melakukan aktivitas memancing atau berburu.

Khusus yang berkaitan dengan masyarakat, faktor yang mendorong mereka melakukan berbagai aktivitas tersebut dengan cara membakar dipengaruhi dari faktor ekonomi dan faktor sosial. Faktor ekonomi dimaksud didasari oleh biaya yang murah dan waktu pembukaan lahan yang cepat. Sedangkan faktor sosial terkait dengan jenis pekerjaan masyarakat yang didominasi pada sektor perkebunan, ada juga karena pengaruh dari konflik antar pihak, baik sesama masyarakat, masyarakat dengan perusahaan, maupun masyarakat dengan penegak hukum (Praba Nugraha 2019).

Pemahaman terhadap penyebab kebakaran yang berkaitan dengan aktivitas manusia semestinya menjadi dasar untuk perbaikan pengendalian kebakaran hutan dan lahan ke depan. Setelah teridentifikasi bahwa aktivitas manusia yang mendominasi terhadap terjadinya kebakaran berkenaan dengan pemanfaatan lahan yang dibakar untuk berbagai tujuan, sehingga ketersediaan teknologi Penyiapan Lahan Tanpa Bakar (PLTB) menjadi hal yang penting dan menjadi salah satu upaya pencegahan kebakaran.

Secara menyeluruh upaya pencegahan semestinya lebih diutamakan karena akan lebih efektif dibandingkan upaya penanggulangan/ pemadaman, baik pemadaman darat maupun pemadaman udara, yang sudah pasti membutuhkan biaya yang lebih besar dan menimbulkan berbagai dampak kebakaran hutan dan lahan yang sangat merugikan.



GAMBAR 1.1. Penyebab kebakaran hutan dan lahan di Indonesia (Ilustrasi: Budiningsih)

C. Dampak Kebakaran Hutan dan Lahan di Indonesia

Dampak kebakaran hutan dan lahan dapat dikelompokkan ke dalam 3 (tiga) aspek yaitu aspek ekosistem, ekologi dan lingkungan; aspek sosial; dan aspek ekonomi. Dampak kebakaran pada setiap aspek ini ada yang pengaruhnya bersifat langsung maupun tidak langsung.

1) Dampak terhadap aspek ekosistem, ekologi dan lingkungan

Kebakaran hutan dan lahan secara langsung berdampak pada gangguan terhadap ekosistem hutan dan lingkungan. Menurut beberapa ahli, kebakaran akan langsung mengurangi biomassa hutan dan menyulitkan biomassa untuk pulih, mempengaruhi perubahan tipe vegetasi, perubahan dalam komposisi jenis anakan luas bidang dasar pohon, jenis-jenis tumbuhan bawah, menurunnya penutupan kanopi, penurunan penutupan permukaan lantai hutan, menurunnya kekayaan jenis dan keragaman jenis pohon, serta meningkatkan mortalitas kanopi pohon, anakan dan tiang. Selain itu kebakaran juga mempengaruhi keadaan mikroba tanah dan makrofauna tanah. Kebakaran juga memengaruhi keberadaan satwa liar diantaranya berkurangnya jenis hewan seperti siamang, wilayah jelajah (*home range*) berkembang dua kali lebih luas karena tegakan pohon berkurang, serta berkurangnya orang utan yang dilepas ke alam (Syaufina 2017).

Kebakaran hutan juga dapat menyebabkan tanah mengalami erosi alur, menurunkan jumlah mikroorganisme, fungi dan respirasi tanah. Di sisi lain kebakaran hutan meningkatkan pH tanah dan kesuburan tanah karena abu sisa pembakaran (Wasis *et al.* 2019).

Rasyid (2014) mengelompokkan dampak kebakaran terhadap ekosistem hutan dan lingkungan yaitu dampak terhadap lingkungan fisik dan lingkungan hayati. Dampak terhadap lingkungan fisik yaitu penurunan kualitas udara akibat kepekatan asap, perubahan sifat fisika-kimia dan biologi tanah, perubahan iklim mikro akibat hilangnya tumbuhan, bahkan dari segi lingkungan global ikut memberikan andil terjadinya efek rumah kaca. Dampak terhadap lingkungan hayati merupakan dampak terhadap ekosistem hutan itu sendiri yaitu menurunnya tingkat keanekaragaman hayati, terganggunya suksesi alami, produksi bahan organik dan proses dekomposisi.

Dampak kebakaran terhadap terjadinya efek rumah kaca ini dijelaskan Rahmayanti (2007) dimana kebakaran khususnya di lahan gambut yang terjadi dalam wilayah yang luas dan dalam waktu yang lama berkontribusi terhadap

jumlah CO₂ di atmosfer. Meningkatnya kandungan CO₂ di atmosfer akan menahan energi panas di permukaan bumi dan pada akhirnya suhu permukaan bumi akan meningkat.

2) Dampak terhadap aspek sosial

Apabila ditelaah lebih detil dampak kebakaran terhadap aspek sosial, yang pertama kita temui adalah dampak yang dirasakan oleh kelompok masyarakat yang terkena langsung akibat kejadian kebakaran yaitu masyarakat pedesaan yang bermukim dekat dengan lokasi kebakaran. Menurut Yunardy and Achjar (2005), rumah tangga merupakan kelompok institusi yang mengalami penurunan pendapatan paling besar dibanding pemerintah dan perusahaan. Kebakaran hutan berdampak merugikan rumah tangga sebesar Rp 45,48 juta untuk setiap kejadian kebakaran (Ulya and Yunardy 2006). Bahkan kebakaran juga bisa berdampak terhadap hilangnya sumber pendapatan masyarakat, seperti aktivitas mencari madu atau hewan buruan akan terhenti ketika hutan terbakar tanpa sisa.

Dampak kebakaran terhadap aspek sosial lainnya yaitu aspek kesehatan masyarakat. Kementerian Kesehatan mencatat sebanyak 425.377 orang terserang infeksi saluran pernapasan akut (ISPA) akibat dampak kebakaran lahan dan hutan di Provinsi Riau, Jambi, Sumatera Selatan, Kalimantan Barat, Kalimantan Selatan, dan Kalimantan Tengah sejak Juni hingga Oktober 2015.

Sebelumnya, Kantor Menteri Negara Lingkungan Hidup dan UNDP melakukan penelitian kejadian kebakaran tahun 1997/1998 di delapan propinsi di Indonesia yakni Kalimantan Tengah, Kalimantan Timur, Jambi, Riau, Kalimantan Selatan, Sumatera Selatan, Kalimantan Barat, dan Sumatera Barat, dimana sebanyak 1.446.120 orang menderita infeksi saluran pernafasan akut (ISPA), 298.125 orang menderita asma, dan 58.095 menderita bronkhitis. Selain itu peningkatan pasien rawat jalan sebanyak 36.462 kasus dan rawat inap sebanyak 15.882 kasus. Asap akibat kebakaran tersebut tidak hanya menyebabkan penyakit pernafasan, namun juga menyebabkan sebanyak 527 kasus kematian.

Dampak kebakaran terhadap aspek sosial lainnya terkait dengan produktivitas kerja masyarakat. Hal ini berkaitan erat dengan kesehatan yang menurun, sehingga menyebabkan pula produktivitas kerja menurun, ditambah banyak masyarakat yang kehilangan hari kerja. Pada kasus kebakaran 1997/1998, di delapan propinsi tersebut, sebanyak 4.758.600 kasus masyarakat sulit melakukan kegiatan sehari-hari dan 2.446.352 kasus masyarakat kehilangan hari kerja (BAPENAS 1999 dalam Indoforest).

3) Dampak terhadap aspek ekonomi

Dampak kebakaran hutan dan lahan terhadap aspek ekonomi pada dasarnya dilakukan dengan menghitung nilai manfaat yang hilang akibat adanya kebakaran dan jumlah biaya pengeluaran untuk mengatasi kebakaran. Beberapa komponen yang dihitung diantaranya nilai biaya pemadaman kebakaran, kerugian tanaman budidaya pertanian dan perkebunan, gangguan kesehatan jangka pendek, kerugian dalam pariwisata dan transportasi, serta kerugian dalam sektor kehutanan (produksi kayu, hasil hutan non kayu, sumberdaya genetik, rekreasi, fungsi ekologi, keanekaragaman hayati dan peresot karbon).

Para ekonom menghitung kerugian ekonomi dari kejadian kebakaran tahun 1997/1998 tersebut mencapai US\$9,2 miliar atau setara dengan 368 triliun rupiah (Barber and Schweithelm 2000). Nilai tersebut belum termasuk gangguan kesehatan jangka panjang, penurunan jasa-jasa lingkungan atau kehilangan keanekaragaman hayati. Khusus terkait dengan nilai produksi hutan, setiap hektar areal hutan terbakar di Indonesia memberikan dampak penurunan pendapatan total sebesar 269 juta rupiah (Yunardy and Achjar 2005). Penelitian Ulya (2008) menunjukkan bahwa untuk setiap hektar kejadian kebakaran hutan di Indonesia, berdampak menurunkan output produksi sebesar Rp. 128,61 juta.

Lembaga internasional (World Bank 2016) memperkirakan dampak secara total untuk aspek ekonomi dari kejadian kebakaran hutan dan lahan tahun 2015, terutama sektor pertanian dan kehutanan diperkirakan sebesar 120 triliun rupiah (8.8 miliar dolar AS). Kerusakan sektor pertanian tersebut termasuk kerusakan infrastruktur dan peralatan, sedangkan kerugiannya mencakup biaya rehabilitasi lahan yang terbakar untuk penanaman dan kehilangan pendapatan produksi selama periode rehabilitasi ini. Namun, perkiraan ini belum sepenuhnya mengidentifikasi dampak kesehatan jangka panjang akibat keterpaparan yang berkelanjutan dari kabut asap, maupun hilangnya semua layanan ekosistem. Selain itu, perkiraan tersebut tidak menyertakan kerugian secara regional maupun global.

TABEL 1.2. Dampak kebakaran hutan

Aspek	Dampak Kebakaran
Ekosistem hutan, ekologi dan lingkungan	<ul style="list-style-type: none">- Dampak pada ekosistem hutan atau lingkungan hayati dan ekologi: hilangnya manfaat hasil hutan kayu dan non kayu; keanekaragaman hayati (flora dan fauna) menurun; hilangnya biomassa hutan- Dampak terhadap lingkungan fisik: kondisi tanah menurun kualitasnya; terganggunya makrofauna dan mikro fauna dalam tanah; hilangnya udara bersih; peningkatan emisi karbon.
Sosial	<ul style="list-style-type: none">- Sumber pendapatan rumah tangga terganggu atau hilang- Kesehatan masyarakat khususnya sistem pernafasan terganggu; hingga hilangnya jiwa- Terganggunya proses belajar mengajar
Ekonomi	<ul style="list-style-type: none">- Hilangnya nilai manfaat ekonomi dari hutan dan potensi lainnya- Hilangnya manfaat dari kegiatan ekonomi (transportasi, perdagangan, dan lainnya)- Hilangnya nilai manfaat dari usaha berbasis lahan (pertanian dan perkebunan)- Pengeluaran biaya untuk mengatasi kebakaran





II

PENGENALAN LAHAN GAMBUT

2.1. Pengantar

Modul ini menjelaskan tentang lahan gambut di Indonesia, kerusakan lahan gambut yang terjadi dan pengelolaan lahan gambut terdegradasi berbasis ekologi.

2.2. Indikator Keberhasilan

Setelah mengikuti modul pelatihan ini peserta diharapkan memiliki pengetahuan tentang perbedaan gambut, lahan gambut, hutan gambut, fungsi lahan gambut, kondisi lahan gambut terdegradasi, dan pola-pola pemanfaatan lahan gambut terdegradasi.

2.3. Pokok Bahasan

- a. Pengertian Lahan Gambut
- b. Pemanfaatan Lahan Gambut Terdegradasi Berbasis Ekologi (*Eco-Management*)

2.4. Metode Penyampaian

Ceramah, tanya jawab, curah pendapat dan diskusi

2.5. Alat Bantu Pembelajaran

Papan tulis, spidol, proyektor, layar/monitor, komputer/laptop, dan *flipchart*

2.6. Uraian Materi

A. Pengertian Lahan Gambut di Indonesia

Beberapa istilah yang pernah kita dengar terkait dengan kata 'gambut', antara lain istilah gambut, lahan gambut, hutan gambut dan ekosistem gambut. Hal ini menunjukkan hal yang berbeda-beda, seperti dalam uraian berikut.

Gambut (peat). Gambut adalah material yang terbentuk dari bahan organik, seperti dedaunan, batang dan cabang serta akar tumbuhan, yang terakumulasi (tertumpuk) dalam kondisi lingkungan tergenang air, sangat sedikit oksigen dan keasaman tinggi serta terbentuk di suatu lokasi dalam jangka waktu geologis yang lama. Gambut tersusun berlapis, membentuk susunan hingga ketebalan dapat mencapai belasan meter (CKPP, 2008).

Lahan Gambut (peatland). Wilayah yang terdiri dari tanah gambut disebut sebagai lahan gambut, dengan berbagai tipe ekosistem yaitu wilayah lahan gambut tropis, wilayah lahan gambut boreal, dan wilayah tundra (tidak memiliki tegakan tumbuhan). Lahan gambut ditemukan di hampir semua negara. Luas lahan gambut dunia lebih dari 4 juta km² atau 3% dari luas permukaan bumi dan mewakili lebih dari setengah wilayah lahan basah global (CKPP, 2008).

Hutan Gambut (peat forest). Hutan yang tanahnya bergambut. Proses pembentukan hutan gambut itu berawal dari hutan mangrove dimana bahan organik jatuh di dasar, lama kelamaan mengendap dan menumpuk, pengaruh air laut berkurang digantikan dengan pengaruh air tawar dari air hujan yang dominan. Karena tergenang air, bahan organik tidak terdekomposisi sehingga menyebabkan air bersifat masam (Osaki et al. 2020).

Ekosistem gambut (peat ecosystem). Tatanan unsur gambut yang merupakan satu kesatuan utuh menyeluruh yang saling memengaruhi dalam membentuk keseimbangan, stabilitas dan produktivitasnya (Peraturan Pemerintah Nomor 17 Tahun 2014).

Lahan gambut Indonesia pernah dipetakan oleh kelompok dan/atau lembaga setidaknya sejak tahun 1952. Pemetaan pada tahun 2011 dilakukan oleh Ritung dkk. berhasil memetakan luas total lahan gambut di Indonesia mencapai 14.905.475 ha yang tersebar di 3 (tiga) Pulau Besar yaitu Kalimantan, Sumatera dan Papua (Wahyunto et al. 2016).

Gambut di Indonesia merupakan gambut tropika yang memiliki karakteristik yang khas dan spesifik terkait dengan kandungan bahan penyusun, ketebalan, kematangan, dan lingkungan sekitarnya yang berbeda. Menurut Noor et al

(2016), karakteristik spesifik dari gambut sebagai tanah berbeda dengan tanah mineral umumnya. Karakteristik gambut antara lain:

- 1) mudah mengalami kering tak balik (*irreversible drying*).** Gambut yang mengalami kering tak balik berubah sifat menjadi gambut yang tidak lagi mempunyai kemampuan dalam menyerap air seperti semula dan sifat gambut berubah dari suka air (hidrofilik) menjadi menolak air (hidrofobik);
- 2) mudah ambles (*subsidence*).** Ambles (subsiden) diartikan sebagai penurunan muka tanah gambut akibat perubahan kematangan atau kemampuan gambut dalam menyerap air akibat pembukaan, penggunaan yang intensif, kebakaran atau musim kemarau yang panjang. Namun belakangan ini amblesan dihubungkan dengan besaran emisi karbon sehingga taksiran emisi menjadi berlebihan. Besar amblesan pada tahun 1-2 pembukaan lahan gambut lebih besar dan cepat dibandingkan tahun berikutnya;
- 3) rendahnya kandungan hara kimia dan kesuburannya (*poor nutrient*).** Hal ini terkait dengan kondisi gambut tergenang dan bahan organik yang tersedia tidak terdekomposisi sehingga unsur hara tidak tersedia dalam tanah; dan
- 4) terbatasnya jumlah mikroorganisme (*lack of microorganisms*).** Hal ini terkait dengan kondisi lingkungan yang tergenang sehingga tidak mendukung kehidupan mikroorganisme khususnya mikroorganisme aerob yang memerlukan oksigen.

Pembentukan gambut secara umum membutuhkan waktu yang sangat lama. Laju pembentukannya sangat lambat dan berbeda antara satu tempat dengan tempat lainnya, serta dipengaruhi banyak faktor terutama faktor lingkungan. Noor et al. (2016) menyitir para ahli di bidang gambut yang menyatakan bahwa laju pembentukan gambut per tahun antara lain 0,05 mm; 0,13 mm; ada juga yang mencapai 3 mm. Gambut di Kalimantan Tengah dengan kedalaman gambut 0,5-1,0 m berumur 140 tahun; kedalaman 1-2 m berumur 500 – 5.400 tahun; kedalaman 2-3 m berumur 5.400 - 7.900 tahun; dan kedalaman 3-4 m berumur 7.900 - 9.400 tahun.

Gambut yang tersusun dalam waktu yang sangat lama secara struktur tersusun berlapis-lapis. Struktur gambut berlapis ini menjadi dasar penyusunan kategori kedalaman gambut untuk tujuan pola pemanfaatan gambut. Banyak kategorisasi kedalaman gambut yang pernah disusun oleh para ahli termasuk di Indonesia. Salah satu kategorisasi dari Pusat Penelitian Tanah Bogor mengelompokkan kedalaman gambut ke dalam 5 (lima) kelas yaitu:

1. Tanah bergambut (< 50 cm)
2. Gambut tipis (50 - 100 cm)
3. Gambut menengah (100 - 200 cm)
4. Gambut dalam (200 - 300 cm)
5. Gambut sangat dalam (> 300 cm)

Kedalaman gambut ini dijadikan pertimbangan dalam menentukan peruntukan lahan gambut di Indonesia. Untuk tanah bergambut dan gambut tipis bisa dimanfaatkan untuk budidaya jenis tanaman pertanian, selebihnya dapat diperuntukan paludikultur. Namun faktanya karena keterlanjuran akibat kurangnya informasi di beberapa tempat, gambut dalam juga dimanfaatkan untuk budidaya tanaman pertanian. Semestinya gambut itu dimanfaatkan dengan jenis tanaman aslinya, dikarenakan beberapa lahan gambut dalam kondisi rusak, sehingga jenis tanaman aslinya juga hilang.



GAMBAR 2.1. Budidaya kangkung di lahan gambut (foto: Budiningsih)

Dalam Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Nomor P.14/MENLHK/SETJEN/KUM.1/2/2017 tentang Tata Cara Inventarisasi dan Penetapan Fungsi Ekosistem Gambut, faktor kedalaman gambut menjadi salah satu kriteria penggolongan fungsi ekosistem gambut menjadi 2 (dua) yaitu fungsi budidaya dan fungsi lindung. Gambut dengan kedalaman lebih dari 3 meter termasuk kategori fungsi lindung, apabila kriteria lainnya terpenuhi yaitu terdapat plasma nutfah spesifik atau endemik, spesies dilindungi, termasuk kriteria lainnya seperti terletak pada puncak kubah gambut.

Peraturan tersebut ditetapkan dengan pertimbangan untuk meningkatkan upaya perlindungan fungsi ekosistem gambut yang rentan dan telah mengalami kerusakan. Sebagaimana telah kita ketahui bahwa lahan gambut di Indonesia saat ini memang telah mengalami kerusakan akibat aktivitas eksploitasi manusia. Menurut Kato et al. (2020), penurunan lahan gambut dunia telah dimulai sejak tahun 1800an dikarenakan perubahan iklim dan aktivitas manusia terutama pengeringan lahan gambut untuk pertanian dan kehutanan. Di sisi lain, lahan gambut memiliki fungsi yang sangat penting, yaitu:

- a) kemampuan untuk menyimpan dan memelihara air dalam jumlah besar;
- b) sumber lahan bagi usaha pertanian, kehutanan dan perikanan;
- c) mengandung keanekaragaman hayati yang tinggi; dan
- d) penyimpan karbon setara dengan dua kali lipat yang disimpan di hutan secara keseluruhan di dunia.

Bila dicermati dari keempat fungsi lahan gambut tersebut, fungsi yang terpenting adalah sebagai penyimpan air dan karbon. Air yang disimpan di lahan gambut merupakan cadangan air tawar, sedangkan karbon tersimpan di bawah tanah secara akumulatif.

B. Pengelolaan Berbasis Ekologi pada Lahan Gambut Terdegradasi (*Eco-management*)

Lahan gambut terdegradasi adalah lahan gambut yang telah mengalami penurunan fungsi hidrologi, produksi dan ekologi yang diakibatkan oleh aktivitas manusia. Sebagai acuan, hutan rawa gambut alami atau masih berupa hutan rawa primer, diasumsikan belum terdegradasi. Apabila sudah terjadi salah satu atau lebih indikator berikut, berarti lahan gambut sudah mengalami degradasi. Indikator tersebut antara lain (i) sudah terdapat penebangan pohon, (ii) adanya jalan *logging*, (iii) bekas kebakaran, (iv) kondisi kering/tidak tergenang, dan (v) adanya bekas penambangan (Badan Litbang Pertanian, 2013).

Degradasi lahan gambut terjadi karena kesalahan akibat aktivitas manusia, khususnya dalam pengelolaan lahan. Berdasarkan Balai Besar Sumber Daya Lahan dan Pertanian, Kementerian Pertanian (Wahyunto *et al.*, 2013) terlihat bahwa dari 14,9 juta hektar luas lahan gambut Indonesia, yang masih tersisa sebagai hutan adalah seluas 8,3 juta hektar atau sekitar 55,5%. Sedangkan yang telah berubah menjadi semak belukar, kebun kelapa sawit dan areal pertanian masing-masing adalah 3,8 juta hektar (25,5%), 1,54 juta hektar (10,3%), dan 0,7 juta hektar (4,7%). Tata air yang salah menjadi penyebab utama terjadinya degradasi lahan gambut (Masganti 2013). Selain itu, degradasi lahan gambut juga dapat disebabkan oleh kebakaran dan kegiatan penambangan.

Seperti yang telah diketahui bahwa ekosistem lahan gambut tropis menyimpan sejumlah besar air dan karbon, sehingga ketika ekosistem ini rusak, maka fungsi ekologisnya dengan cepat menjadi hilang. Tidak hanya dampak terhadap perubahan iklim, penggunaan dan pemanfaatan lahan gambut telah berdampak besar pada ekosistem lahan gambut tropis, misalnya pengembangan perkebunan kelapa sawit dengan sistem drainase air. Hal ini dapat menyebabkan: (1) rendahnya muka air tanah, sehingga mempercepat degradasi gambut oleh mikroorganisme dan kebakaran gambut, (2) hilangnya keanekaragaman hayati, yang mempercepat hilangnya fungsi ekologis di lahan gambut tropis, dan (3) tingginya tingkat aplikasi pupuk kimia, yang menyebabkan emisi CO₂, CH₄, dan N₂O lebih tinggi daripada di ekosistem lain (Osaki *et al.* 2020).

Pasokan air yang berkurang di lahan gambut menyebabkan cadangan hara menjadi berkurang dikarenakan gambut yang terganggu tidak dapat menerima pasokan air dari luar, kecuali dari air hujan. Hutan di lahan gambut tropis seperti penggiling (pemutar) siklus nutrisi, jadi ketika hutan digunduli maka siklus hara terganggu karena tidak ada lagi tanaman yang dapat menyerap unsur hara. Selain itu siklus karbon juga menjadi tidak normal karena tidak ada lagi pohon-pohon yang menyerap karbon untuk keperluan asimilasi (Kato *et al.* 2020). Dengan demikian terdapat 3 (tiga) siklus di dalam lahan gambut yaitu siklus air, siklus hara dan siklus karbon. Ketiga siklus ini saling berhubungan satu sama lain, sehingga untuk memulihkan lahan gambut yang telah terdegradasi ditujukan untuk memulihkan atau mewujudkan 3 (tiga) siklus tersebut kembali normal. Untuk memulihkan lahan gambut terdegradasi dengan orientasi pada terpeliharanya ketiga siklus ini, setidaknya terdapat beberapa pola yang dapat digunakan diantaranya dengan mengelola muka air tanah yang tinggi untuk menghasilkan sejumlah besar biomassa dalam mencapai penyerapan karbon

tinggi (Osaki et al. 2020)

Salah satu upaya pemulihan lahan gambut terdegradasi dapat dilakukan melalui paludikultur. Paludikultur merupakan pendekatan budidaya rawa yang dikembangkan di daerah beriklim utara (eropa dan sekitarnya) sebagai sarana untuk merehabilitasi lahan gambut yang terdegradasi, sekaligus menjadikannya berguna secara ekonomi (Wichtmann dan Joosten, 2007). Namun di Indonesia, terdapat banyak kesalahpahaman tentang paludikultur di mana istilah tersebut telah digunakan untuk menggambarkan semua bentuk budidaya di lahan gambut, termasuk berbagai bentuk pertanian lahan kering (melibatkan banyak spesies lahan kering), disamping juga budidaya dan pemeliharaan kerbau. Sistem paludikultur sejatinya menggabungkan pembasahan penuh dengan penanaman kembali yang melibatkan spesies tanaman yang menguntungkan secara ekonomi (Giessen, 2020).

Pemanfaatan lahan gambut dengan menggunakan pilihan paludikultur



GAMBAR 2.2. Pola tanam jelutung dan padi di lahan gambut (foto: Harun)

merupakan pilihan yang baik untuk masyarakat lokal maupun perusahaan perkebunan. Ada dua jenis paludikultur yang dikenal luas, masing-masing memiliki kelebihan dan kekurangannya sendiri. Pertama, ada paludikultur yang berbasis pada Hasil Hutan Bukan Kayu (HHBK), di mana tutupan vegetasi permanen dipertahankan (karena pohon tidak ditebang) dengan menjaga emisi dan hilangnya gambut tetap rendah. Namun, paludikultur yang berbasis HHBK seringkali bersifat padat karya dan mungkin kurang cocok untuk perusahaan komersial, kecuali terkait dengan masalah akses di lahan gambut yang dibasahi kembali. Kedua, paludikultur berbasis kayu yang melibatkan spesies pohon asli rawa gambut. Hal ini dapat dilakukan tidak hanya untuk spesies kayu komersial, tetapi juga untuk produksi pulp dan kertas (Giessen, 2020).

Saat ini banyak spesies yang ditanam di lahan gambut adalah spesies yang asalnya dikembangkan di lahan kering. Sehingga untuk pengembangannya, lahan gambut harus dikeringkan terlebih dahulu dengan melakukan pengurasan atau pembuangan massa air (drainase).

Sebenarnya banyak spesies potensial yang dapat dikembangkan untuk paludikultur pada lahan gambut di Indonesia. Jenis-jenis tumbuhan yang adaptif terhadap kondisi lahan yang relatif “masam” dan tahan genangan semisal Sagu (*Metroxylon* spp.), Nipah (*Nypa fruticans*), Jelutung rawa (*Dyera polyphylla*), Ramin (*Gonystylus bancanus*), Meranti merah (*Shorea balangeran*), Gemor (*Alseodaphne* spp. dan *Nothaphoebe* spp.), Gelam (*Melaleuca cajuputi*), dan Tengkawang (*Shorea stenoptera*) (Tata dan Susmianto, 2016).

Untuk menerapkan paludikultur di lahan gambut memang tidak mudah. Ada banyak tantangan terkait dengan paludikultur, termasuk biaya yang tinggi terkait dengan penanaman kembali, pembasahan penuh yang mencegah akses dan transportasi di sepanjang kanal. Pendekatan lanskap sangat diperlukan karena pembasahan ulang tidak dapat dilakukan secara parsial, serta mencari sumber adaptif lahan gambut dari spesies yang berguna. Namun, alasan utama kurangnya penerapan paludikultur dikarenakan spesies lahan kering telah dicoba dan dipercaya, hanya ada sedikit contoh paludikultur yang dapat ditiru oleh petani, serta kurangnya informasi/pengetahuan tentang spesies paludikultur (kinerja, pertumbuhan, pasar, dan sebagainya). Kedua alasan ini saling terkait dan hanya dapat diatasi dengan penerapan uji coba paludikultur yang ketat, dengan pembasahan penuh dan sumber spesies adaptif lahan gambut dan bahan perbanyakan yang benar (Giessen, 2020).



GAMBAR 2.3. Tanaman galam (*Melaleuca* sp) di Tumbang Nusa, Kalimantan Tengah (Foto: Harun)





III

PERATURAN PERUNDANG-UNDANGAN DAN KEBIJAKAN TERKAIT KEBAKARAN HUTAN DAN LAHAN

3.1. Pengantar

Modul ini menjelaskan secara singkat tentang beberapa peraturan dan kebijakan terkait pengendalian kebakaran hutan dan lahan termasuk restorasi gambut yang penting untuk diketahui, baik isi peraturan maupun penjelasan lebih lanjut terkait peraturan tersebut.

3.2. Indikator Keberhasilan

Setelah mengikuti modul pelatihan ini peserta diharapkan memiliki pengetahuan tentang peraturan terkait pengendalian kebakaran hutan dan lahan dan juga restorasi gambut sehingga ke depan diharapkan (peserta) dapat memiliki sikap untuk mencegah terjadinya kebakaran hutan dan lahan. Selanjutnya dapat turut serta dalam penyadartahuan masyarakat terkait hukum.

3.3. Pokok Bahasan

- a. Peraturan perundang-undangan tentang pengendalian kebakaran hutan dan lahan
- b. Kebijakan restorasi gambut

3.4. Metode Penyampaian

Ceramah, tanya jawab, curah pendapat dan diskusi

3.5. Alat Bantu Pembelajaran

Papan tulis, spidol, proyektor, layar/monitor, komputer/laptop, dan *flipchart*

3.6. Uraian Materi

A. Peraturan Perundang-undangan terkait Pengendalian Kebakaran Hutan dan Lahan

Hukum yang ada di Indonesia terbagi menjadi 2 (dua) yaitu hukum tertulis dan hukum tidak tertulis. Hukum tertulis adalah aturan dalam bentuk tertulis yang dibuat oleh lembaga yang berwenang. Peraturan perundang-undangan termasuk dalam hukum tertulis. Di Indonesia, peraturan perundang-undangan dari urutan tertinggi yaitu UUD 1945, Ketetapan Majelis Permusyawaratan Rakyat (Tap MPR), Undang-undang (UU) atau Peraturan Pemerintah Pengganti Undang-undang (Perppu), Peraturan Pemerintah (PP), Peraturan Presiden (Perpres) atau Keputusan Presiden (Keppres), Instruksi Presiden (Inpres), Peraturan Daerah (Perda) Provinsi, Peraturan Daerah (Perda) Kabupaten atau Kota. Adapun Peraturan Menteri merupakan peraturan terkait teknis untuk menjalankan Peraturan Pemerintah.

Pada tahun 2020, di Indonesia terjadi perubahan yang sangat mendasar dalam perundang-undangan dengan disahkannya UU No 11 tahun 2020 tentang Cipta Kerja. UU Cipta Kerja atau disebut juga UU *Omnibus Law* membuat semua UU yang ada sebelum lahirnya UU Cipta Kerja ini disesuaikan dan disatukan dalam UU Cipta Kerja. Sebelumnya ada UU Kehutanan, UU Perkebunan, UU Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup, UU Pertambangan Mineral dan Batubara, UU Pajak Penghasilan, dan sebagainya yang masing-masing berdiri sendiri. Melalui UU Cipta Kerja, semua produk UU yang ada diharmonisasikan, yang membawa implikasi penyesuaian atau perubahan pada pasal atau ayat UU yang ada.

Terkait dengan pengendalian kebakaran hutan dan lahan, dalam UU Cipta Kerja diatur sebagai berikut:

1. Paragraf 3 Persetujuan Lingkungan
 - Pasal 69 ayat (1) huruf (h) “Setiap orang dilarang melakukan pembukaan lahan dengan cara membakar”
2. Paragraf 4 Kehutanan
 - Pasal 49 ayat (1) “Pemegang hak atau Perizinan Berusaha wajib melakukan upaya pencegahan kebakaran hutan di areal kerjanya”
 - Pasal 49 ayat (2) “Pemegang hak atau Perizinan Berusaha bertanggungjawab atas terjadinya kebakaran hutan di areal kerjanya”.
 - Pasal 50 ayat (2) huruf (b) “Setiap orang dilarang membakar hutan”
 - Pasal 50 ayat (2) huruf (f) “Setiap orang dilarang membuang benda-benda yang dapat menyebabkan kebakaran dan kerusakan serta membahayakan keberadaan atau kelangsungan fungsi hutan ke dalam kawasan hutan.

Peraturan Pemerintah terkait pengendalian kebakaran hutan dan lahan salah satunya diatur dalam Peraturan Pemerintah No 23 tahun 2021 tentang Penyelenggaraan Kehutanan. Dalam PP 23 tahun 2021, Pasal 255 ayat (1) disebutkan bahwa setiap orang dilarang membakar hutan. Beberapa pasal lainnya diantaranya mengatur tentang:

- KPH memfasilitasi implementasi kebijakan pengendalian kebakaran hutan dan lahan;
- Pemegang Perizinan Berusaha melakukan upaya pencegahan kebakaran hutan dan bertanggungjawab atas kebakaran hutan di areal kerjanya;
- Kegiatan rehabilitasi hutan dan lahan dengan Dana Reboisasi dapat dilakukan melalui kegiatan pencegahan dan penanggulangan kebakaran hutan dan lahan;
- Pemegang Persetujuan Hutan Hak melakukan pengamanan dan perlindungan hutan adat dari kebakaran hutan dan lahan;
- Rangkaian tindakan pemadaman kebakaran;
- Kegiatan identifikasi dan evaluasi tentang terjadinya kebakaran, pengukuran dan sketsa lokasi kebakaran dan analisis tingkat kerusakan dan rekomendasi; dan
- Sanksi administratif berupa pembekuan perizinan berusaha apabila pemegang perizinan berusaha tidak melakukan upaya pencegahan kebakaran dan tidak bertanggungjawab atas terjadinya kebakaran hutan di areal kerjanya.

Peraturan Pemerintah lainnya yang mengatur tentang pengendalian kebakaran lahan yaitu PP 21 tahun 2021 tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup. Dalam Pasal 273 ayat (2) tertulis “Pelaksanaan pembukaan lahan dengan cara pembakaran dilakukan berdasarkan: kearifan lokal yang meliputi: a. luas lahan maksimal 2 (dua) hektar per kepala keluarga; b. dikelilingi oleh sekat bakar sebagai pencegahan penjalaran api ke wilayah sekelilingnya; dan c. ditanami tanaman jenis varietas lokal”.

Secara garis besar, dalam UU Cipta Kerja, PP 21 tahun 2021 dan PP 23 tahun 2021, pengaturan terkait pengendalian kebakaran hutan dan lahan diantaranya meliputi larangan membakar hutan dan membuka lahan dengan dibakar, kewajiban setiap pemegang hak atau perizinan berusaha melakukan upaya pencegahan kebakaran dan bertanggungjawab atas kebakaran yang terjadi di arealnya, penggunaan dana reboisasi tidak hanya untuk rehabilitasi hutan dan lahan namun bisa digunakan untuk kegiatan pencegahan dan penanggulangan

kebakaran hutan dan lahan; termasuk sangsi berupa pembekuan perizinan berusaha bagi perusahaan yang tidak melakukan upaya maupun bertanggungjawab atas kebakaran yang terjadi di arealnya.

Sebelum UU Cipta Kerja berlaku, pengendalian kebakaran hutan dan lahan terlebih dulu diatur dalam beberapa peraturan perundangan diantaranya UU No 41 tahun 1999 tentang Kehutanan, UU 32 tahun 2009 tentang Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup, dan UU 32 tahun 2014 tentang Perkebunan. Secara rinci pengaturan terkait kebakaran hutan dan lahan berdasarkan peraturan perundangan sebelum UU Cipta Kerja terdapat dalam Tabel 3. 1.

Informasi dari Tabel 3.1 menyatakan bahwa membakar hutan dan membuka lahan dengan cara dibakar terlarang secara hukum tertulis. Oleh karena itu, bagi pihak yang melanggar membakar hutan dan lahan akan dikenai sangsi berupa pidana penjara dan denda. Kebijakan larangan membakar tersebut telah juga diakomodir dan disesuaikan dalam Undang-Undang Cipta Kerja dan peraturan turunannya.

TABEL 3.1. Peraturan terkait Pengendalian Karhutla

Undang-undang	Isi Peraturan Terkait
UU 41/1999 tentang Kehutanan	<p>Pasal 50 Ayat (3) huruf d “Setiap orang dilarang membakar hutan”.</p> <p>Pasal 50 Ayat (3) huruf l “Setiap orang dilarang membuang benda-benda yang dapat menyebabkan kebakaran dan kerusakan serta membahayakan keberadaan atau kelangsungan fungsi hutan ke dalam kawasan hutan”.</p> <p>Pasal 78 Ayat (3) “Barang siapa dengan sengaja melanggar ketentuan sebagaimana dimaksud dalam Pasal 50 ayat (3) huruf d, diancam dengan pidana penjara paling lama 15 (lima belas) tahun dan denda paling banyak Rp 5.000.000.000,00 (lima milyar rupiah)”.</p> <p>Pasal 78 Ayat (4) “Barang siapa karena kelalaiannya melanggar ketentuan sebagaimana dimaksud dalam Pasal 50 ayat (3) huruf d, diancam dengan pidana penjara paling lama 5 (lima) tahun dan denda paling banyak Rp 1.500.000.000,00 (satu milyar lima ratus juta rupiah)”.</p>
UU32/2009 tentang Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup	<p>Pasal 69 ayat (1) huruf h UU PPLH “Setiap orang dilarang melakukan pembukaan lahan dengan cara membakar</p> <p>Pasal 108 “Setiap orang yang melakukan pembakaran lahan sebagaimana dimaksud dalam Pasal 69 ayat (1) huruf h, dipidana dengan pidana penjara paling singkat 3 (tiga) tahun dan paling lama 10 (sepuluh) tahun dan denda paling sedikit Rp 3.000.000.000,00 (tiga miliar rupiah) dan paling banyak Rp 10.000.000.000,00 (sepuluh miliar rupiah)”.</p>

UU 39/2014 tentang Perkebunan	Pasal 56 Ayat (1) “Setiap Pelaku Usaha Perkebunan dilarang membuka dan/ atau mengolah lahan dengan cara membakar”. Pasal 108 “Setiap Pelaku Usaha Perkebunan yang membuka dan/atau mengolah lahan dengan cara membakar sebagaimana dimaksud dalam Pasal 56 ayat (1) dipidana dengan pidana penjara paling lama 10 (sepuluh) tahun dan denda paling banyak Rp 10.000.000.000,00 (sepuluh miliar rupiah)”.
-------------------------------------	---

Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan (KLHK) Nomor P.32/MENLHK/SETJEN/KUM.1/3/2016 tentang Pengendalian Kebakaran Hutan dan Lahan, merupakan salah satu peraturan teknis terkait pengendalian kebakaran hutan dan lahan. Perihal yang diatur dalam PermenLHK tersebut diantaranya berupa larangan membakar hutan, aspek-aspek pengendalian kebakaran hutan dan lahan, kelembagaan pengendali kebakaran di tingkat tapak, dan sanksi bila melakukan pembakaran.

Berdasarkan PermenLHK tentang pengendalian kebakaran tersebut, kegiatan pengendalian kebakaran hutan dan lahan terdiri dari perencanaan, penyelenggaraan pencegahan, penyelenggaraan penanggulangan, penyelenggaraan penanganan paska kebakaran, koordinasi kerja dan status kesiagaan. Tiga penyelenggaraan utama dari pengendalian kebakaran hutan dan lahan ini juga dapat menunjukkan tahapan dari pengendalian yaitu pencegahan, penanggulangan/pemadaman dan penanganan paska kebakaran. Rincian kegiatan setiap tahapan pengendalian kebakaran hutan dan lahan terdapat dalam Tabel 3.2.

Dari Tabel 3.2 terlihat bahwa kegiatan pencegahan relatif lebih banyak dibandingkan kegiatan penanggulangan/pemadaman ataupun penanganan paska kebakaran. Kegiatan-kegiatan ini sangat penting dan menjadi prioritas penanganan, agar munculnya kebakaran hutan dan lahan dapat diminimalisir sedini mungkin, sehingga tidak menyebabkan kebakaran yang tidak terkendali yang berdampak sangat merugikan dalam aspek lingkungan, ekonomi, sosial dan politik.

TABEL 3.2. Rekapitulasi kegiatan dalam penyelenggaraan pencegahan, penanggulangan/pemadaman dan penanganan paska kebakaran

Pencegahan	Penanggulangan/Pemadaman	Penanganan Paska Kebakaran
<ul style="list-style-type: none"> • Sosialisasi dan kampanye pencegahan kebakaran • Penerapan <i>agroforestry</i> • Pendampingan MPA • Praktek PLTB • Pengelolaan bahan bakaran • Peringatan dini dan aplikasi SPBK • Pemasangan rambu dan papan peringatan • Pembuatan dan pengelolaan sekat bakar, sekat kanal, embung dan kantong air • Penyebarluasan informasi kerawanan kebakaran • Patroli pencegahan kebakaran • Koordinasi melalui rapat dan kunjungan kerja 	<ul style="list-style-type: none"> • Deteksi dini terhadap titik panas atau titip api • Pemadaman awal • Koordinasi pemadaman • Mobilisasi pemadaman • Pemadaman lanjutan • Demobilisasi pemadaman • Evakuasi dan penyelamatan 	<ul style="list-style-type: none"> • Pengawasan areal bekas terbakar • Inventarisasi luas kebakaran • Penaksiran kerugian • Koordinasi penanganan pasca kebakaran

Sumber: PERMENLHK P.32/MENLHK/SETJEN/KUM.1/3/2016

B. Kebijakan Restorasi Gambut

Restorasi gambut merupakan salah satu kebijakan yang dikeluarkan pemerintah untuk memulihkan kondisi gambut yang telah rusak (terdegradasi). Kebijakan ini dicanangkan pemerintah pada tahun 2016, setelah dipicu kebakaran hebat tahun 2015 yang membakar lahan gambut seluas 2.611.411 hektar (Endrawati et al. 2016). Dengan demikian, kebijakan ini juga tidak terpisahkan sebagai bagian dari upaya pemerintah dalam pengendalian kebakaran hutan dan lahan.

Restorasi gambut dilakukan di areal gambut terdegradasi yang tersebar di 7 (tujuh) provinsi yaitu Riau, Jambi, Sumatera Selatan, Kalimantan Tengah, Kalimantan Barat, Kalimantan Selatan dan Papua. Target luas lahan gambut yang direstorasi seluas 2,7 juta ha dimana 1,7 juta ha berada di wilayah konsesi perusahaan Hutan Tanaman Industri dan di areal hutan alam.

Pemerintah yang memiliki kewenangan dalam kebijakan restorasi gambut yaitu Badan Restorasi Gambut (BRG) dan Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan (KLHK). BRG adalah lembaga non struktural di bawah Presiden dan bertanggungjawab secara langsung pada Presiden, yang dibentuk berdasarkan Peraturan Presiden Nomor 1 Tahun 2016. BRG memiliki tugas

mengkoordinasikan dan memfasilitasi restorasi gambut pada 7 provinsi yang menjadi target restorasi. Sejak akhir Desember 2020, berdasarkan Peraturan Presiden Nomor 120 Tahun 2020, BRG bertransformasi menjadi Badan Restorasi Gambut dan Mangrove (BRGM) dengan tambahan tugas mencakup pemulihan ekosistem mangrove.

Adapun kewenangan KLHK sendiri dalam penanganan gambut, berdasarkan Peraturan Presiden Nomor 92 Tahun 2020 memiliki fungsi dalam penyelenggaraan pengendalian kerusakan ekosistem gambut, termasuk didalamnya restorasi gambut. Secara detil KLHK menyelenggarakan fungsi merumuskan kebijakan, pelaksanaan kebijakan, penyusunan norma standar prosedur dan kriteria (NSPK), koordinasi dan sinkronisasi restorasi, fasilitasi bimbingan teknis dan supervisi, dan evaluasi dan pelaporan pengendalian kerusakan ekosistem gambut.

Pelaksanaan restorasi gambut di lapangan memerlukan sebuah pedoman. KLHK sesuai dengan wewenangnya membuat sebuah pedoman dalam rangka pemulihan ekosistem gambut yang ditetapkan dalam Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Nomor P.16/MENLHK/SETJEN/KUM.1/2/2017 tentang Pedoman Teknis Pemulihan Fungsi Ekosistem Gambut. Dalam peraturan tersebut, pemulihan fungsi ekosistem gambut dilakukan melalui 3 tahapan yaitu perencanaan, pelaksanaan dan penilaian. Muatan kegiatan atau materi setiap tahapan pemulihan ekosistem gambut terdapat dalam Tabel 3.3.

TABEL 3.3. Tahapan pemulihan ekosistem gambut

Perencanaan	Pelaksanaan	Penilaian
Rencana memuat tentang: <ul style="list-style-type: none"> • Lokasi dan luas lahan pemulihan • Komponen dan jadwal kegiatan • Cara pemulihan • Rencana biaya • Manajemen pelaksanaan • Target capaian per 6 bulan • Teknik dan jadwal pemantauan 	Pemulihan ekosistem gambut dilakukan dengan cara: <ul style="list-style-type: none"> • Rehabilitasi • Suksesi alam • Restorasi • Cara lain sesuai iptek 	Pemulihan ekosistem gambut berhasil, apabila: <ul style="list-style-type: none"> • Tidak terekspose sediman berpirit/kwarsa di bawah lapisan gambut • Muka air tanah di lahan gambut 0.4 m di bawah permukaan gambut • Minimal 500 batang pohon per hektar pada tahun ketiga

Sumber: PERMENLHK P.16/MENLHK/SETJEN/KUM.1/2/2017

Berdasarkan Tabel 3.3, restorasi merupakan salah satu cara pemulihan ekosistem gambut. Adapun cara lain pemulihan ekosistem gambut dapat dilakukan melalui rehabilitasi dan suksesi alam. Hal ini tergantung pada kondisi kerusakan gambut itu sendiri. Dalam PerMenLHK Nomor P.16/MENLHK/SETJEN/KUM.1/2/2017, kegiatan restorasi dilakukan untuk menjadikan ekosistem gambut atau bagian-bagian lainnya berfungsi kembali seperti sediakala melalui pembangunan infrastruktur pembasahan kembali gambut yang terdegradasi melalui bangunan air seperti sekat kanal, embung, dan lainnya; penampungan air; penimbunan kanal; dan pemompaan air.

BRGM menerapkan prinsip 3R dalam merestorasi gambut yaitu *rewetting*, *revegetation* dan *revitalization*. **Rewetting** adalah pembasahan kembali dengan pembangunan sekat kanal, pembangunan sumur bor dan upaya lain yang mendorong basahnya lahan gambut. **Revegetation** adalah penanaman kembali melalui persemaian, penanaman dan regenerasi alami. Sedangkan **Revitalization** adalah peningkatan kesejahteraan masyarakat melalui pertanian, perikanan dan ekowisata.

Pembasahan gambut menjadi prinsip utama dalam restorasi gambut. Bahkan dikatakan bahwa menjaga gambut tetap basah merupakan solusi atas semua permasalahan gambut, terkait dengan segitiga kehidupan di lahan gambut yaitu vegetasi, gambut dan air (Joosten, 2020). Pencapaian tujuan akhir dari restorasi gambut berupa pulihnya kondisi gambut seperti sediakala bukan pekerjaan yang mudah dan instan. Diperlukan keterpaduan gerak dan langkah dari semua pihak yang berkepentingan untuk bersama-sama melakukan restorasi gambut.



IV

PARTISIPASI MASYARAKAT DALAM PENCEGAHAN KEBAKARAN HUTAN DAN LAHAN

4.1. Pengantar

Modul ini menjelaskan tentang pentingnya partisipasi masyarakat dalam pencegahan kebakaran hutan dan lahan, bentuk partisipasi masyarakat dalam pencegahan kebakaran hutan dan lahan, dan peran desa dalam penguatan partisipasi masyarakat dalam pencegahan kebakaran.

4.2. Indikator Keberhasilan

Setelah mengikuti modul pelatihan ini peserta diharapkan dapat memahami pengertian tentang partisipasi, tingkat partisipasi masyarakat, Masyarakat Peduli Api (MPA) sebagai salah satu bentuk lembaga yang mewadahi partisipasi masyarakat dalam pencegahan karhutla, dan peran penting desa dalam penguatan partisipasi masyarakat.

4.3. Pokok Bahasan

- a. Pentingnya Partisipasi Masyarakat
- b. Partisipasi Masyarakat dalam Pencegahan Karhutla
- c. Peran Desa dalam Penguatan Partisipasi Masyarakat

4.4. Metode Penyampaian

Ceramah, tanya jawab, curah pendapat dan diskusi

4.5. Alat Bantu Pembelajaran

Papan tulis, spidol, proyektor, layar/monitor, komputer/laptop, dan *flipchart*

4.6. Uraian Materi

A. Pentingnya Partisipasi Masyarakat

Partisipasi menurut Kamus Besar Bahasa Indonesia artinya turut berperan serta dalam kegiatan. Dengan demikian yang dimaksud dengan partisipasi masyarakat menunjukkan masyarakat turut berperan serta dalam suatu kegiatan atau bisa juga dipahami keikutsertaan masyarakat dalam suatu kegiatan.

Dalam konteks perencanaan pembangunan, partisipasi masyarakat ini merupakan hal penting. Tiga alasan utama pentingnya partisipasi masyarakat dalam perencanaan menurut (Conyers 1994) adalah:

1. Masyarakat merupakan suatu alat guna memperoleh informasi mengenai kondisi, kebutuhan dan sikap masyarakat setempat.
2. Masyarakat akan lebih mempercayai program kegiatan pembangunan apabila mereka dilibatkan dalam persiapan dan perencanaannya, karena mereka akan lebih mengetahui seluk beluk program kegiatan tersebut dan akan mempunyai rasa memiliki terhadap program kegiatan tersebut.
3. Mendorong partisipasi umum karena akan timbul anggapan bahwa merupakan suatu hak demokrasi bila masyarakat dilibatkan dalam pembangunan.

Pengendalian kebakaran hutan dan lahan merupakan bagian dari pembangunan kehutanan. Partisipasi masyarakat dalam pengendalian kebakaran hutan dan lahan juga menjadi penting dengan alasan:

1. Masyarakat pada umumnya berada paling dekat dengan lokasi kejadian kebakaran hutan dan lahan sehingga mempunyai pengetahuan yang lebih menyeluruh terkait kondisi di lapangan
2. Masyarakat memiliki potensi untuk terlibat aktif dalam upaya pengendalian kebakaran hutan dan lahan
3. Masyarakat sebagai bagian dari pemerintah desa yang memiliki kewenangan untuk melakukan pembangunan di wilayahnya
4. Pengendalian kebakaran hutan dan lahan menjadi bagian dari pembangunan, sehingga masyarakat berhak untuk turut serta dalam pembangunan

5. Partisipasi akan mendorong timbulnya tanggungjawab
 6. Melalui pemberdayaan, partisipasi akan mendorong pada kemandirian
- Partisipasi itu sendiri memiliki tingkatan dari tingkat terendah hingga tingkat tertinggi layaknya anak tangga. Tingkat partisipasi dikelompokkan menjadi 3 (tiga) yaitu: 1) tidak ada peran serta atau partisipasi; 2) partisipasi sebatas menerima ketentuan; dan 3) terdapat peran serta masyarakat.

B. Partisipasi Masyarakat dalam Pengendalian Karhutla

Pemerintah menyadari akan pentingnya partisipasi masyarakat dalam pengendalian kebakaran hutan dan lahan. Oleh karena itu, pemerintah mengeluarkan kebijakan yang mendorong keikutsertaan masyarakat untuk berpartisipasi aktif didalamnya. Salah satu bentuk kebijakan tersebut khususnya yang dikembangkan oleh Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan terkait pembentukan Masyarakat Peduli Api (MPA) dengan segala kegiatannya.

Masyarakat Peduli Api (MPA) adalah masyarakat yang secara sukarela memiliki kepedulian terhadap pengendalian kebakaran hutan dan lahan yang telah dilatih atau diberi pembekalan serta dapat diberdayakan untuk membantu kegiatan pengendalian kebakaran hutan dan lahan (Peraturan Dirjen Pengendalian Perubahan Iklim No P.3/PPI/SET/KUM.1/1/2018). MPA ini dilembagakan dalam sebuah kelompok yang beranggotakan sekitar 15 (lima belas) orang dan biasanya disebut sebagai kelompok MPA.

Pada awalnya program MPA diimplementasikan sebagai bagian dari program inklusif desa dalam pengelolaan kawasan konservasi. Desa-desanya yang berbatasan dengan kawasan konservasi diharapkan berperan dalam perlindungan kawasan konservasi dan keanekaragaman hayati. MPA-MPA yang dibentuk di desa-desanya tersebut dalam rangka mengantisipasi terjadinya kebakaran di sekitar kawasan konservasi (Budiningsih et al. 2020b). Selanjutnya pembentukan MPA berkembang tidak hanya di kawasan konservasi, akan tetapi di desa-desanya rawan kebakaran hutan dan lahan.

Berdasarkan PerDirjen PPI No P.3/PPI/SET/KUM.1/1/2018 tentang Pembentukan dan Pembinaan MPA, tahapan pembentukan MPA yaitu:

1. Tahap Persiapan, meliputi:
 - a. Penetapan desa atau kelurahan sasaran, berdasarkan tingkat kerawanan dan kejadian kebakaran yang ditetapkan oleh Kepala Unit Pelaksana Teknis atau Kesatuan pengelolaan Hutan atau Pemegang Izin dan/atau Camat;

- b. Sosialisasi pembentukan kelompok MPA, dapat dilaksanakan bersamaan dengan kegiatan patroli, kampanye atau kegiatan pencegahan kebakaran lainnya;
- c. Identifikasi pembentukan kelompok MPA, dilakukan untuk mendapatkan data dan informasi awal calon kelompok MPA.

2. Tahap Pelaksanaan, meliputi:

- a. Rekrutmen, dilakukan pada calon anggota MPA yang memenuhi persyaratan yaitu Warga Negara Indonesia, tinggal di desa dasaran, sehat jasmani dan rohani, berusia minimal 17 tahun, berkelakuan baik, mendaftarkan diri sebagai tenaga relawan, membuat surat pernyataan sebagai tenaga relawan, dan mengikuti pembekalan teknis diantaranya bidang pengendalian kebakaran hutan dan lahan.
- b. Pembekalan teknis, dilaksanakan dalam bentuk training dengan materi ajar diantaranya tentang pengenalan dalkarhutla, penguatan kelembagaan MPA dan pembinaan jiwa korsa. Bagi yang lulus mengikuti training akan memperoleh sertifikat.
- c. Penetapan, calon anggota kelompok MPA yang telah memiliki sertifikat lalu ditetapkan dengan keputusan Camat atau Kepala Desa/Lurah. Satu kelompok MPA minimal ada 2 (dua) regu dan setiap regu terdiri dari 15 (lima belas) anggota masyarakat dalam satu desa.

Selanjutnya MPA diharapkan dapat menjalankan fungsinya, seperti melakukan pencegahan terjadinya kebakaran, melakukan pemadaman awal dan mendukung pemadaman yang dilakukan oleh Manggala Agni atau pihak lainnya, meningkatkan kepedulian masyarakat di desanya terkait pengendalian kebakaran, menyebarkan informasi kejadian kebakaran, menyebarkan informasi peringkat bahaya kebakaran, melakukan penyuluhan secara mandiri atau bersama dengan pihak lain, dan melakukan pertemuan secara berkala dalam rangka penguatan kelembagaan.

Beberapa kegiatan yang dilakukan MPA selama ini antara lain berupa patroli, pemadaman kebakaran, termasuk membantu pelaksanaan restorasi gambut. Patroli adalah kegiatan pengawasan yang dilakukan oleh MPA bersama Manggala Agni dan pihak lainnya dalam rangka pencegahan dan atau pemadaman awal kebakaran hutan dan lahan. Pemadaman kebakaran sebagai bagian dari penanggulangan dilakukan bersama Manggala Agni dan satuan tugas penanggulangan kebakaran lainnya. Dalam restorasi gambut, peran serta MPA

dikoordinir dan difasilitasi BRGM untuk terlibat aktif dalam pelaksanaan restorasi di lapangan. MPA dilibatkan dalam pembangunan sumur bor, embung air dan sekat kanal, sekaligus MPA juga melakukan upaya pencegahan seperti pembasahan lahan gambut.

Sebagai bagian dari upaya pemberdayaan, MPA juga difasilitasi melalui kegiatan pemberdayaan ekonomi kelompok, seperti pemeliharaan ternak sapi dan kambing. Pendekatan ini ditempuh agar kelompok dapat mengatasi persoalan keterbatasan anggaran yang seringkali menghambat kelompok untuk aktif menjalankan tugas. Selain itu, kelompok juga dapat belajar untuk mengorganisir penguatan kelembagaannya. Program terbaru MPA juga ditambah pengetahuan dan keterampilan terkait paralegal, yang artinya berkesadaran hukum mengetahui dan menggunakan hak dan kewajibannya dalam mengelola sumber daya alam, namun tetap menjaga lingkungan agar tidak terjadi kebakaran.

Uraian tentang MPA dan program kegiatannya menunjukkan bahwa pemerintah telah mengupayakan pelibatan masyarakat dalam pengendalian kebakaran hutan dan lahan. Ke depan mengoptimalkan peran Masyarakat Peduli Api (MPA) merupakan upaya penting dalam mencegah terjadinya kebakaran hutan dan lahan (karhutla) di wilayah-wilayah rawan karhutla.

C. Peran Desa dalam Penguatan Partipasi Masyarakat

Desa adalah kesatuan wilayah yang dihuni oleh sejumlah keluarga yang mempunyai sistem pemerintahan sendiri yang dikepalai oleh seorang Kepala Desa (KBBI). Wilayah desa meliputi lokasi, luas dan sumberdaya alam. Penduduk desa terdiri dari sejumlah orang yang tinggal di desa dan saling berinteraksi satu sama lain. Merekapun umumnya tergantung pada sumberdaya lahan dan sumberdaya alam. Berdasarkan pengertiannya, sebuah desa mengandung 3 (tiga) unsur yaitu wilayah, penduduk dan pemerintah desa.

Terkait dengan kebakaran, desa merupakan institusi terdekat dengan kejadian kebakaran, sehingga memiliki peran strategis untuk dapat turut serta melakukan pencegahan dan penanganan dini kebakaran hutan dan lahan (Budiningsih, 2020). Peran strategis ini diemban oleh penduduk atau masyarakat desa umumnya dan khususnya oleh kelompok MPA atau kelompok lain yang ada di desa yang bertugas atau memiliki kepedulian terhadap pengendalian kebakaran. Selain itu, peran tersebut seyogyanya juga diemban pemerintahan desa yang

memiliki tanggungjawab dan kewenangan dalam pengelolaan sumberdaya yang ada untuk kesejahteraan penduduk desa.

Sejak 2016 pembangunan berbasis desa mendapatkan perhatian besar dari pemerintah pusat. Dukungan pemerintah pusat diwujudkan melalui Alokasi Dana Desa yang diperuntukkan bagi desa untuk melakukan pembangunan di wilayahnya. Setiap desa memperoleh dana desa rata-rata berkisar Rp. 800–900 juta, bahkan ada yang lebih dari 1 Milyar Rupiah. Pada awalnya penggunaan dana desa ini lebih dominan diarahkan pada pembangunan infrastruktur dan pemberdayaan masyarakat terutama dalam rangka percepatan ekonomi produktif, menggerakkan industri di pedesaan, serta mengurangi kemiskinan desa. Namun belakangan, didukung oleh regulasi yang ada, beberapa daerah mulai mengalokasikan dana desanya untuk mendukung pelaksanaan pengendalian kebakaran hutan dan lahan. Hal ini juga menunjukkan adanya sebuah proses partisipasi dimana desa membuat rencana pembangunan di wilayahnya dan bertanggungjawab melaksanakan serta melakukan evaluasi terhadap program pengendalian kebakaran. Inilah sebuah proses dimana partisipasi telah mencapai tingkat yang tertinggi, dimana masyarakat merencanakan, melaksanakan dan mengevaluasi lalu memperbaiki program ke depannya. Sekaligus di sini menunjukkan bahwa peran desa itu menjadi sangat penting dalam mewujudkan partisipasi masyarakat dalam pengendalian kebakaran. Partisipasi masyarakat menjadi salah satu kriteria untuk mewujudkan desa siaga dalam pengendalian kebakaran di wilayah desa dan sekitarnya (Budiningsih et al. 2020a)

V

PENYIAPAN LAHAN TANPA BAKAR

5.1. Pengantar

Modul ini menjelaskan tentang praktik Penyiapan Lahan Tanpa Bakar (PLTB) meliputi kebiasaan penggunaan api dalam penyiapan lahan dan metode penyiapan lahan tanpa bakar.

5.2. Indikator Keberhasilan

Setelah mengikuti pelatihan modul ini, diharapkan peserta memiliki pengetahuan tentang Penyiapan Lahan Tanpa Bakar dengan 3 (tiga) cara yaitu cara manual, cara mekanis dan cara kimiawi, serta kelebihan dan kelemahan dari masing-masing cara tersebut.

5.3. Pokok Bahasan

- a. Penggunaan Api dalam Penyiapan Lahan
- b. Metode Penyiapan Lahan Tanpa Bakar
 1. Cara manual
 2. Cara mekanik
 3. Cara kimiawi

5.4. Metode Penyampaian

Ceramah, tanya jawab, curah pendapat dan diskusi

5.5. Alat Bantu Pembelajaran

Papan tulis, spidol, proyektor, layar/monitor, komputer/laptop, dan *flipchart*

5.6. Uraian Materi

A. Penggunaan Api dalam Penyiapan Lahan

Penyiapan lahan merupakan bagian dari proses pemanfaatan lahan untuk kegiatan menanam tanaman semusim atau budidaya tanaman tahunan. Lahan dibersihkan dari rumput alang-alang, semak belukar atau tanaman berkayu (pohon) yang dianggap akan mengganggu pertumbuhan tanaman semusim atau tanaman tahunan yang diusahakan.

Tahapan penyiapan lahan yang umumnya dilakukan dimulai dari menebas rumput, semak, belukar dan/atau menebang tanaman berkayu, kemudian membiarkan hasil tebasan atau hasil tebangan mengering lalu dikumpulkan untuk dibakar. Cara seperti itu umumnya dilakukan baik di lahan mineral bahkan juga di lahan gambut. Hingga saat ini, masih dijumpai masyarakat yang menggunakan api untuk persiapan lahan dikarenakan alasan mudah dan murah. Ada juga yang menambahkan alasan bahwa dengan cara dibakar maka hasil pembakaran berupa abu dapat meningkatkan kandungan unsur hara dan dapat mengurangi tingkat keasaman tanah.

Namun praktik penyiapan lahan dengan menggunakan api menimbulkan banyak kerugian. Selain menimbulkan kerugian langsung atas benda yang terbakar, kebakaran juga memberikan dampak negatif terhadap lingkungan. Kebakaran hutan dapat menimbulkan masalah kesehatan, gangguan transportasi, dan berkontribusi besar terhadap proses pemanasan global (Hendromono et al. 2007). Mengingat dampak negatif dari cara membakar lahan ini bisa sangat merugikan, pemerintah telah melarang bagi siapapun untuk melakukan pembakaran. Oleh karena itu diperlukan adanya alternatif dari teknik penyiapan lahan dengan api digantikan dengan teknik penyiapan lahan tanpa dibakar.

B. Metode Penyiapan Lahan Tanpa Bakar

Upaya untuk mengatasi persoalan asap dari karhutla yang bersumber dari kegiatan penyiapan lahan dengan menggunakan api telah mendorong para pihak untuk mencari alternatif teknologi Penyiapan Lahan Tanpa Bakar yang efektif dan

mudah diterapkan. Penyiapan lahan tanpa bakar artinya penyiapan lahan dimana hasil tebang atau tebasan tidak dibakar. Bila dikelompokkan berdasarkan tekniknya, ada 3 (tiga) metode penyiapan lahan tanpa bakar yaitu:

1) Cara Manual

Penyiapan lahan tanpa bakar dengan teknik manual ini artinya menggunakan tenaga kerja manusia dengan bantuan alat sederhana seperti parang, kapak dan/atau gergaji. Oleh karena menggunakan tenaga manusia tentunya lahan yang dikerjakan relatif tidak luas, biasanya kurang dari 5 hektar. Kondisi lahan yang disiapkan dengan teknik ini dapat berupa lahan yang ditumbuhi semak belukar dan/atau tanaman berkayu (pohon). Teknik manual ini dapat digunakan untuk kegiatan berladang dan/atau berkebun skala kecil.

Tahapan penyiapan lahan tanpa bakar dengan teknik manual adalah sebagai berikut (Hendromono et al. 2007):

a) Pembuatan batas ladang/kebun

Batas ini perlu dibuat sebagai tanda batas ladang/kebun satu dengan ladang/kebun lainnya. Batas ladang/kebun dapat berupa jalan atau batas jalur hijau. Fungsi batas ladang ini dapat berfungsi pula sebagai sekat bakar, agar api tidak masuk ke areal ladang/kebun. Batas jalur hijau selanjutnya dipelihara dari tumbuhnya rerumputan agar tidak tersedia bahan bakar bila ada api.

b) Penebasan, penebangan dan pembersihan lahan

Semak belukar yang tumbuh di atas lahan ditebas dengan menyisakan tunggak untuk memudahkan saat mencabut akar semak belukar. Sedangkan tanaman berkayu yang ada ditebang. Hasil tebasan atau tebang ini berupa limbah penyiapan lahan yang mesti diberi perlakuan untuk dikelola lebih lanjut. Limbah dedaunan dan ranting kecil dapat ditanam dalam tanah untuk dijadikan kompos. Bagian batang maupun dahan yang besar dapat dimanfaatkan sebagai kayu gergajian atau untuk pembuatan asap cair dan arang. Saat lahan bersih maka selanjutnya siap untuk ditanami. Areal penanaman dibersihkan dari limbah yang disimpan di tempat yang bukan diperuntukan untuk penanaman.

Kelebihan dari teknik penyiapan lahan secara manual adalah menggunakan alat yang sederhana berupa parang atau golok, cukup menggunakan tenaga kerja dari keluarga, dapat dilakukan pada lahan dengan kemiringan yang landai hingga curam, dan tidak menimbulkan asap yang mengganggu dan berbahaya.

Sedangkan kekurangan teknik manual adalah semakin luas lahan yang akan dikerjakan berarti bertambah jumlah orang yang kerja atau jumlah hari kerja, tidak mampu mengangkat tunggak pohon besar yang berpotensi menjadi sumber penyakit khususnya bagi penyakit akar tanaman.

2) Cara Mekanis

Penyiapan lahan tanpa bakar dengan cara mekanis artinya menggunakan tenaga mesin seperti *chainsaw* (gergaji mesin), *bulldozer* dan/atau traktor. Cara mekanis ini sesuai untuk penyiapan lahan yang sangat luas. Karena memerlukan modal yang besar untuk menjalankan mesin-mesin tersebut, maka cara penyiapan lahan secara mekanis ini biasanya digunakan oleh perusahaan untuk membangun perkebunan atau hutan tanaman skala besar. Kondisi awal lahan dapat berupa tanaman berkayu (pepohonan), semak belukar dan alang-alang.

Tahapan kegiatan penyiapan lahan secara mekanis, yaitu:

a) Persiapan

Kegiatan persiapan ini meliputi penetapan jenis tanaman yang akan dikembangkan bersifat toleran (memerlukan naungan ketika muda) atau intoleran (tidak bisa dinaungi), penataan areal untuk kawasan produksi, konservasi dan pohon-pohon yang dilindungi, penataan batas petak, pembukaan jaringan jalan, dan penyiapan sarana prasarana.

b) Penebasan, Penebangan dan Pelapukan

Penetapan jenis tanaman yang akan dikembangkan jika intoleran, berarti pembersihan lahan dilakukan secara total, namun jika jenis tanaman yang toleran, pembersihan lahan dapat dilakukan menggunakan metode jalur yang artinya tidak semua lahan dibersihkan. Jenis intoleran (tidak butuh naungan) seperti sawit, karet, acacia, jati, sengon. Sedangkan jenis toleran semisal meranti.

Untuk pembersihan total, mesin *bulldozer* langsung melindas areal, mendorong tanaman berkayu yang tidak bernilai. Tapi apabila yang ditanam jenis toleran, maka dibuat rintisan jalur terlebih dahulu, setelah itu jalur yang akan ditanami baru dibersihkan dengan menggunakan *bulldozer* atau traktor. Sisa-sisa tunggak pohon dan kayu beras dilapukkan dengan menggunakan jamur pelapuk (*biodegradator*). Sisa-sisa limbah pembersihan lahan ini dikumpulkan atau ditumpuk di tempat yang tidak akan ditanami.

c). Pengolahan Lahan

Setelah lahan dibersihkan, bila lahan akan ditumpangsarikan dengan tanaman palawija maka tanah perlu diolah dulu dengan menggunakan traktor. Pembajakan dilakukan selama 2 kali dengan jeda waktu 2-4 minggu hingga akar mati. Setelah itu dilakukan penggaruan dengan menggunakan alat garu agar menghancurkan bongkahan yang menjadi lebih kecil.

Kelebihan cara mekanis yaitu dapat digunakan untuk lahan yang luas, akar dan tunggak dapat dihilangkan, tidak tergantung kondisi cuaca kecuali cuaca basah ekstrem.

Kelemahan cara mekanis, antara lain tidak bisa dilakukan pada semua kondisi lahan, memiliki keterbatasan kelerengan, memerlukan modal besar untuk pengadaan peralatan mesin, hanya cocok untuk usaha komersil skala perusahaan, membutuhkan tenaga terampil dalam mengoperasikan alat berat, membutuhkan pengetahuan lebih spesifik untuk menggunakan cara ini. Limbah penyiapan lahan banyak dan ditumpuk di tempat tertentu dan seringkali menimbulkan masalah sebagai sarang hama atau sumber penyakit, seperti kasus di Riau, pelapukan mendatangkan serangan hama terhadap tanaman.

3) Cara Kimiawi

Penyiapan lahan tanpa bakar dengan cara kimia artinya menggunakan bahan kimia berupa cairan. Cairan yang mengandung bahan kimia ini biasa disebut herbisida untuk membersihkan lahan dari vegetasi yang tidak bermanfaat. Cara kimiawi ini sangat sesuai pada lahan yang ditumbuhi dengan alang-alang di lahan mineral atau juga pakis-pakisan di lahan gambut. Cara ini dapat digunakan untuk lahan skala besar maupun kecil. Untuk skala luas, biasanya ini merupakan cara pelengkap dari cara mekanis yang biasa digunakan oleh perusahaan. Bahan dan peralatan yang digunakan adalah herbisida dan pompa punggung atau *sprayer*.

Pada awalnya cara kimiawi diterapkan untuk pengendalian tanaman gulma namun bisa juga digunakan dalam proses penyiapan lahan. Bagi perusahaan, ketika lokasinya agak miring ketika cara mekanis tidak bisa, maka cara kimiawi ini yang akan digunakan. Apabila kemiringan lahan antara 16 sampai 20% dilakukan secara jalur, tetapi di areal yang kemiringannya lebih dari 20% dimana risiko erosi tanah cukup besar, dapat disemprot herbisida dua kali

dengan selisih waktu 3 sampai 4 minggu. Bahan kimia yang digunakan untuk memberantas alang-alang berbahan aktif *glyphosate*, sedangkan untuk memberantas tumbuhan bawah berdaun lebar berbahan aktif *imazophyr*. Takaran atau dosis disesuaikan dengan kebutuhan (Hendromono et al. 2007). Penggunaan bahan kimia seperti herbisida dikhawatirkan dapat memacu kerusakan kimia dan biologis tanah. Akan tetapi bila herbisida yang digunakan ramah lingkungan maka akan mengurangi risiko polusi tanah (Hasibuan, 2009 dalam Wahyuningtyas, 2010).

Ketiga metode penyiapan lahan dengan cara manual, mekanis dan kimiawi merupakan metode penyiapan lahan tanpa bakar yang selama ini telah dikenal bahkan ada juga masyarakat atau perusahaan yang telah menerapkannya sebagai bagian dari proses pemanfaatan lahan. Penerapan ketiga penyiapan ini hanya fokus terhadap target penyiapan lahan saja yaitu hingga lahan siap untuk ditanam. Sebenarnya limbah penyiapan lahanpun dapat dimanfaatkan untuk dijadikan produk-produk bermanfaat dan bernilai ekonomis atau dengan kata lain dapat diperjualbelikan. Beberapa teknologi yang dapat digunakan untuk pemanfaatan limbah penyiapan lahan sekaligus menerapkan penyiapan lahan tanpa bakar, diantaranya arang, arang kompos, briket, asap cair dan kompos blok. Belakangan ini produk-produk tersebut mulai diminati masyarakat untuk memanfaatkan limbah organik, diantaranya limbah dari proses penyiapan lahan.

Secara umum beberapa manfaat pembukaan lahan tanpa pembakaran adalah: 1) tidak menimbulkan polusi asap; 2) menurunkan emisi gas rumah kaca (terutama CO₂) yang berdampak negatif pada perubahan iklim yang berpengaruh pada stabilitas ekosistem; 3) aktifitas transportasi, komunikasi dan kesehatan manusia; 4) memperbaiki bahan organik tanah, kadar air dan kesuburan tanah terutama di areal yang sudah pernah ditanami sehingga menurunkan kebutuhan pupuk organik; 5) dalam jangka panjang pembukaan lahan tanpa pembakaran akan menjamin kesinambungan secara ekonomi dan ekologi; 6) untuk mengantisipasi kemungkinan terjadinya kekeringan yang akan berdampak langsung kepada produksi tanaman, yang mengakibatkan hasil panen akan mengalami penurunan; dan 7) untuk pemulihan kualitas lingkungan yang berbasis pembangunan berkelanjutan.

VI

PEMANFAATAN LIMBAH PENYIAPAN LAHAN

6.1. Pengantar

Modul ini menjelaskan tentang pemanfaatan limbah dari kegiatan penyiapan lahan yang dijadikan berbagai produk yang memiliki manfaat dan dapat dijadikan barang bernilai ekonomi yang dapat diperdagangkan.

6.2. Indikator Keberhasilan

Setelah mengikuti pelatihan modul ini, peserta diharapkan memiliki pengetahuan tentang berbagai produk olahan berbahan baku limbah penyiapan lahan, kegunaan produk dan proses produksinya.

6.3. Pokok Bahasan

- a. Pendekatan pemanfaatan limbah penyiapan lahan
- b. Produk dari limbah penyiapan lahan

6.4. Metode Penyampaian

Ceramah, tanya jawab, curah pendapat dan diskusi

6.5. Alat Bantu Pembelajaran

Papan tulis, spidol, proyektor, layar/monitor, komputer/laptop, dan *flipchart*

6.6. Uraian Materi

A. Pendekatan Pemanfaatan Limbah Penyiapan Lahan

Dalam proses penyiapan lahan tanpa bakar akan menyisakan sisa hasil tebasan

atau tebaran. Hasil tebasan atau tebaran ini merupakan limbah penyiapan lahan. Biasanya apabila penyiapan lahan dilakukan dengan pembakaran, limbah penyiapan lahan akan habis terbakar, namun dengan tidak dibakar maka limbah masih tetap ada. Semakin luas lahan yang disiapkan dan semakin banyak vegetasi yang tumbuh di atasnya, maka limbah penyiapan lahan semakin banyak dan menumpuk.

Limbah penyiapan lahan dapat berupa dedaunan, ranting, cabang atau batang kayu. Limbah ini sebagai bahan organik bila dibiarkan akan melapuk dengan sendirinya. Namun proses pelapukan secara alami akan membutuhkan waktu yang relatif lama. Selain itu, tumpukan limbah ini dapat menjadi sumber penyakit yang akan mengganggu tanaman yang diusahakan. Menurut Nugroho (2004) ada 2 (dua) pendekatan yang dapat diterapkan untuk mengatasi permasalahan limbah penyiapan lahan ini, yaitu mempercepat proses pelapukan limbah penyiapan lahan atau meningkatkan nilai tambah limbah penyiapan lahan.

1) Mempercepat proses pelapukan limbah penyiapan lahan

Pendekatan ini dilakukan untuk mempercepat proses pelapukan limbah yang dapat dilakukan dengan cara mekanis atau cara biologis. Cara mekanis artinya menggunakan alat bantu berupa mesin, sedangkan cara biologis menggunakan bantuan makhluk hidup/mikroorganisme.

Dengan cara mekanis, limbah dipotong-potong dengan menggunakan mesin pencacah atau mesin pemotong sehingga limbah berukuran kecil. Limbah berukuran kecil ini akan lebih cepat melapuk. Batang atau cabang pohon yang masih utuh akan melapuk relatif lebih lama dibandingkan batang pohon tersebut dicacah terlebih dahulu.

Sedangkan cara biologis, limbah penebangan khususnya kayu diberi mikroorganisme pelapuk seperti jamur. Jamur diberikan pada kayu hasil tebaran maupun tunggak. Jamur ini dapat menghancurkan lignin yang ada di kayu sehingga mempercepat proses pelapukan.

Mempercepat proses pelapukan dengan cara mekanis atau cara biologis ini tidak lain dilakukan hanya untuk mengelola limbah penyiapan lahan agar cepat melapuk saja. Di sisi lain manfaat dari limbah yang sudah melapuk ini dapat berfungsi sebagai kompos (pupuk organik) yang dapat menyumbang unsur hara ke dalam tanah.

2) Meningkatkan nilai tambah limbah penyiapan lahan

Pendekatan kedua ini sangat berbeda dengan pendekatan pertama yang bertujuan mempercepat proses pelapukan limbah penyiapan lahan, dimana pendekatan ini lebih fokus untuk menjadikan limbah penyiapan lahan menjadi produk yang bermanfaat. Dengan kata lain pendekatan ini fokus dalam meningkatkan nilai tambah dari limbah penyiapan lahan itu sendiri.

Dalam pendekatan ini, limbah penyiapan lahan diolah menjadi berbagai bentuk produk olahan yang bernilai ekonomi dan dapat diperjualbelikan. Dengan demikian pendekatan ini juga dapat mendorong terciptanya lapangan kerja yang baru baik dalam proses produksi maupun pemasaran produk. Beberapa produk yang dibuat berbahan baku dari limbah penyiapan lahan diantaranya asap cair, arang, arang kompos, briket arang, tungku, dan kompos blok, yang akan dijelaskan lebih lanjut pada Bab-Bab berikutnya.



VII

PEMBUATAN ASAP CAIR

7.1. Pengantar

Modul ini menjelaskan tentang pengertian asap cair, kebutuhan bahan dan peralatan, pembuatan alat, serta pembuatan asap cair

7.2. Indikator Keberhasilan

Setelah mengikuti modul pelatihan ini peserta diharapkan memiliki pengetahuan dan keterampilan membuat asap cair

7.3. Pokok Bahasan

- a. Pengertian Asap Cair
- b. Bahan dan Peralatan yang diperlukan dalam pembuatan Asap Cair
- c. Pembuatan Alat Penghasil Asap Cair
- d. Pembuatan Asap Cair

7.4. Metode Penyampaian

Pemaparan materi, tanya jawab, diskusi dan praktek pembuatan asap cair

7.5. Alat Bantu Pembelajaran

Papan tulis, spidol, proyektor, layar/monitor, komputer/laptop, dan bahan & peralatan praktek pembuatan asap cair

7.6. Uraian Materi

A. Pengertian Asap Cair

Pada pembuatan arang dihasilkan asap, dengan menggunakan peralatan sederhana asap tersebut didinginkan (kondensasi) sehingga diperoleh cairan

berwarna kuning sampai coklat kehitaman yang disebut sebagai asap cair. Selain warna, ciri-ciri asap cair lainnya adalah memiliki aroma dan rasa khas, cairannya asam, di dalam asap cair mengandung bahan kimia yang berguna baik untuk manusia, hewan maupun tumbuhan (Gusmailina dkk, 2019a).

Asap cair mengandung bahan kimia yang dapat digunakan sebagai pestisida (Wiyono *dalam* Rahimah, 2014), menolak hama siput (Hagner, 2013), mempercepat pertumbuhan dan pencegah penyakit tanaman (Yatagai, 2002), pengawet makanan, pengawet kayu, pembersih ruangan (disinfektan), memperbaiki kualitas tanah, tanaman lebih tahan terhadap hama dan penyakit (Sinar Tani, 2010), penyerap racun dalam tubuh, anti oksidan, anti mikroba, pengental getah (koagulan), menghilangkan bau pada pengolahan karet, pencegah jamur dan obat penyakit kulit serta lainnya (Komarayati & Gusmailina, 2014). Melihat dari banyaknya manfaat, maka asap cair dapat dikembangkan sebagai sumber pendapatan alternatif.

Penelitian, sosialisasi, alih teknologi dan praktek mengenai asap cair terutama untuk meningkatkan pertumbuhan dan kualitas tanaman telah banyak dilakukan oleh Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan (KLHK) salah satunya dari eks unit kerja Pusat Penelitian dan Pengembangan Hasil Hutan (P3HH). Urutan proses pembuatan asap cair dapat dilihat pada Gambar 7.1.



GAMBAR 7.1. Urutan proses pembuatan asap cair

B. Bahan dan Peralatan yang diperlukan dalam pembuatan Asap Cair

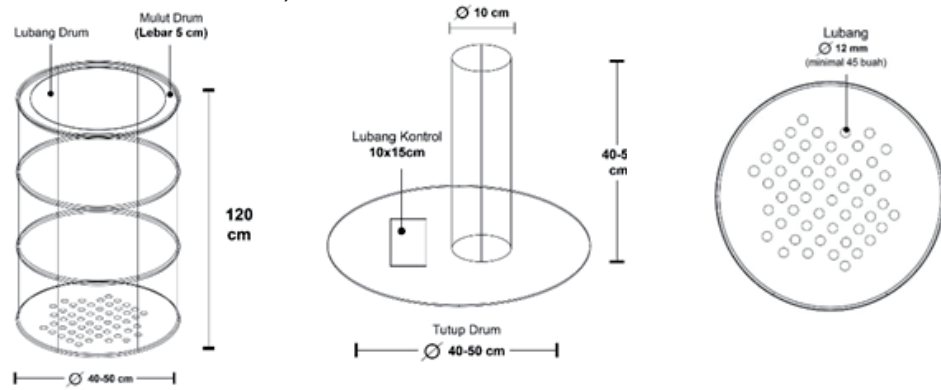
Bahan-bahan yang digunakan tergantung dari teknik membuat asap cair. Bahan dan peralatan yang diperlukan diantaranya:

1. Bambu
2. Drum
3. Pendingin (kondensor)
4. Jerigen atau ember
5. Selang air
6. Pompa akuarium
7. Listrik
8. Batu bata/batu
9. Pasir
10. Kain/lap
11. Kayu, sisa kayu, tempurung, bambu

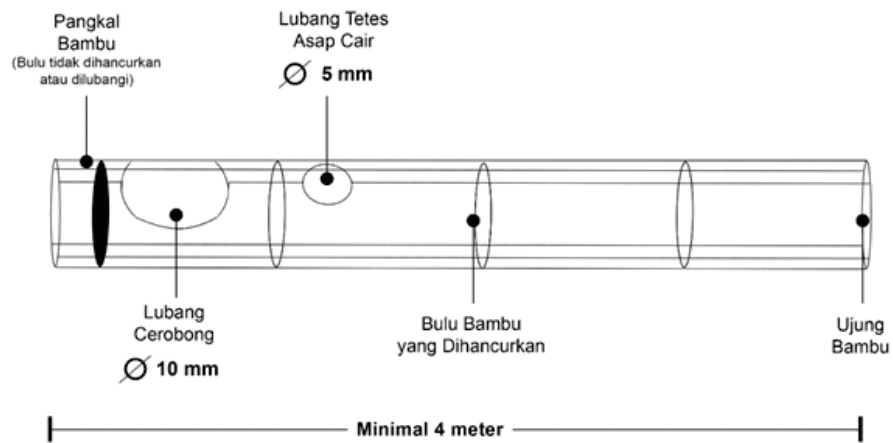
C. Pembuatan Alat Penghasil Asap Cair

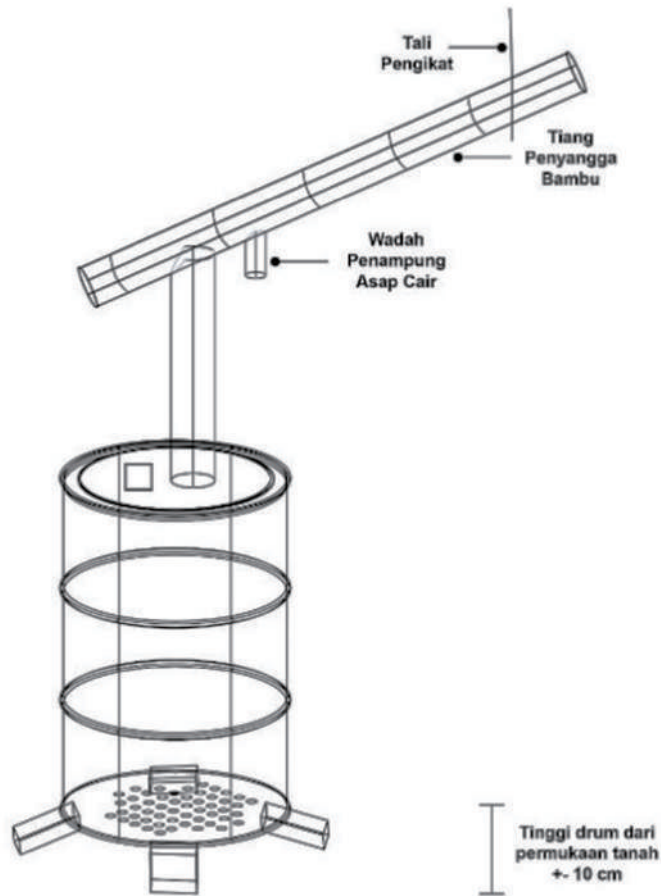
1. Alat dengan Pendingin Bambu (Gambar 7.2. dan 7.3.)
 - a. Drum bagian atas dibuka dengan menyisakan pinggiran drum selebar ± 5 cm
 - b. Membuat tutup drum yang dapat diletakkan di atas pinggiran drum bagian atas
 - c. Bagian tengah tutup drum dilubangi dengan diameter ± 10 cm
 - d. Buat lubang kedua, pada sisi tutup drum dengan diameter ± 10 cm yang digunakan sebagai lubang untuk memasukkan dan mengatur api dalam drum
 - e. Buat pipa dari besi atau seng dengan diameter ± 10 cm dan tinggi ± 20 cm
 - f. Pasang pipa pada lubang tutup drum bagian tengah menggunakan mur-baut atau di las
 - g. Drum bagian bawah dilubangi dengan ukuran ± 1 cm sebanyak 45 buah
 - h. Siapkan bambu yang besar dengan panjang paling sedikit 4 m
 - i. Lubangi/hancurkan semua buku pada bambu menggunakan linggis atau alat lainnya, kecuali satu buku bambu pada bagian pangkal tetap utuh
 - j. Buat lubang di dekat buku dengan cara menggergaji dan hancurkan buku menggunakan pahat melalui lubang yang dibuat. Tutup kembali lubang pada bambu menggunakan lem (epoksi)

- k. Buat lubang di permukaan bambu dengan jarak ± 100 cm dari pangkal bambu dan diameter ± 10 cm
- l. Buat lubang kecil di permukaan bambu dengan jarak $\pm 1,20$ cm dari pangkal bambu dan diameter $\pm 0,5$ cm



GAMBAR 7.2. Sketsa bagian tungku drum (Ilustrasi: Darmawan)





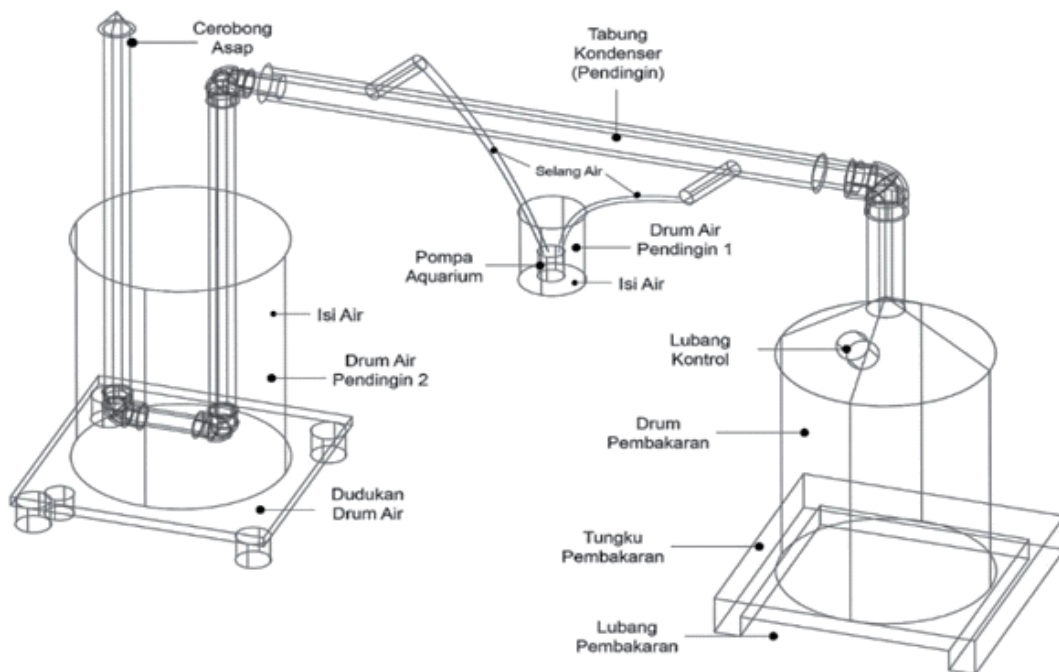
GAMBAR 7.3. Alat pembuatan asap cair menggunakan pendingin bambu
(Foto dan Ilustrasi: Darmawan)

2. Alat dengan Pendingin *Stainless Steel* (besi tahan karat)

Peralatan pembuatan asap cair dapat dibuat di bengkel. Alat ini terdiri dari:

- a. Drum *stainless steel*
 - i. Diameter: 580 mm
 - ii. Tinggi: 900 mm
 - iii. Bahan drum: *stainless steel* tebal 1,5 mm
 - iv. Drum bagian bawah dilubangi dengan ukuran ± 1 cm sebanyak 45 buah
 - v. Tutup drum dengan cerobong diameter ± 10 cm
- b. Pendingin/kondensor *stainless steel* Tahap 1
 - i. Diameter: 4 inci
 - ii. Panjang: 2 m

- iii. Bahan drum: *stainless steel*
- iv. Sirkulasi air: Pompa celup (akuarium) dan selang air
- v. Tiang penyangga: Material besi siku
- c. Pendingin/kondensor *stainless steel* Tahap 2
 - i. Drum air
 - ii. Tinggi: 450 mm
 - iii. Bahan drum: *stainless steel* 316 tebal 2 mm
 - iv. Pengukur suhu: Termometer
 - v. Pemasukan bahan: Pipa corong 1 inci (material *stainless steel*)
- d. Tungku Pembakaran
 - i. Diameter: 48 cm
 - ii. Tinggi: 30 cm
 - iii. Bahan tungku: *stainless steel* tebal 2 mm



GAMBAR 7.4. Alat pembuatan asap cair dengan pendingin *stainless steel* (Perbaharuan Ilustrasi: Darmawan)

D. PEMBUATAN ASAP CAIR

1. Alat dengan Pendingin Bambu

- a. Letakkan drum di atas batu bata (2 tumpuk) atau batu setinggi ± 20 cm
- b. Masukkan bahan baku (kayu, sisa-sisa kayu, bambu atau lainnya) ke dalam drum dan disusun rapih agar dapat memuat lebih banyak
- c. Nyalakan api di bawah drum menggunakan kayu sampai bahan baku di dalam drum terbakar
- d. Drum ditutup apabila asap sudah cukup banyak keluar
- e. Di sekeliling tutup drum ditutupi dengan pasir atau bahan lainnya agar tidak ada celah atau rongga antara tutup dengan mulut drum
- f. Masukkan bambu yang telah dilubangi permukaannya ke ujung cerobong
- g. Posisikan bambu miring ke arah atas agar cairan hasil pendinginan asap turun dan keluar melalui lubang pengeluaran asap cair
- h. Buat saluran pengeluaran agar air dapat ditampung dalam ember atau jerigen
- i. Lubang pengaturan udara tetap dibuka untuk memastikan pembakaran dalam drum tidak mati
- j. Apabila pembakaran menyala dengan bagus, tutup lubang pengatur udara menggunakan bata atau plat besi atau kain basah
- k. Proses pembuatan asap cair berlangsung selama asap yang keluar dari cerobong bambu masih tebal
- l. Apabila disepanjang permukaan bambu sudah terasa panas, maka perlu dilakukan pengompresan menggunakan kain yang dibasahi air agar penangkapan asap cair lebih banyak. Hal ini dilakukan secara terus menerus
- m. Apabila pembuatan asap cair akan dilakukan secara terus menerus, maka pada saat asap yang keluar dari cerobong bambu mulai tipis (sedikit), masukkan bahan baku melalui lubang pengatur udara. Pada tahap ini perhatikan proses pembakaran, jangan sampai api padam, dengan cara mengatur lubang pengatur udara
- n. Apabila proses pembuatan asap cair dirasakan sudah cukup, maka pada saat asap yang keluar dari cerobong mulai menipis, lepas ganjal batu pada bagian bawah drum sehingga bagian bawah drum menempel pada permukaan tanah. Tutupi sekeliling bagian bawah drum dengan pasir agar tidak ada udara yang masuk dari bawah
- o. Lepaskan cerobong bambu dan tutup semua lubang dengan rapat dengan

kain basah. Biarkan proses ini sampai drum dingin. Pada proses ini juga akan dihasilkan arang.

- p. Setelah drum dingin, buka tutup drum dan keluarkan arang yang dihasilkan



GAMBAR 7.5. Produksi asap cair berpendingin bambu (Foto: Darmawan)

2. Alat dengan Pendingin *Stainless Steel* (Gambar 7.6)
 - a. Letakkan drum di atas batu bata (2 tumpuk) atau batu setinggi ± 20 cm
 - b. Masukkan bahan baku (kayu, sisa-sisa kayu, bambu atau bahan lainnya) ke dalam drum dan disusun rapih agar memuat lebih banyak
 - c. Nyalakan api di bawah drum menggunakan kayu sampai bahan baku di dalam drum terbakar
 - d. Drum ditutup apabila asap sudah cukup banyak keluar
 - e. Di sekeliling tutup drum ditutupi dengan pasir atau bahan lainnya agar tidak ada celah atau rongga antara tutup dengan mulut drum
 - f. Hidupkan pompa sirkulasi air (pompa akuarium) untuk mendinginkan kondensor (pendingin)
 - g. Lubang kontrol pada tutup drum tetap dibuka untuk memastikan pembakaran berlangsung dengan baik

- h. Apabila pembakaran sudah menyala dengan bagus, tutup lubang pengatur udara
- i. Tampung asap cair pada drum pendingin tahap dua
- j. Apabila produksi asap cair akan dilakukan secara terus menerus, maka pada saat asap yang keluar dari cerobong bambu mulai menipis, maka masukkan bahan baku melalui cerobong pengatur udara. Pada tahap ini perhatikan proses pembakaran jangan sampai terhenti dengan cara mengatur aliran udara pada cerobong kontrol
- k. Apabila proses pembuatan asap cair dirasakan sudah cukup, maka pada saat asap yang keluar dari cerobong mulai menipis, tutup tungku pembakaran dan lubang pengaturan udara dengan kain basah. Biarkan proses ini sampai drum dingin. Pada proses ini juga akan dihasilkan arang
- l. Setelah drum dingin, buka tutup drum dan keluarkan arang yang dihasilkan



GAMBAR 7.6. Pembuatan asap cair berpendingin stainless steel
(Foto: Puslitbang Hasil Hutan)



VIII

PEMBUATAN ARANG²

8.1. Pengantar

Modul ini menjelaskan tentang pengertian arang, kebutuhan bahan dan peralatan, pembuatan alat, serta pembuatan arang

8.2. Indikator Keberhasilan

Setelah mengikuti pelatihan modul ini, peserta diharapkan memiliki pengetahuan dan keterampilan dalam membuat alat dan arang

8.3. Pokok Bahasan

- a. Pengertian Arang
- b. Pembuatan Arang, mencakup informasi tentang:
 - Bahan dan Peralatan yang di perlukan dalam pembuatan Arang
 - Pembuatan Alat Pengarangan
 - Pembuatan Arang

8.4. Metode Penyampaian

Pemaparan materi, tanya jawab, diskusi dan praktek pembuatan arang

8.5. Alat Bantu Pembelajaran

Papan tulis, spidol, proyektor, layar/monitor, komputer/laptop, serta bahan & peralatan praktek pembuatan arang

²Darmawan et.al., 2017 dan Hendra 2007

8.6. Uraian Materi

A. Pengertian Arang

Arang adalah produk yang dihasilkan dari proses pembakaran (karbonisasi). Bahan baku untuk pembuatan arang cukup beragam terutama dari tumbuhan seperti kayu, bambu, dan tempurung. Pada umumnya arang digunakan untuk membakar atau memanggang. Kita mengetahui bahwa arang berbentuk bongkahan, namun arang juga dapat diolah menjadi produk briket arang dan lainnya. Penggunaan arang yang paling kita ketahui adalah sebagai bahan bakar. Sejalan dengan berkembangnya ilmu pengetahuan, manfaat arang menjadi sangat banyak seperti untuk pengolahan air (menghilangkan warna dan bau), mengurangi kelembaban ruangan dan bau, bahan tambahan produk kosmetika (sabun, sampo, masker), bahan campuran makanan (mie, kacang, es krim), peleburan logam, untuk memperbaiki sifat tanah, serta untuk menghasilkan produk lanjutan seperti arang aktif.

Sifat arang yang basa (tidak asam), berpori (mempunyai lubang kecil), mengandung hara mikro, tidak larut di air, dan menyimpan air, dapat digunakan untuk memperbaiki sifat tanah. Arang yang digunakan sebagai media untuk memperbaiki kualitas tanah/lahan dikenal dengan nama *biochar*.

Pembuatan arang yang paling umum dilakukan oleh masyarakat adalah dengan cara timbun dalam tanah. Seiring dengan adanya teknologi sederhana dan semakin terbatasnya kualitas bahan baku, maka telah dibuat beberapa teknik pembuatan arang dengan peralatan sederhana dengan kapasitas kecil seperti menggunakan drum. Pada kesempatan ini dijelaskan beberapa teknik pembuatan arang agar masyarakat dapat menyesuaikan kebutuhan teknologi yang diperlukan. Gambar 8.1. menjelaskan secara ringkas proses pembuatan arang.



GAMBAR 8.1. Alur proses pembuatan arang

B. Pembuatan Arang

1. Tungku Drum

Pembuatan arang dapat menggunakan drum baru, drum bekas ataupun drum yang digunakan dalam produksi asap cair. Pada prinsipnya drum pembuatan asap cair dan produksi arang hampir sama, namun perangkat pendingin pada pembuatan asap cair tidak digunakan.

a. Bahan

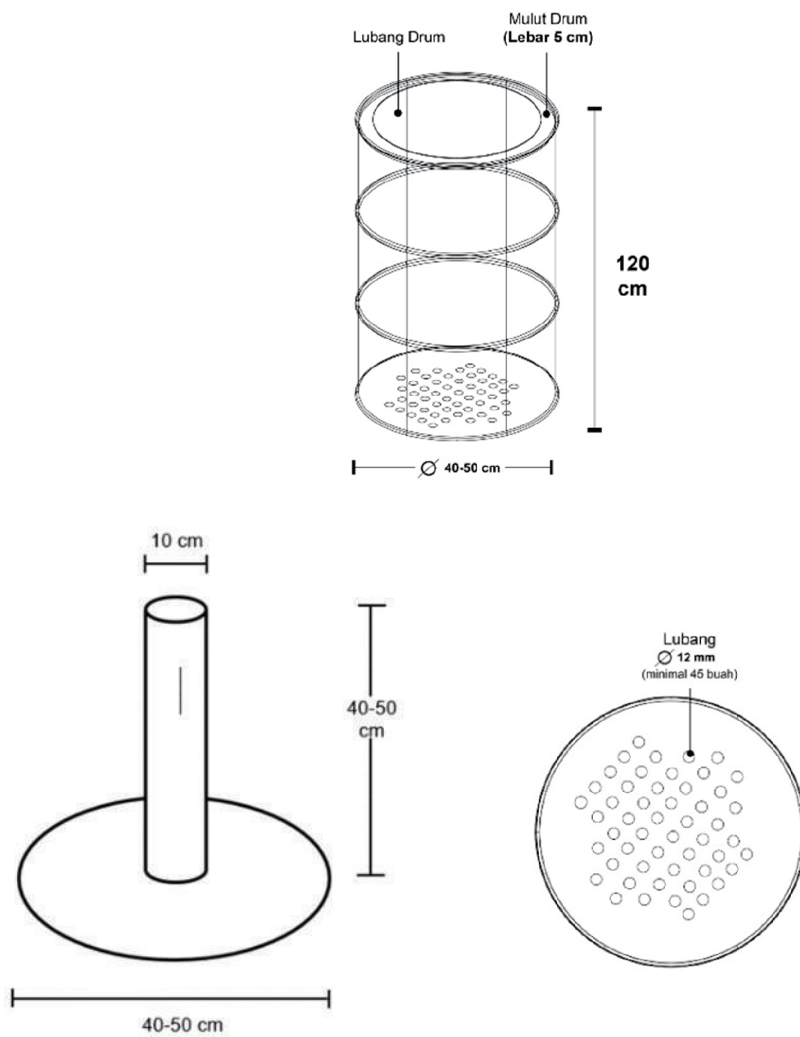
- 1) Drum baru atau bekas
- 2) Batu bata/batu
- 3) Pasir
- 4) Kain (lap)
- 5) Seng
- 6) Kayu (potongan kayu, sebetan, cabang pohon, sisa pengolahan kayu) atau bahan lain
- 7) Air
- 8) Palu
- 9) Pahat
- 10) Mur baur
- 11) Kunci-kunci baut

b. Pembuatan tungku drum (Gambar 8.2.)

- 1) Penutup bagian atas drum dibuka dengan menyisakan pinggiran drum selebar ± 5 cm
- 2) Membuat tutup drum yang dapat diletakkan di atas pinggiran drum bagian atas
- 3) Bagian tengah tutup dilubangi dengan diameter ± 10 cm
- 4) Buat cerobong dari besi atau seng dengan diameter ± 10 cm dan tinggi ± 40 cm
- 5) Pasangkan cerobong pada lubang tutup drum dengan mur-baut atau di las
- 6) Drum bagian bawah dibuat lubang dengan ukuran ± 1 cm sebanyak 45 buah

c. Pembuatan arang (Gambar 8.3.)

- 1) Apabila menggunakan drum bekas, bersihkan bagian dalam drum (terutama untuk drum bekas oli)
- 2) Letakkan drum di atas batu/batu bata sehingga ada ruang antara permukaan tanah dengan bagian bawah drum sekitar 10 cm



GAMBAR 8.2. Sketsa bagian tungku drum pengarangan (Ilustrasi: Darmawan)

- 3) Potong kayu/bahan baku lain untuk membuat arang dengan ukuran panjang sekitar 20 cm
- 4) Masukkan bahan baku ke dalam tungku drum dan ditata sedemikian rupa sehingga tersusun rapih dengan tujuan agar dapat memuat lebih banyak bahan baku
- 5) Biarkan bagian atas drum tetap terbuka
- 6) Nyalakan api di bawah drum menggunakan ranting atau potongan kayu

- 7) Api pada bagian pembakaran akan membakar bahan baku dalam drum (ditandai dengan asap tebal)
- 8) Sesudah bahan baku di dalam drum menyala dan diperkirakan tidak akan padam maka bagian atas drum ditutup dengan penutup drum bercerobong
- 9) Cerobong dibiarkan terbuka dan asap akan keluar melalui cerobong
- 10) Selama asap yang keluar dari cerobong masih tebal, biarkan cerobong asap tetap terbuka
- 11) Apabila asap yang keluar dari cerobong sudah menipis dan berwarna kebiruan, segera tutup lubang cerobong menggunakan kain basah atau penutup lain yang tidak mudah terbakar
- 12) Apabila di sekeliling pinggiran tutup drum ada asap yang keluar, maka perlu ditutup menggunakan pasir atau kain basah
- 13) Drum kemudian diturunkan dengan melepas pengganjal (batu/batu bata) hingga di atas permukaan tanah. Selanjutnya di sekeliling dasar pinggiran drum ditutup menggunakan pasir
- 14) Penutupan semua lubang atau celah yang ada, dilakukan agar drum pembakaran kedap udara. Jika ada udara masuk ke dalam drum maka tidak akan menghasilkan arang, akan tetapi berupa abu
- 15) Biarkan pembakaran dalam drum berlangsung
- 16) Proses pengarangan dianggap selesai apabila dinding drum sudah dingin
- 17) Buka tutup drum dan keluarkan arang yang dihasilkan
- 18) Pastikan sudah tidak ada bara api pada arang
- 19) Jika arang sudah dingin, masukkan arang dalam karung
- 20) Simpan di tempat yang tidak terkena air

2. Tungku timbun (Gambar 8.4. dan 8.5.)

Pembuatan arang secara sederhana dapat dilakukan menggunakan sistem timbun dalam tanah (cara tradisional). Ukuran kotak timbun dapat bervariasi tergantung dari kebutuhan dan ketersediaan bahan baku. Pada kesempatan ini dicontohkan pembuatan tungku sistem/kotak timbun berukuran $3 \times 2 \text{ cm}^2$ dan $2 \times 1 \text{ cm}^2$.



GAMBAR 8.3. Sketsa dan pembuatan arang menggunakan drum (Ilustrasi: Darmawan; Foto: Hendra)

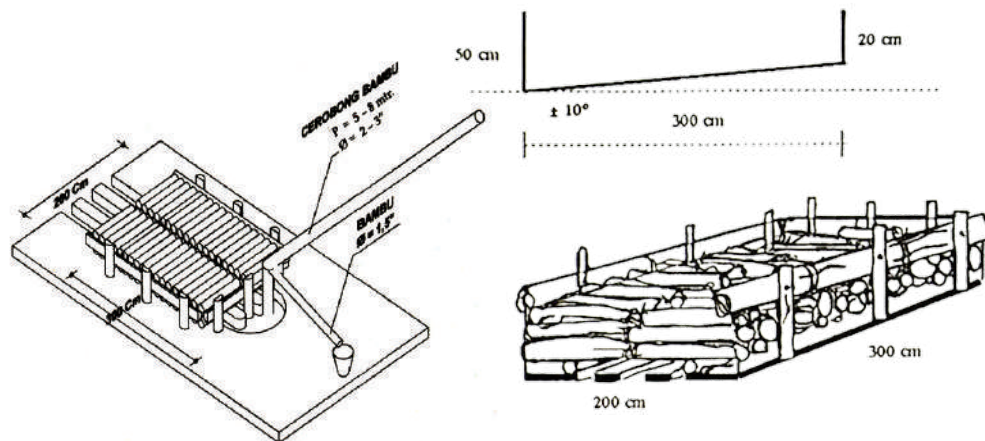
a. Bahan

- 1) Kayu atau limbah kayu
- 2) Sebidang tanah
- 3) Ayakan pasir
- 4) Cangkul
- 5) Sekop
- 6) Bambu

b. Pembuatan kotak timbun

- 1) Buat kotak timbun berukuran $3 \times 2 \text{ m}^2$ dengan kemiringan bagian dalam tanah sekitar 10° yaitu dengan membuat kedalaman lubang tanah pada bagian depan sedalam 20 cm dan bagian belakang 50 cm.
- 2) Pada kotak timbun, dibuat jalur pada bagian tengah berupa selokan yang berukuran $5 \text{ cm} \times 15 \text{ cm}$ sebanyak tiga jalur yang arahnya memanjang terhadap kotak timbun. Untuk kotak timbun yang berukuran $2 \times 1 \text{ m}^2$ tidak

perlu membuat selokan, tetapi cukup dengan menggunakan 3 potongan kayu basah bulat yang diletakkan memanjang pada dasar kotak timbun



GAMBAR 8.4. Sketsa tungku/kotak timbun (Ilustrasi: Hendra)

- 3) Ketiga jalur tersebut saling berhubungan di bagian ujung kotak yang paling dangkal (bagian depan), yang kemudian dihubungkan dengan sebuah cerobong asap yang fungsinya untuk menyalurkan asap. Jalur tengah digunakan untuk tempat pembakaran awal, sedangkan jalur bagian kiri dan kanan digunakan untuk sirkulasi udara
- c. Proses pembuatan arang (Gambar 8.4 dan 8.5)
- 1) Untuk penataan kayu, bagian dinding samping bawah kiri dan kanan terlebih dahulu dipasang kayu memanjang seukuran dengan panjang kotak tanah.
 - 2) Kayu bakar (bahan baku) ditumpuk melebar terhadap panjang kotak tanah, diatur serapat mungkin agar tidak ada celah diantaranya.
 - 3) Bagian pinggir tumpukan kayu dipasak dengan kayu untuk menahan dedaunan dan tanah yang akan ditimbunkan di bagian atas tumpukan kayu bakar yang akan dibuat arang.

- 4) Tahapan selanjutnya yaitu memasukkan umpan bakar berupa ranting atau kayu bakar kering pada tempat pembakaran awal yang ada di bagian depan sejajar dengan jalur tengah dan pembakaran selanjutnya dinyalakan lalu dibiarkan sampai membara dan sampai terlihat asap keluar dari cerobong, kemudian lubang pembakaran dan lubang udara ditutup sebagian.



GAMBAR 8.5. Pembuatan arang dengan kotak timbun (Foto: Darmawan dan Hendra)

- 5) Apabila selama proses pembakaran ada asap yang keluar dari permukaan kotak tanah, maka perlu dilakukan penutupan menggunakan pasir atau tanah
- 6) Pengarangan dianggap selesai apabila asap yang keluar dari cerobong sudah menipis dan berwarna kebiru-biruan. Semua lubang udara ditutup dan cerobong diangkat, kemudian dilakukan pendinginan selama 2 hari
- 7) Kotak tanah dibongkar untuk mengeluarkan arang
- 8) Pastikan sudah tidak ada bara api pada arang
- 9) Arang yang terbentuk dalam ukuran kecil perlu diayak untuk memisahkan antara arang dengan bahan yang mengotori seperti tanah dan pasir
- 10) Masukkan arang dalam karung
- 11) Simpan di tempat yang tidak terkena air

3. Pembuatan arang terbuka (Gambar 8.6. dan 8.7.)

Pembuatan arang dengan cara terbuka dilakukan untuk bahan baku berukuran kecil seperti potongan kayu/bambu kecil, cabang atau ranting.

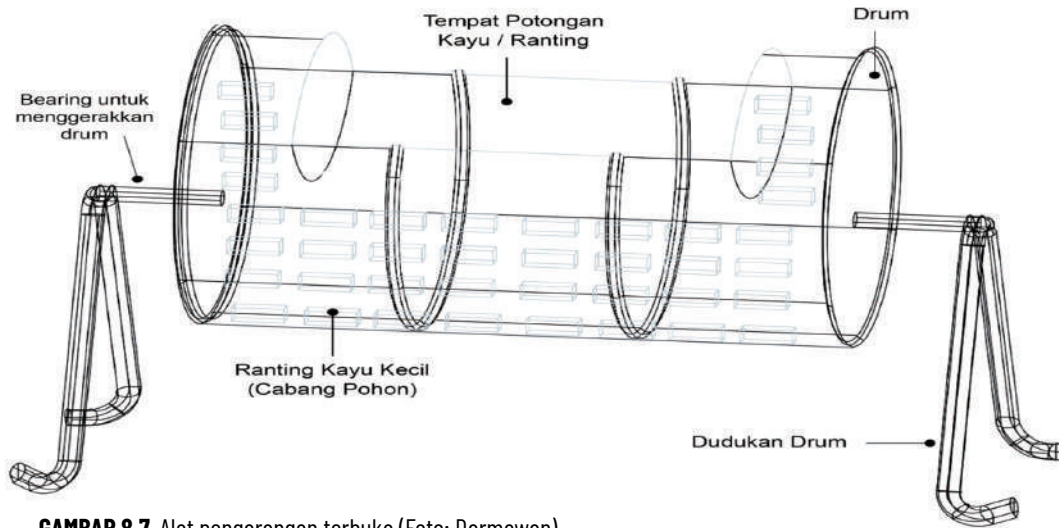
a. Bahan

- 1) Drum atau seng
- 2) Besi siku
- 3) Dudukan drum
- 4) Penampung air
- 5) Air

b. Pembuatan alat pengarangan terbuka

- 1) Membelah drum bekas menjadi sepertiga atau setengah bagian
- 2) Untuk kapasitas yang lebih besar dapat menyambungkan belahan drum searah horizontal
- 3) Apabila menggunakan seng, gunakan seng yang agak tebal. Bentuk seng menjadi bentuk setengah silinder (seperti drum dibelah dua). Agar lebih kokoh, buat penyangga penguat pada seng yang dibentuk

- 4) Buat kaki-kaki atau dudukan untuk tungku terbuka setinggi minimal 40 cm. Pembuatan dudukan ini dapat statis (diam) atau fleksibel (dapat di putar). Dudukan yang bersifat fleksibel akan lebih baik. Dudukan ini berfungsi untuk memudahkan mengeluarkan arang yang dihasilkan.



GAMBAR 8.7. Alat pengarangan terbuka (Foto: Darmawan)

c. Proses pembuatan arang

- 1) Masukkan bahan baku ke dalam bak pembakaran
- 2) Membakar bahan baku dalam bak pembakaran tersebut
- 3) Apabila api sudah terlihat cukup baik dan diperkirakan tidak padam, maka perlu dilakukan pengadukan bahan baku agar terbakar merata
- 4) Apabila bahan baku tersebut telah menjadi arang, keluarkan arang tersebut dan siram sedikit demi sedikit dengan air sampai tidak ada api atau bara dalam arang
- 5) Untuk pembuatan arang secara kontinyu, pada saat mengeluarkan arang sisakan bagian yang telah terbakar, untuk membakar bahan baku baru yang akan dibuat arang.



GAMBAR 8.8. Proses pengarangan terbuka (Foto: Pari)



sumber: www.infoka.id



IX

PEMBUATAN ARANG KOMPOS³

9.1. Pengantar

Modul ini menjelaskan tentang pembuatan arang kompos

9.2. Indikator Keberhasilan

Setelah mengikuti modul pelatihan ini peserta diharapkan memiliki pengetahuan dan keterampilan membuat arang kompos

9.3. Pokok Bahasan

- a. Pengertian Arang Kompos
- b. Pembuatan Arang Kompos

9.4. Metode Penyampaian

Pemaparan materi, tanya jawab, diskusi dan praktek pembuatan arang kompos

9.5. Alat Bantu Pembelajaran

Papan tulis, spidol, proyektor, layar/monitor, komputer/laptop, dan bahan & peralatan praktek pembuatan arang kompos

9.6. Uraian Materi

A. Pengertian Arang Kompos

Pada awalnya arang kompos dibuat dari serbuk gergaji sebagai alternatif pemecahan permasalahan limbah dengan meningkatkan potensi nilai manfaatnya melalui proses pengarangan. Arang kemudian digunakan untuk

³Darmawan dkk., 2017 dan 2020; Gusmailina dkk., 2015, 2019a dan 2019b

memperbaiki kualitas tanah dengan menambahkan pupuk kandang atau kompos. Penambahan media arang kompos mampu meningkatkan pertumbuhan tanaman (Gusmailina dkk., 2015).

Teknologi arang kompos berkembang menjadi arang kompos bioaktif, yaitu gabungan arang dan kompos yang dihasilkan melalui teknologi pengomposan dengan bantuan mikroba. Apabila diaplikasikan ke tanah, mikroba berperan secara hayati sebagai biofungisida untuk melindungi tanaman dari serangan penyakit akar, sehingga disebut *bioaktif*. Keberadaan arang di dalam kompos apabila diberikan pada tanah dapat berperan sebagai agen pembangun kesuburan tanah, sehingga cocok untuk rehabilitasi/reklamasi lahan-lahan kritis dan lahan masam seperti gambut atau mangrove (Gusmailina dkk., 2015).

Penambahan arang pada proses pengomposan selain untuk meningkatkan kualitas kompos, juga untuk menambah jumlah dan aktivitas mikroorganisme, sehingga proses pengomposan dapat berlangsung lebih cepat. Beberapa aplikasi di lapangan menunjukkan bahwa pertumbuhan tanaman dapat meningkat hingga dua kali lipat (Komaryati dkk, 2000; 2002; Gusmailina dkk. 2016).

Pembuatan arang kompos juga dapat dilakukan secara lebih sederhana apabila kompos sudah tersedia, yaitu dengan cara mencampurkan arang dan kompos. Kompos dapat berupa kompos tumbuhan atau kotoran ternak matang (pupuk kandang).

Arang kompos memiliki banyak manfaat dan keunggulan untuk memperbaiki dan membangun kesuburan lahan seperti (Gusmailina dkk., 2015):

1. Mempunyai sifat lebih baik dari kompos biasa karena keberadaan arang yang menyatu dalam kompos dan mengandung mikroorganisme terseleksi
2. Arang dalam arang kompos mempunyai pori untuk mengikat dan menyimpan hara, tidak mudah tercuci dan melepaskan hara secara perlahan
3. Pori-pori arang berfungsi sebagai tempat tinggal mikroorganisme untuk merombak dan menyediakan unsur hara di dalam tanah
4. Memacu perkembangan mikroorganisme tanah, meningkatkan nilai Kapasitas Tukar Kation (KTK) tanah
5. Meningkatkan nilai pH tanah karena arang bersifat basa yang sangat berperan dalam membangun kesuburan tanah, sekaligus memperbaiki sirkulasi air dan udara di dalam tanah, sehingga cocok untuk reklamasi lahan yang mempunyai tingkat kesuburan rendah dan tingkat kemasaman tanah tinggi.
6. Menjaga stabilitas bahan organik tanah, sehingga kelestarian produktivitas tanaman tetap terjaga

7. Dapat dibuat dari berbagai jenis limbah organik, baik limbah kehutanan, pertanian, perkebunan, pengolahan kayu atau industri kehutanan, bahkan sampah organik dari rumah tangga atau pasar, sehingga teknologi ini merupakan teknologi bersih/ramah lingkungan.

B. Pembuatan Arang Kompos

1. Bahan

Bahan baku untuk membuat kompos dapat memanfaatkan bahan seperti limbah organik rumah tangga, pasar, pertanian dan pembukaan lahan (Gambar 9.1.). Limbah dari industri diantaranya daun sisa penyulingan minyak kayu putih, nilam dan sereh dapat juga dimanfaatkan sebagai bahan baku. Bahan pembuatan arang dapat juga berasal dari serbuk gergaji, kayu sisa dari pabrik pengolahan kayu, ranting dan cabang hasil pemangkasan, serbuk gergaji, tebangan kayu yang tidak dimanfaatkan, dan tempurung kelapa. Kotoran ternak dimanfaatkan sebagai pupuk kandang.



Gambar 9.1. Limbah organik sebagai bahan pembuatan arang kompos (Foto: Darmawan)

2. Tempat Pengomposan

Tempat pengomposan diantaranya dapat menggunakan kotak dari kayu, semi permanen dari semen dengan penutup dari papan yang bisa dibuka, maupun bak permanen yang terbuat dari semen, karung plastik atau terpal (Gambar 9.2.).

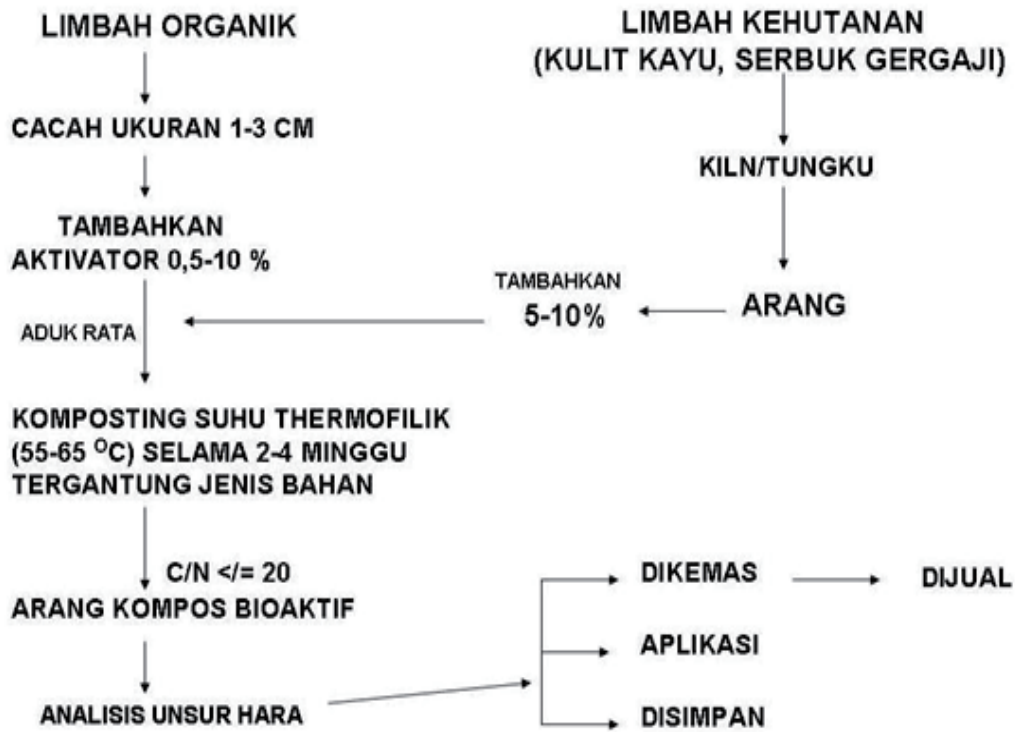


GAMBAR 9.2. Tempat atau wadah pembuatan arkoba (Foto: Gusmailina)

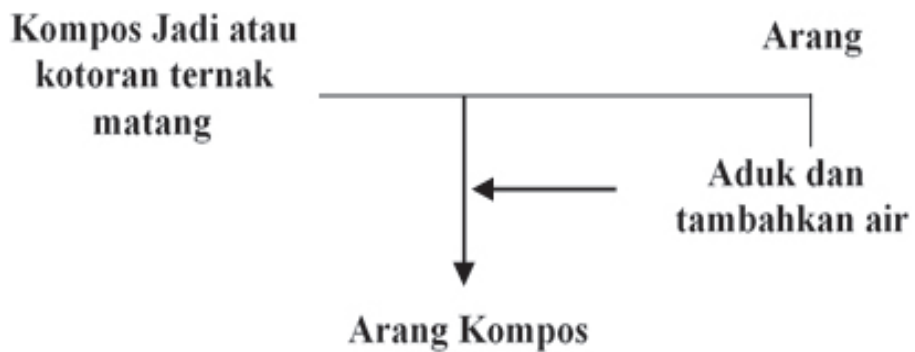
3. Aktivator

Aktivator merupakan mikroorganisme (bahan aktif) yang berguna untuk mempercepat proses pengomposan. Jenis aktivator yang digunakan disesuaikan dengan jenis bahan baku yang akan dikomposkan. Untuk limbah yang sulit hancur (seperti serbuk gergaji, serasah pinus dan mangium) sebaiknya menggunakan aktivator pengurai lignoselulosa seperti mikroorganisme *Trichoderma pseudokoningii* dan *Cytophaga sp* (Away, 2003 dan Goenadi & Away, 1997). Cara membuat arang kompos bioaktif dan arang kompos secara lengkap dapat dilihat pada Gambar 9.5, 9.6 dan 9.7 dan penjelasan di bawahnya (Gusmailina dkk, 2002, 2015, 2019a, 2019b):

SKEMA PEMBUATAN ARANG KOMPOS BIOAKTIF



SKEMA PEMBUATAN ARANG KOMPOS



GAMBAR 9.3. Skema cara membuat arang kompos bioaktif dan arang kompos (Gusmailina, 2002)

4. Tahapan Pembuatan

a. Arang kompos bioaktif

- 1) Bahan baku berupa rumput, alang-alang, atau serasah dll., dicacah manual menggunakan golok atau mekanis dengan mesin pencacah dengan ukuran panjang sekitar 2-3 cm.
- 2) Arang dalam bentuk bongkahan dikecilkan ukurannya dan diayak menggunakan ayakan pasir berukuran lubang 1 cm
- 3) Bahan baku yang sudah dicacah, ditambah arang sebanyak 10-30 % dari berat bahan baku yang akan dikomposkan, atau arang dapat ditambahkan ketika proses pengomposan selesai
- 4) Tambahkan aktivator sebanyak 0,5-10% tergantung jenis bahan yang akan dibikin kompos
 - Sebanyak 0,5% (b/b) atau 5 kg aktivator dalam 1 ton untuk bahan organik lunak (daun-daunan, jerami, bagas tebu dan lain-lain)
 - 1,25% (b/b) atau 12.5 kg per 1 ton bahan baku, untuk bahan organik berkayu (tandan kosong kelapa sawit), sisa pangkasan atau ranting pohon
 - Penggunaan aktivator 10% diperuntukkan bagi bahan baku yang sulit hancur atau sulit terurai seperti serbuk gergaji
- 5) Hamparkan bahan baku setinggi sekitar 10 cm dalam wadah pengomposan, apabila kondisi bahan baku masih kering, tambahkan air dengan cara memercikkannya
- 6) Taburkan aktivator di permukaan bahan baku
- 7) Masukkan lagi bahan baku setinggi sekitar 10 cm (jika perlu tambahkan air) dan taburkan aktivator, begitu seterusnya
- 8) Atau dengan cara mengaduk bahan baku dan aktivator hingga rata, lalu tambahkan air hingga kondisi kadar air campuran bahan berkisar antara 20% - 30%
- 9) Masukkan ke dalam bak-bak pengomposan yang dipilih sesuai dengan keinginan, lalu ditutup dengan plastik hitam
- 10) Khusus untuk bahan baku yang sulit hancur seperti limbah kehutanan, sebaiknya pada minggu kedua, ketiga dan keempat dibalik dan diaduk ulang hingga tercampur rata, apabila kondisi bahan agak kering dapat ditambahkan air secukupnya

- 11) Proses berjalan dengan sempurna apabila pada minggu pertama dan kedua, suhu meningkat mencapai 55°C - 60°C , lalu menurun pada minggu-minggu berikutnya. Apabila kondisi suhu sudah stabil berarti proses pengomposan telah selesai dan kompos dapat dibongkar
- 12) Proses pengomposan berlangsung antara 2 - 10 minggu, tergantung pada bahan baku yang digunakan
 - Pengomposan limbah sayuran/dedaunan segar berlangsung selama ± 2 minggu
 - Pengomposan serasah dedaunan kering berlangsung selama ± 1 bulan
 - Pengomposan serbuk gergaji selama $\pm 2-3$ bulan;
- 13) Apabila dilihat, kompos yang sudah matang akan mengalami perubahan warna, sedangkan penanda kompos yang siap pakai yaitu mempunyai nisbah C/N dibawah atau sama dengan 20
- 14) Untuk menambah daya tarik penampilan, kompos digiling hingga halus kemudian dikemas lalu disimpan di tempat yang kering, teduh dan terlindung dari air
- 15) Arang kompos siap digunakan atau dipasarkan





GAMBAR 9.4. Cara membuat arang kompos bioaktif (Foto: Gusmailina)

b. Arang kompos

- 1) Arang bentuk bongkahan dihancurkan dan diayak atau disaring menggunakan penyaring pasir bangunan berukuran lubang 1 cm
- 2) Arang dan kompos/kotoran ternak dicampur secara merata dan tambahkan air secukupnya. Pengadukan atau pencampuran dapat menggunakan mesin pengaduk/molen atau dilakukan secara manual menggunakan cangkul atau sekop
- 3) Penambahan air dirasakan cukup apabila campuran arang dan kompos/kotoran ternak pada saat digenggam tidak buyar dan air tidak menetes banyak. Apabila air yang keluar pada saat pengenggaman cukup banyak, menandakan penambahan air terlalu banyak, sehingga perlu ditambahkan lagi arang dan kompos/kotoran ternak
- 4) Perbandingan jumlah arang dan kompos/kotoran ternak tergantung dari penggunaannya. Untuk lahan gambut atau mangrove yang bersifat asam, digunakan perbandingan arang dan kompos/kotoran ternak dengan perbandingan 1:1 sampai dengan 4:1, sedangkan untuk aplikasi di lahan mineral pada perbandingan 1:9 hingga 3:7
- 5) Arang kompos kemudian dikemas, lalu disimpan di tempat yang kering, teduh dan terlindung dari air
- 6) Arang kompos siap digunakan atau dipasarkan



Gambar 9.5. Cara membuat arang kompos



sumber: www.nusagro.com

X

PEMBUATAN BRIKET ARANG⁴

10.1. Pengantar

Modul ini menjelaskan tentang pembuatan briket arang

10.2. Indikator Keberhasilan

Setelah mengikuti pelatihan modul ini peserta diharapkan memiliki pengetahuan tentang teknik pembuatan briket arang

10.3. Pokok Bahasan

- a. Pengertian Briket Arang
- b. Pembuatan Briket Arang

10.4. Metode Penyampaian

Pemaparan materi, tanya jawab, diskusi dan praktek pembuatan briket arang

10.5. Alat Bantu Pembelajaran

Papan tulis, spidol, proyektor, layar/monitor, komputer/laptop, dan bahan & peralatan praktek pembuatan briket arang

10.6. Uraian Materi

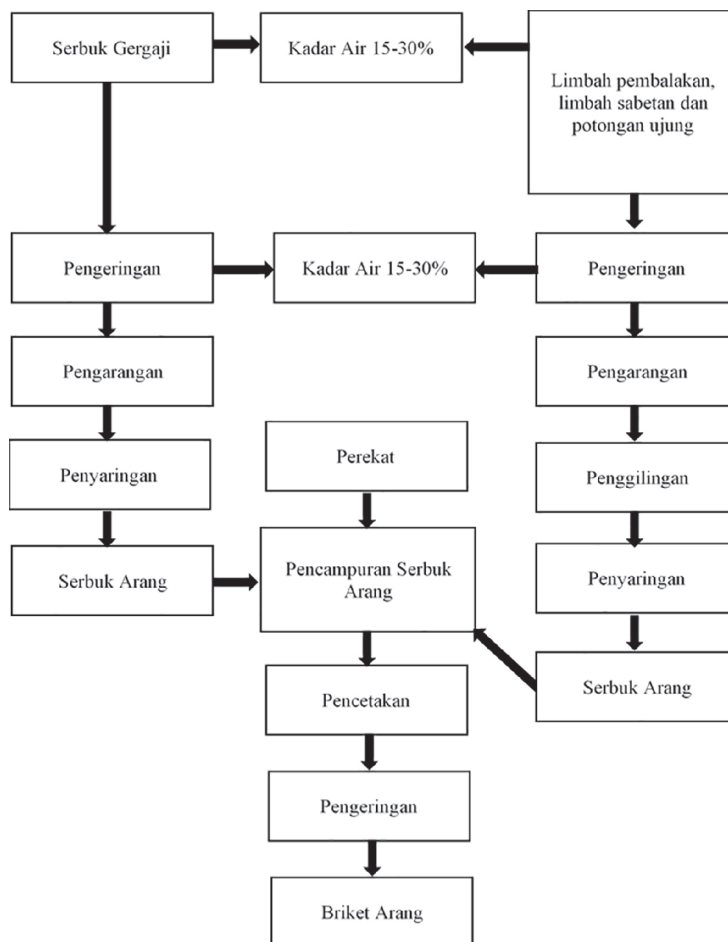
A. Pengertian Briket Arang

Briket arang adalah arang yang dipadatkan menggunakan alat perekat dan pengempa (pengepres). Arang dapat berasal dari bongkahan arang yang dihaluskan atau limbah arang halus yang tidak terpakai. Kelebihan briket arang antara lain menghasilkan nilai kalori (panas) tinggi, asap sedikit, menyala lebih lama, bentuk dan ukuran seragam dan menarik, serta memiliki kekuatan lebih

⁴Hendra 2007; Darmawan dkk, 2019 dan 2020

baik. Sifat briket arang diantaranya dipengaruhi oleh berat jenis biomassa atau berat jenis arang, ukuran serbuk, suhu pengarangan, tekanan pengempaan/pencetakan dan jenis perekat. Bahan perekat yang paling umum digunakan adalah tepung kanji, sedangkan perekat kimiawi diantaranya adalah lem kayu (Hendra, 2007).

Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan (melalui eks Pusat Penelitian dan Pengembangan Hasil Hutan) telah melakukan penelitian mengenai pembuatan briket arang menggunakan sistem kempa hidrolik secara manual dan mesin serta semi masinal. Proses pembuatan briket arang terdiri beberapa tahap pengerjaan yaitu pembuatan serbuk dan pengayakan arang, pencampuran serbuk arang dengan zat pengikat (perekat), pencetakan, pengeringan dan pengemasan (Gambar 10.1.).



GAMBAR 10.1. Diagram alir pembuatan briket arang (Ilustrasi: Hendra, 2007)

B. Pembuatan Briket Arang

Briket arang pada umumnya dibuat dari arang kayu batok kelapa atau campuran keduanya. Bentuk dan proses pembuatan briket arang adalah sebagai berikut (Gambar 10.2., 10.3. dan 10.4.):

1. Arang dapat diperoleh melalui proses pengarangan biomassa seperti kayu, bambu dan tempurung. Arang juga dapat juga diperoleh dari limbah arang (arang yang berukuran kecil, tidak laku dijual) dari produsen arang
2. Arang yang masih berukuran besar dihancurkan/digiling, kemudian diayak hingga didapat serbuk arang berukuran 20-60 *mesh*
3. Pembuatan perekat: tepung kanji ditambahkan air sampai merata, kemudian dipanaskan sampai campuran tersebut berwarna bening dan mengental (jangan terlalu kental karena akan menyulitkan pada saat dicampurkan dengan arang)
4. Serbuk arang hasil pengayakan dicampur dengan perekat kanji/tapioka sebanyak 2,5–5,0% berdasarkan berat, kemudian diaduk sampai rata
5. Adukan arang dan perekat yang telah tercampur rata, kemudian dimasukkan ke dalam lubang cetakan briket dan dikempa
6. Briket arang yang dihasilkan (masih basah) dikeringkan dalam oven pada suhu 60°C selama 24 jam atau dapat dilakukan dengan cara dijemur di bawah panas matahari selama 2-3 hari.
7. Briket arang yang sudah kering kemudian dikemas



Gambar 10.2. Persiapan pembuatan briket: pengayakan arang, pembuatan perekat, pengadukan arang dan perekat (Foto: Darmawan)



Gambar 10.3. Beberapa alat cetak dan bentuk cetakan briket: cetak hidrolis listrik, cetak hidrolis manual, cetak pres mekanis mesin dan cetak manual (Foto: Darmawan, Hendra, Endang)



Gambar 10.4. Bentuk briket arang: silinder, kotak dan jengkol (Foto: Darmawan, Hendra)

XI

PEMBUATAN KOMPOR BIOMASSA/TUNGKU⁵

11.1. Pengantar

Modul ini menjelaskan tentang pembuatan tungku yang menggunakan bahan bakar arang dan briket arang yang selanjutnya akan disebutkan sebagai tungku saja

11.2. Indikator Keberhasilan

Setelah mengikuti pelatihan modul ini, peserta diharapkan memiliki pengetahuan tentang cara pembuatan tungku

11.3. Pokok Bahasan

- a. Pengertian Kompor Biomassa/Tungku
- b. Pembuatan Kompor Biomassa/Tungku

11.4. Metode Penyampaian

Pemaparan materi, tanya jawab, diskusi dan praktek pembuatan tungku

11.5. Alat Bantu Pembelajaran

Papan tulis, spidol, proyektor, layar/monitor, komputer/laptop, dan bahan & peralatan praktek pembuatan tungku

11.6. Uraian Materi

A. Pengertian Kompos Biomassa/Tungku

Umumnya masyarakat pedesaan dalam memanfaatkan kayu bakar atau sisa pertanian menggunakan peralatan tungku tradisional. Tungku tersebut pada

⁵Hendra, 2007

umumnya memiliki kemampuan bakar rendah, banyak mengeluarkan asap dan boros bahan bakar.

Tungku hemat energi untuk rumah tangga sudah pernah dikembangkan oleh Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan (melalui eks Pusat Penelitian dan Pengembangan Hasil Hutan). Menggunakan tungku hemat energi berarti menghemat kayu bakar, biaya, waktu dan menjaga kesehatan lingkungan sekitar. Tungku hemat energi dapat menurunkan penggunaan kayu bakar, yang berarti akan menghemat sumberdaya hutan (Hendra, 2007).

Beberapa tahun belakangan ini, pemanfaatan arang dan briket arang di Indonesia sebagai sumber energi semakin meningkat. Di negara lain seperti Korea, Jepang, negara-negara di Eropa dan Amerika telah memanfaatkan arang dan briket arang sejak lama untuk memasak dan menghangatkan ruangan. Penggunaan arang dan briket arang sebagai bahan bakar memiliki beberapa kelebihan dibandingkan kayu bakar. Kelebihan yang utama adalah asap yang dihasilkan sangat sedikit dan menghasilkan panas tinggi.

Pada kesempatan ini akan dikemukakan mengenai cara membuat tungku hemat energi terutama untuk bahan bakar berupa arang dan briket arang. Keberadaan tungku ini menjadi penting karena walaupun menggunakan arang atau briket, tetapi apabila tidak di dukung oleh tungku yang baik, maka panas yang dihasilkan kurang maksimal.

B. Pembuatan Kompor Biomassa/Tungku

Pembuatan tungku (Gambar 11.1.) ini sangat sederhana dengan bahan-bahan yang mudah diperoleh (Hendra, 2007)

1. Bahan dan peralatan

- Seng plat dengan ketebalan minimum 0,25 mm, ukuran 50 cm x 90 cm
- Besi behel ukuran 0,5 cm dengan panjang 1 meter
- Bubuk bata merah
- Semen putih
- Semen hitam
- Gunting seng
- Palu
- Tang
- Sendok adukan
- Ember plastik kecil (diameter 15 cm)

- Pengayak pasir
- 1 buah paku usuk
- Pola tungku
- Kuas 2 inch
- Pasir
- Seng
- Kawat diameter 5 mm
- Batang pisang

2. Proses pembuatan

- Gunting seng sesuai pola tungku
- Guntingan seng di ketok-ketok (agar permukaan seng menjadi tidak rata) dengan paku usuk agar nanti adonan pasir dapat mengikat/menempel dengan kuat
- Sambungkan seng dengan cara dikelin
- Potong kawat dengan panjang secukupnya untuk jinjingan, dua ujungnya dibengkokan ± 1 cm untuk mengaitkan pada tungku
- Buat adonan semen dengan mencampuran 4 bagian pasir, 1 bagian semen merah, dan 2 bagian semen putih/hitam. Aduk dengan air sampai rata dan tidak terlalu lembek
- Berdirikan tungku seng dengan alas kertas karton agar mudah dipindahkan. Masukkan adonan sampai batas lubang bawah
- Masukkan batang pisang melalui lubang (horizontal) dan plastik di tengah-tengah lubang tungku atas
- Masukkan adonan sampai tebal ± 5 cm dari lubang bawah yang horizontal
- Masukkan ember plastik, atur letaknya sehingga persis di tengah-tengah tungku seng
- Masukkan adukan di antara celah seng dan ember plastik. Putar-putar ember plastik agar mudah mencabutnya
- Masukkan kawat penjinjing. Biarkan adonan mengering.
- Buat saringan dengan adonan yang dicetak dengan seng setinggi ± 2 cm dengan jumlah lubang sekitar 5 buah. Lubang ditusuk dengan ranting atau bahan lainnya berdiameter 1 cm. Keringkan dengan cara dijemur

- Jika adukan tungku sudah agak mengeras, ember plastik dan batang pisang dicabut. Rapikan permukaan atas dan dalam tungku dengan kuas dan air. Keringkan dengan dijemur
- Pasang saringan di dalam tungku, maka tungku sudah siap digunakan



Gambar 11.1. Kompos biomassa (tungku) hemat energi untuk arang dan briket arang
(Foto: Hendra dan Endang)

XII

PEMBUATAN KOMPOS BLOK

12.1. Pengantar

Modul ini menjelaskan tentang pembuatan kompos blok

12.2. Indikator Keberhasilan

Setelah mengikuti modul pelatihan ini peserta diharapkan memiliki pengetahuan tentang teknik pembuatan kompos blok

12.3. Pokok Bahasan

- a. Pengertian Kompos Blok
- b. Pembuatan Kompos Blok

12.4. Metode Penyampaian

Pemaparan materi, tanya jawab, diskusi dan praktek pembuatan asap cair

12.5. Alat Bantu Pembelajaran

Papan tulis, spidol, proyektor, layar/monitor, komputer/laptop, dan bahan & peralatan praktek pembuatan tungku

12.6. Uraian Materi

A. Pengertian Kompos Blok

Kompos blok pada dasarnya memiliki bahan dasar kompos, hanya saja bentuknya tidak seperti kompos pada umumnya yang berupa bubuk dan biasanya dikemas dalam kantong atau karung. Namun kompos blok ini adalah kompos yang dipadatkan dan dibentuk menyerupai pot tanaman yang dapat digunakan sebagai media tanam sekaligus sumber unsur hara yang dibutuhkan tanaman. Ada juga

variasi bentuk berupa kubus atau silinder yang di bagian tengah berlubang sebagai tempat meletakkan bibit tanaman (BP2LHK Banjarbaru, 2019). Dengan demikian, kompos blok ini merupakan salah satu inovasi dari kompos.

Inovasi kompos blok sangat tepat digunakan untuk kegiatan rehabilitasi lahan bekas tambang atau lahan kritis lainnya dimana kondisi tanah relatif tidak subur. Seperti diketahui bahwa lahan bekas tambang ini cenderung asam, sehingga pohon tidak dapat berkembang dengan baik, bahkan penanaman yang dilakukan seringkali gagal. Dengan inovasi kompos blok, bibit tanaman terlindungi dalam kompos blok yang padat sehingga tanaman terlindungi dari lingkungan tanah bersifat asam. Kompos blok ini akan dapat memasok nutrisi yang dibutuhkan tanaman, setidaknya selama dua tahun. Selanjutnya tanaman dapat tumbuh membesar (Idi Bantara, 2019. Agroindonesia.co.id).

Keunggulan dari kompos blok yang seperti itu, mendorong Pemerintah dalam hal ini Ditjen Pengelolaan Daerah Aliran Sungai dan Hutan Lindung (PDASHL), KLHK menggunakan kompos blok dalam kegiatan rehabilitasi hutan dan lahan di Indonesia. Kebijakan tersebut direalisasikan hingga arahan pembuatan media tanam kompos blok, terdiri dari bahan, peralatan dan cara pembuatan seperti dalam Surat Edaran Ditjen PDASHL No SE 4/PDASHL/SET/DAS.1/8/2019 yang diuraikan di bawah ini.

B. Pembuatan Kompos Blok

1) Bahan dan Alat

- Larutan Dekomposer: 1 liter dekomposer (misal EM4), 5 kg bekatul, 1 kg gula dan 20 liter air
- Kompos: 1 ton kotoran ternak atau 1 ton bahan organik (daun, serasah, serbuk kayu, ranting atau bagian tanaman lainnya); dan perekat organik (tapioka, sagu, limbah tebu, gips atau kotoran gajah)
- sekop
- saringan
- penutup kompos (karung goni, tikar, anyaman daun kelapa atau terpal),
- alat pres sederhana atau mesin pres batako berukuran 20x20x15 cm berdiameter lubang tengah 10 cm atau sesuai kebutuhan

2) Proses Pembuatan

a. Larutan Dekomposer

Larutkan bahan (bekatul, gula, air) kemudian diaduk sampai merata, selanjutnya masukkan dekomposer dan diaduk kembali sampai merata

b. Kompos

- Siapkan bahan kotoran ternak 100% atau campuran kotoran ternak dan bahan organik (1:1 atau 1:2), dan tempatkan pada bak penampung sampai padat pada tempat yang terhalang sinar matahari langsung dan hujan
- Siram dengan larutan dekomposer secara merata
- Tutup dengan karung goni, tikan atau anyaman daun kelapa agar sirkulasi udara tetap ada, dan biarkan 2-3 hari
- Setelah 3 (tiga) hari suhu tumpukan akan panas. Oleh karena itu, pada hari ketiga siram dengan air dan aduk rata kembali setiap 6 jam sekali selama 4 hari, kemudian sampai menjadi kompos. Ciri kompos yang sudah jadi berwarna kehitaman, halus, gembur dan biasanya menyusut 50% dari awal
- Buat perekat dengan cara melarutkan perekat organik ke dalam air lalu direbus sampai mendidih, kecuali jika memakai kotoran gajah bisa langsung dipakai
- Campurkan kompos yang sudah jadi dengan perekat lalu diaduk merata
- Cetak kompos dengan alat pres sederhana sampai kompos kompak dan tidak pecah
- Keringkan kompos blok di bawah sinar matahari langsung
- Simpan kompos blok di tempat yang ternaungi dari cahaya dan hujan

Berdasarkan kegunaannya, inovasi kompos blok ini sangat sesuai digunakan untuk kegiatan rehabilitasi hutan dan lahan, terutama pada kondisi lahan yang sangat kritis. Kompos blok dapat berfungsi menyediakan lingkungan yang baik yang sangat dibutuhkan tanaman, terutama di awal pertumbuhannya. Dengan demikian ketika masyarakat atau petani membuat kompos blok, orientasinya cenderung untuk menjadi barang yang dijual. Harga 1 kompos blok saat ini berkisar Rp 8.000 – Rp 12.000, hanya saja diperlukan informasi pasar untuk menjual produk ini.



Gambar 12.1. Pencetakan kompos blok (foto: foreibanjarbaru.or.id)



Gambar 12.2. Pengeringan kompos blok (foto: foreibanjarbaru.or.id)

XIII

DESAIN DEMPLOT⁶

13.1. Pengantar

Modul ini menjelaskan tentang pengelolaan lahan gambut menggunakan teknologi arang terpadu yang meliputi perencanaan, desain demplot, pembukaan dan persiapan lahan, sertapenanaman.

13.2. Indikator Keberhasilan

Setelah mengikuti pelatihan modul ini, peserta diharapkan memiliki pengetahuan dalam mengelola lahan terutama lahan gambut dengan menerapkan teknologi arang terpadu.

13.3. Pokok Bahasan

- a. Aplikasi Arang Terpadu
- b. Perencanaan
- c. Desain demplot
- d. Pembukaan dan persiapan lahan
- e. Penanaman
- f. Aplikasi Asap Cair
- g. Pemeliharaan dan pengamanan

13.4. Metode Penyampaian

Pemaparan materi, tanya jawab, diskusi dan praktek pembuatan demplot

13.5. Alat Bantu Pembelajaran

Papan tulis, spidol, proyektor, layar/monitor, komputer/laptop, dan bahan & peralatan praktek pembuatan demplot

⁶Darmawan dkk, 2017 dan 2020, Gusmailina dkk, 2015 dan 2019b

13.6. Uraian Materi

A. Aplikasi Arang Terpadu

Arang terpadu merupakan teknologi terapan ramah lingkungan yang terdiri dari arang, arang kompos dan asap cair (Gusmailina, 2019b). Arang terpadu dapat diaplikasikan di lahan mineral maupun gambut. Aplikasi di lahan mineral relatif lebih mudah dan ringan dibandingkan dengan di lahan gambut. Untuk tujuan budidaya, tanah mineral memiliki kualitas tanah lebih unggul, berbeda dengan lahan gambut. Lahan gambut secara umum memiliki kadar pH rendah (bersifat asam); kapasitas tukar kation sedang; kejenuhan basa, kandungan unsur K, Ca, Mg, P dan kandungan unsur mikro (seperti Cu, Zn, Mn serta B) rendah (Subagyo, 1996 *dalam* Noor, 2001).

Arang merupakan agen pembangun kesuburan di dalam tanah, yang dapat meningkatkan ketersediaan unsur-unsur hara dengan menarik unsur hara yang ada di sekitarnya. Penggunaan arang yang dikombinasikan dengan kompos menjadi arang kompos/arang kompos bioaktif mampu mengatasi kendala kekurangan unsur hara dan mineral tanah. Asap cair mengandung unsur hara (mikro maupun makro) dan hormon pertumbuhan selain itu juga berperan sebagai pestisida organik (Gusmailina dkk, 2015 dan 2019b).

Penerapan teknologi arang terpadu sangat tepat terutama dalam pengolahan lahan gambut untuk usaha budidaya karena dapat meningkatkan kesuburan. Pengolahan lahan yang umumnya dilakukan adalah menggunakan kapur pertanian dan dolomit untuk memperbaiki kemasaman tanah dan kejenuhan basa (Darmawan dkk, 2017 dan 2020, Gusmailina dkk, 2015 dan 2019b).

Agroforestry sendiri merupakan sistem penggunaan lahan yang mengkombinasikan tanaman berkayu dengan tanaman tidak berkayu atau dapat pula dengan rerumputan (*pasture*), kadang-kadang ada komponen ternak atau hewan lainnya (lebah, ikan) sehingga terbentuk interaksi ekologis dan ekonomis antara tanaman berkayu dengan komponen lainnya (Hairiah, Sardjono & Sabarnurdin, 2003).

Lahan gambut sebagai penyimpan mega karbon sering kali disalahartikan sebagai lahan yang tidak bermanfaat dan penyebab kebakaran hutan dan lahan. Biomassa di lahan gambut yang tidak dikelola dengan baik merupakan sumber bahan bakar potensial kejadian karhutla, termasuk dalam pelepasan emisi karbon ke udara. Biomassa ini sebenarnya dapat digunakan sebagai bahan baku dalam teknologi arang terpadu. Gulma-gulma dapat dimanfaatkan dalam pembuatan kompos atau arang kompos. Kayu-kayu kecil, ranting dan cabang

dapat dijadikan produk arang atau asap cair. Pemanfaatan biomassa tersebut juga sekaligus mengurangi bahan terbakar di lahan gambut menjadi produk yang bermanfaat. Teknologi arang terpadu telah diterapkan di berbagai lokasi di Indonesia, berikut demplot aplikasinya. Salah satunya di KPHP Lakitan Bukit Cogong, Kabupten Lubuk Linggau, Sumatera Selatan dan di Kabupaten Pulang Pisau, Kalimantan Tengah (Darmawan dkk, 2017 dan 2020; Gusmailina dkk, 2015 dan 2019b).

Pada kesempatan ini, sebagai contoh akan disampaikan hasil penerapan teknologi arang terpadu di lahan gambut yang telah dikembangkan di KPHP Lakitan Bukit Cogong, Sumatera Selatan dan di Kabupaten Pulang Pisau, Kalimantan Tengah. Dengan demikian diharapkan masyarakat dan pihak terkait mendapatkan gambaran dan pengetahuan mengenai pemanfaatan lahan gambut untuk pemulihan lahan gambut sekaligus sebagai usaha budidaya.

B. Perencanaan

Sebelum kegiatan dimulai perlu dibuat rencana kegiatan diantaranya:

1. Menentukan desain demplot
2. Memastikan waktu atau musim yang tepat untuk memulai kegiatan
3. Melakukan inventarisasi keseluruhan bahan-bahan yang akan digunakan baik yang terdapat di lokasi maupun di luar lokasi kegiatan. Bahan-bahan tersebut diantaranya:
 - Bibit-bibit
 - Benih
 - Tenaga kerja
 - Arang
 - Kompos
 - Asap cair
 - Alat kerja
 - Bahan penunjang lainnya
4. Pemilihan jenis tanaman yang akan dibudidayakan
 - Kesesuaian dengan kondisi bio-fisik di lapangan
 - Pertumbuhannya cepat
 - Nilai komersialnya tinggi
 - Teknik silvikultur telah dikuasai
 - Benih atau bibit mudah diperoleh dan berkualitas

5. Untuk menjamin agar pelaksanaan penyediaan bibit berjalan efektif dan efisien maka perlu dilakukan pemeriksaan berupa:

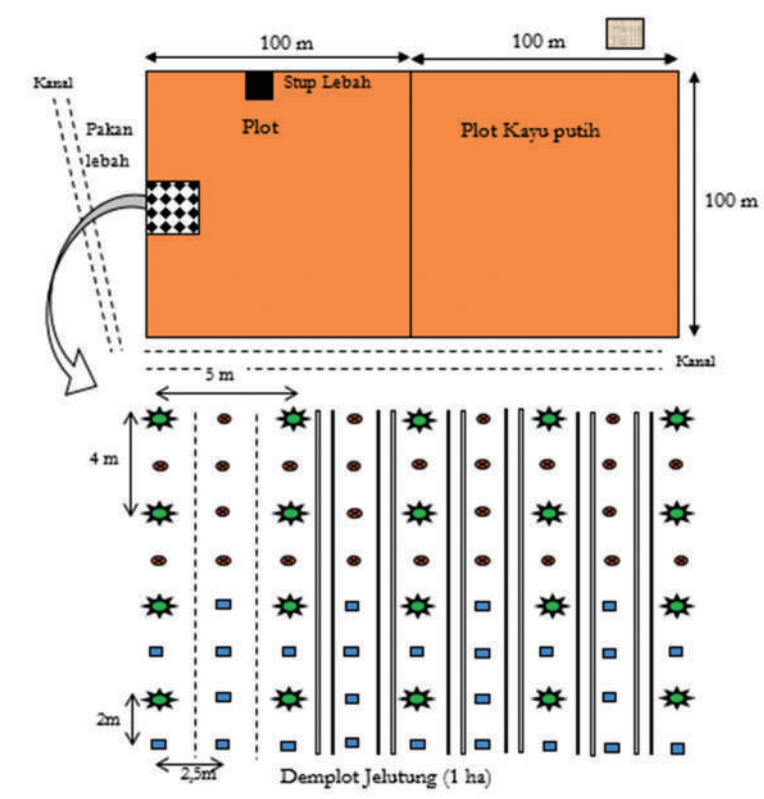
- Jumlah bibit untuk setiap jenis yang akan ditanam
- Kondisi fisik bibit (umur, sehat, seragam dan telah siap tanam)
- Lokasi sumber bibit: berhubungan dengan pengangkutan dan pengkondisian

C. Desain Demplot

Pada kesempatan ini akan ditampilkan contoh desain demplot aplikasi teknologi arang terpadu yang telah dilakukan di KPHP Lakitan Bukit Cogong, Sumatera Selatan dan di Kabupaten Pulang Pisau, Kalimantan Tengah. Untuk jenis-jenis tanaman pokok yang ditanam merupakan jenis-jenis Hasil Hutan Bukan Kayu (HHBK) seperti jelutung, gelam, dan kayu putih, dimana dalam pemanfaatannya tidak dilakukan dengan penebangan pohon. Dengan demikian praktik ini juga dapat berfungsi untuk revegetasi lahan gambut. Tanaman sela yang digunakan juga jenis HHBK yaitu sereh wangi dan nilam, sedangkan untuk tanaman budidaya cukup beragam sebagai alternatif pendapatan masyarakat dalam jangka pendek (Darmawan dkk, 2017 dan 2020).

1. Desain Demplot di KPHP Lakitan Bukit Cogong

Pada kegiatan di KPHP Lakitan Bukit Cogong, bibit dan benih yang digunakan adalah jelutung dan kayu putih untuk tanaman pokok berkayu, sedangkan untuk tanaman sela adalah nilam dan sereh wangi. Untuk tanaman semusim pada sistem agroforestri adalah jagung dan talas. Pada demplot tersebut juga ditanami tanaman jenis penghasil buah, bunga dan tanaman obat (pakan lebah). Pemilihan jenis-jenis tersebut dipilih berdasarkan keinginan masyarakat, kesesuaian lahan, prospek pemanfaatan dan ketersediaan bibit (Gambar 13.1. dan 13.2). (Darmawan dkk, 2017).



Keterangan:

- Jelutung
- Nilam
- Sereh wangi
- Jagung
- Talas

Gambar 13.1. Desain demplot aplikasi arang terpadu di KPHP Lakitan Bukit Cogong (Ilustrasi: Darmawan dkk)

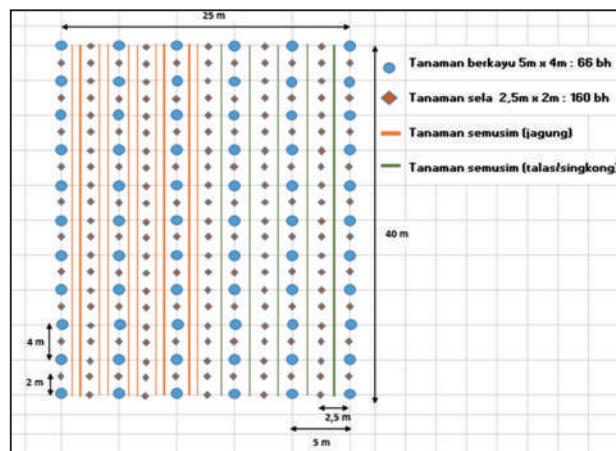


Gambar 13.2. Demplot aplikasi arang terpadu di KPHP Lakitan Bukit Cogong (Foto: Darmawan)

2. Desain Demplot di Kab. Pulang Pisau

Desain demplot yang dibuat di lokasi tersebut dapat dilihat pada Gambar 13.3. dan 13.4. Jenis-jenis tumbuhan revegetasi dan budidaya dikelompokkan menjadi tanaman:

- Berkayu : Jelutung (*Dyera sp.*) sebagai penghasil getah dan Gelam (*Melaleuca sp.*) sebagai bahan baku pembuatan minyak atsiri atau jenis potensial lain yang ada di lokasi
- Sela : Sereh wangi sebagai sumber minyak atsiri atau jenis potensial setempat lainnya
- Semusim : Jagung, terong, kangkung, ketimun, tomat, sawi



GAMBAR 13.3. Desain demplot aplikasi arang terpadu di Kab. Pulang Pisau (Ilustrasi: Darmawan dkk, 2020)



GAMBAR 13.4. Demplot aplikasi arang terpadu di Kab. Pulang Pisau (Foto: Alfian)

D. Pembukaan dan Persiapan Lahan

Pembukaan lahan perlu dilakukan untuk menyiapkan lahan yang akan dibudidayakan (Gambar 13.5).

1. Pembukaan Lahan

- Lahan dibersihkan dari vegetasi pengganggu seperti gulma
- Gulma ini dapat dimanfaatkan sebagai bahan baku pembuatan arang kompos
- Tegakan berkayu yang tidak terlalu rapat dapat dipertahankan karena dapat berfungsi sebagai naungan
- Pengotor/bahan-bahan sisa pada lahan seperti potongan-potongan kayu, ranting dan sisa pembukaan lahan dikeluarkan dari lahan
- Biomassa berkayu ini dapat dimanfaatkan sebagai bahan baku pembuatan arang
- Pasang ajir pada lahan yang akan digarap. Ajir merupakan tanda dimana lubang tanaman akan dibuat. Setiap ajir diberi tanda yang menunjukkan perbedaan jenis tanaman dan ukuran lubang tanam. Hal ini untuk menghindari kesalahan dalam penanaman jenis dan pembuatan ukuran lubang tanam. Pemasangan ajir harus dilakukan dengan akurat dan kuat agar tidak mudah rebah, dan jalur tanaman tersusun rapih.



Gambar 13.5. Pembukaan dan pemasangan ajir di lahan gambut KPHP Lakitan BC (Foto: KPHP Lakitan BC)

2. Jarak tanam

- Jarak tanam jenis tanaman pokok (jelutung, gelam, kayu putih) sebesar 4 m x 5 m
- Untuk jenis tanaman sela, digunakan jarak tanam 2 m x 2,5 m. Jarak tanam untuk tanaman sela ditetapkan berdasarkan kearifan lokal masyarakat pembudidaya sereh wangi

- Untuk jenis tanaman semusim jagung dibuat dalam bentuk jalur sejumlah 2 jalur di antara tanaman pokok dan sela dengan lebar antara tanaman pokok dan sela 2,5. Jarak tanam untuk talas 1 m

3. Penyiapan arang kompos

Lahan gambut pada umumnya memiliki daya dukung lahan sangat rendah untuk pertumbuhan tanaman sehingga perlu input arang kompos dengan komposisi arang yang lebih banyak. Pemberian arang dalam jumlah besar antara lain untuk menaikkan nilai pH tanah (mendekati normal), menarik unsur hara dan sebagai rumah mikroorganisme. Pada tanah mineral, perbandingan arang : kompos dalam pembuatan arang kompos adalah 1 : 4. Pada umumnya tanah mineral memiliki pH mendekati netral sehingga penambahan arang lebih sedikit, yang bertujuan juga untuk menciptakan struktur tanah lebih baik.

Hasil observasi laboratorium dan penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa perbandingan arang : kompos adalah 2 : 1 berpengaruh signifikan menaikkan nilai pH tanah gambut dari 4 mendekati normal pH 6 (pH netral = 7). Formulasi dan jumlah pemberian arang kompos per individu tanaman dapat dilihat pada Tabel 13.1 dan 13.2.

Tabel 13.1. Formulasi arang kompos untuk setiap kelompok tanaman di Kab Pulang Pisau

Kelompok Tanaman	Formulasi Arang Kompos			Jumlah Individu (tanaman)	Kebutuhan Arang 0,1 Ha (kg)	Kebutuhan Kompos 0,1 ha (kg)
	Perbandingan	Arang (kg/lubang)	Kompos (kg/lubang)			
1. Pokok	2:1	3	1,5	66	198	99
2. Sela	1,5:1	1,5	1	160	240	160
3. Semusim	1:1	0,1	0,1	800	80	80

Tabel 13.2. Formulasi arang kompos untuk setiap kelompok tanaman di KPHP Lakitan BC

Kelompok Tanaman	Formulasi Arang Kompos			Jumlah Individu (tanaman)	Kebutuhan Arang 2 Ha (kg)	Kebutuhan Kompos 2 Ha (kg)
	Perbandingan	Arang (kg/lubang)	Kompos (kg/lubang)			
1. Pokok	2:1	1,6	0,8	1.100	1.600	800
2. Sela	1,5:1	0,6	0,4	3.100	1.740	1.160
3. Jagung	1:1	0,075	0,075	29.600	6.300	6.300
4. Talas	1:1	0,225	0,225	5.000	1.150	1.150

a. Formulasi arang kompos

Komposisi arang kompos yang digunakan di KPHP Lakitan BC dan Kab. Pulang Pisau sama, perbedaannya dalam jumlah yang diaplikasikan.

b. Penyiapan arang

Untuk arang dalam bentuk bongkahan dilakukan pengecilan ukuran melalui beberapa cara:

- Masukkan arang dalam karung kemudian karung diikat dan memukul-mukul karung tersebut menggunakan kayu
- Menumbuk arang menggunakan alu (penumbuk gabah padi)
- Menggunakan mesin penghancur

Arang yang telah dihaluskan kemudian diayak menggunakan saringan berukuran 1 cm x 1 cm (ayakan pasir), bagian yang tidak lolos saringan ditumbuk ulang dengan cara yang sama. Arang lolos saringan apabila tidak langsung diformulasikan dengan kompos, dimasukkan ke dalam karung dan disimpan di bawah naungan atau tempat tertutup. Formulasi arang kompos dapat menggunakan kompos biomasa atau pupuk kandang.

c. Tata cara pembuatan arang kompos

Formulasi arang kompos dilakukan dengan mencampur secara merata antara arang dan kompos dengan komposisi yang telah ditetapkan sebelumnya. Pencampuran dapat menggunakan mesin molen (pengaduk) atau secara konvensional dengan sekop atau cangkul dengan cara:

- Menambahkan arang secara bertahap ke permukaan kompos, aduk hingga merata.
- Tambahkan air bila diperlukan. Setelah tercampur rata, tambahkan kembali arang sambil terus diaduk sampai rata.
- Tingkat kebasahan arang kompos dianggap cukup apabila dikepal/digemggam arang kompos tidak buyar dan tidak meneteskan air
- Arang-kompos yang telah tercampur rata, dimasukkan ke dalam karung
- Sebelum digunakan, arang kompos dikondisikan minimal 2 hari.
- Beri tanda atau label pada setiap karung yang berisi informasi berat dan komposisi arang kompos.
- Simpan di bawah naungan atau suatu tempat dimana bagian alas dan atasnya ditutupi terpal plastik agar tidak terkena air dan terhindar dari sinar matahari langsung.

E. Penanaman

1. Persiapan lahan

Hal-hal yang harus diperhatikan dalam mengelola lahan di tanah gambut untuk budidaya diantaranya:

- Pengaturan tata air harus baik, pada musim hujan tidak tergenang dan pada musim kemarau tidak kering
- Pembuatan sumur air untuk penyiraman pada saat musim kemarau
- Pembuatan pondok sebagai pondok kerja, penyimpanan alat dan bahan-bahan
- Pembuatan persemaian antara (pengkondisian bibit sebelum di tanam)
- Pembuatan pagar (bisa menggunakan pagar hidup dari tanaman) untuk mencegah binatang liar mengganggu tanaman

2. Penyiapan bibit

Bibit yang ditanam merupakan bibit yang telah dikondisikan terlebih dahulu di persemaian. Kondisi bibit yang harus diperhatikan adalah:

- Gunakan bibit yang sehat dan berukuran seragam (tinggi dan jumlah daun)
- Penanaman sebaiknya dilakukan pada saat musim hujan agar keberhasilan hidup tinggi dan pertumbuhannya baik.
- Pengangkutan bibit dari persemaian harus dilakukan dengan hati-hati agar tanaman tidak mengalami stress
- Penanaman dilakukan setelah lubang tanam dan media tanam siap (setelah pengkondisian)

3. Pembuatan lubang tanam

- Lubang tanam untuk jenis tanaman pokok (jelutung, gelam, kayu putih) berukuran 40 cm x 40 cm dan kedalaman 30 cm
- Lubang tanam untuk tanaman sela berukuran 20 cm x 20 cm dan kedalaman 20 cm
- Lubang tanam untuk tanaman semusim dibuat dengan sistem tugal (membuat lubang tanam dengan batang kayu) dengan kedalaman lubang tugal sekitar 7,5 cm dan jarak antar lubang sebesar 25 cm. Lubang tanam untuk talas berukuran 20 cm x 20 cm dengan kedalaman 30 cm dan jarak tanam 1 m
- Ukuran lubang tanam juga perlu memperhatikan kedalaman permukaan air gambut, penggalian jangan sampai menembus air
- Tanah dari lubang galian di letakkan di samping lubang

- Biarkan lubang tanam terbuka minimal 3 hari (jangan langsung di tanami)
- Untuk jenis tanaman budidaya lainnya dapat menggunakan sistem guludan

4. Persiapan media tanam

Pencampuran tanah galian lubang tanam dan arang kompos sebaiknya dilakukan pada saat pembuatan lubang tanam/guludan. Hal ini dilakukan untuk mempersingkat antara waktu pengkondisian lubang tanam dan pengkondisian media tanah arang-kompos. Langkah-langkah yang dilakukan dalam penyiapan media tanam adalah sebagai berikut:

- Pencampuran dilakukan di dekat lubang tanam
- Campur media tanah dan arang kompos sampai rata
- Tanaman pokok (jelutung dan kayu putih) menggunakan arang-kompos 2:1 sebanyak 2,4 - 4,5 kg/lubang tanam.
- Tanaman sela (nilam dan sereh wangi) menggunakan arang-kompos 1,5:1 sebanyak 1,0 - 2,5 kg/lubang tanam.
- Tanaman semusim (jagung dan talas) menggunakan arang-kompos 1:1 bagian. Jumlah arang-kompos yang di pakai sebanyak 150 – 200 g/lubang tanam jagung dan 350 g untuk talas.
- Media tanah dan arang kompos dikondisikan minimal selama 1 hari sebelum penanaman

5. Penanaman bibit

- Sebagian campuran media tanam dimasukkan ke dalam lubang tanam
- Polibag bibit dibuka/disobek secara perlahan jangan sampai merusak perakaran
- Letakkan plastik polibag pada ujung ajir
- Masukkan bibit ke dalam lubang tanam
- Akar tunggang tanam diusahakan tetap lurus pada saat penanaman
- Masukkan sisa media tanam
- Padatkan media agar tanaman dapat berdiri tegak dan tidak mudah rebah
- Permukaan media tanam dibuat berbentuk gunung agar tanaman tidak tergenang

6. Penanaman benih

- Untuk benih yang dapat langsung di tanam di lapangan seperti jagung dibuat lubang tanam dengan cara menugal (Gambar 13.6)
- Masukkan arang kompos ke lubang tanam sampai permukaan tanah

- Letakkan benih jagung di atas arang kompos
- Tutup benih dengan arang kompos dan padatkan



Gambar 13.6. Pemberian arang kompos pada lubang tanam jagung di KPHP Lakitan BC (Foto: Darmawan)

F. Aplikasi Asap Cair

Asap cair diberikan untuk menjaga dan meningkatkan kesehatan tanaman (Gambar 13.7.) Penggunaan asap cair adalah sebagai berikut:

- Untuk pemeliharaan tanaman sehat, dosis asap cair yang digunakan sebanyak 1-2% (10-20 ml asap cair dilarutkan dalam 990 - 980 ml air). Untuk pembuatan formulasi yang praktis, dapat dilakukan dengan menambahkan asap cair sebanyak 2 tutup botol air mineral/kemasan untuk satu liter air.
- Jika terdapat serangan hama/penyakit, dosis asap cair ditingkatkan hingga 4%
- Penyemprotan dilakukan secara merata keseluruhan bagian tanaman menggunakan alat penyemprot (*sprayer*). Pada daun, penyemprotan dilakukan pada bagian permukaan dan belakang daun
- Penyemprotan dilakukan seminggu sekali dipagi atau sore hari



GAMBAR 13.7. Persiapan dan penyemprotan asap cair di KPHP Lakitan BC (Foto: KPHP Lakitan BC)

G. Pemeliharaan dan Pengamanan

Pemeliharaan tanaman dan demplot dilakukan untuk menjaga agar tanaman dapat hidup dan tumbuh dengan baik. Kegiatan yang dilakukan adalah:

- Mengontrol pagar di sekeliling demplot, jika ada kerusakan (jebol) segera diperbaiki
- Amati apakah ada jejak-jejak binatang liar pengganggu (hama) masuk ke dalam demplot
- Mengamati tanaman apakah ada gejala terserang hama
- Penyiraman
- Penyulaman bila ada tanaman yang mati
- Penyiangan
- Pendangiran

Pengamanan dilakukan secara rutin. Hal-hal lain yang perlu diantisipasi adalah bahaya terhadap kebakaran, pencurian dan gangguan hewan liar.

H. Aplikasi Arang Kompos pada Tegakan

Penjelasan sebelumnya mengemukakan aplikasi arang kompos pada saat budidaya akan dilakukan. Arang kompos sendiri dapat digunakan pada tanaman yang telah tumbuh (telah ditanam sebelumnya). Aplikasi arang kompos pada kasus ini dapat menggunakan beberapa cara diantaranya:

1. Sistem Lajur/Larikan

Teknik ini dilakukan dengan menyebarkan arang kompos diantara lajur tanaman. Permukaan tanah yang akan diberi arang kompos dibersihkan dahulu dari pengotor lain seperti serasah, kemudian tanah digali/dibuka untuk menempatkan arang kompos. Setelah arang kompos ditaburkan, tutup dengan tanah galian (Gambar 13.8).



GAMBAR 13.8. Pemberian arang kompos dengan sistem lajur/larikan (Sumber: Okimori dkk, 2021)

2. Sistem melingkar

Teknik ini dilakukan dengan menyebarkan arang kompos mengelilingi batang tanaman. Pemupukan dilakukan dengan cara menggali dan menaburkan arang kompos melingkari tanaman dengan jarak selebar tajuk terluar dan kemudian ditutup kembali dengan tanah (Gambar 13.9).



GAMBAR 13.9. Pemberian arang kompos dengan sistem melingkar (Foto: Art Donnelly/searcher.org)

3. Sistem gundukan

Teknik ini dilakukan dengan menyebarkan arang kompos pada gundukan tanaman. Setelah disebar, tutup gundukan arang kompos dengan tanah (Gambar 13.10).



Gambar 13.10. Pemberian arang kompos dengan sistem gundukan (Foto: Geographical.co.uk)





XIV

LESSON LEARNED IMPLEMENTASI PRAKTIK

14.1. Pengantar

Modul ini mengemukakan beberapa kegiatan penerapan Teknologi Arang Terpadu di berbagai lokasi.

14.2. Indikator Keberhasilan

Setelah mengikuti modul pelatihan ini peserta diharapkan memiliki pengetahuan dan gambaran mengenai pengelolaan lahan menggunakan teknologi arang terpadu.

14.3. Pokok Bahasan

Informasi dan pembelajaran tentang keberhasilan dan kegagalan penerapan teknologi arang terpadu, yang meliputi:

- a. Pengertian
- b. Lokasi kegiatan
- c. Keberhasilan aplikasi Teknologi Arang Terpadu
- d. Pembelajaran dari Briket Arang dan Kompor Biomassa/Tungku

14.4. Metode Penyampaian

Ceramah, tanya jawab, curah pendapat dan diskusi.

14.5. Alat Bantu Pembelajaran

Papan tulis, spidol, proyektor, layar/monitor, komputer/laptop, dan *flipchart*.

14.6. Uraian Materi

A. Pengertian

Proses pembukaan lahan yang dilakukan oleh masyarakat/perusahaan dengan cara membakar bertujuan agar lahan menjadi bersih, subur, biaya relatif murah dan mudah. Dengan cara tersebut apabila tidak dapat dikendalikan, berpotensi menyebabkan kebakaran hutan dan lahan. Penerapan Teknologi Arang Terpadu merupakan salah satu alternatif penyiapan lahan tanpa bakar. Biomassa (tumbuhan) yang dihasilkan dari pembukaan lahan dapat dimanfaatkan untuk dibuat arang, asap cair dan arang kompos. Ketiga produk tersebut memiliki banyak manfaat diantaranya untuk meningkatkan kesuburan dan produktivitas lahan dan tanaman, mencegah kebakaran hutan/lahan dan mengurangi polusi udara. Aplikasi Teknologi Arang Terpadu juga dapat mengurangi pemakaian pupuk dan pembasmi hama kimiawi dengan menghasilkan produk organik.

Kegiatan sosialisasi Teknologi Arang Terpadu ini merupakan bagian dari kegiatan pengembangan yang sudah dilakukan sejak dua dekade silam. Rangkaian kegiatan alih teknologi berupa diseminasi dan praktek. Diseminasi di antaranya penyampaian teori tentang Teknologi Arang Terpadu, manfaat dan cara pembuatan sekaligus teori cara mengaplikasikannya di lapangan. Untuk kegiatan praktik diantaranya pembuatan arang, asap cair, arang kompos dan penggunaan ketiga produk tersebut di lapangan (Gusmailina dkk, 2019b).

Kegiatan alih Teknologi Arang Terpadu sudah dilakukan di beberapa lokasi yang akan dikemukakan bawah ini.

B. Lokasi Kegiatan

1. Kabupaten Pulang Pisau, Kalteng

Kegiatan dilaksanakan pada tahun 2020 di lahan gambut Desa Gohong dan Desa Garung, Kabupaten Pulang Pisau, Kalimantan Tengah (Gambar 14.1) yang merupakan bagian dari kegiatan Pemulihan Ekonomi Nasional (*Food Estate*) lingkup Badan Litbang dan Inovasi, KLHK (Darmawan dkk, 2020).

Aktivitas yang dilakukan diantaranya pelatihan iptek Arang Terpadu, pembuatan demplot, pemberian peralatan produksi arang, asap cair dan pemurniannya, mesin pencacah daun, penyulingan minyak atsiri dan stup lebah trigona. Peserta alih teknologi (altek) terdiri masyarakat dari Desa Gohong dan Desa Garung, serta beberapa instansi pemerintah terkait.



GAMBAR 14.1. Demplot aplikasi arang terpadu di lahan gambut pada beberapa jenis tanaman di Desa Garung, Kab. Pulang Pisau, Kalteng

Stakeholder dan tokoh masyarakat memberikan respon positif dengan adanya kegiatan alih teknologi sekaligus hibah peralatan. Berikut beberapa sambutan dan testimoni kegiatan Altek ini:

a. Kepala Dinas Pertanian Kab. Pulang Pisau

- Harapan kami produk asap cair juga dapat digunakan untuk mengolah ikan.
- Adanya inovasi ini biomassa pada lahan dapat digunakan untuk keperluan kompos dan arang terpadu (tidak membuka lahan dengan cara membakar) sehingga dapat meningkatkan hasil panen padi.
- Harapan kami kegiatan ini bisa terus didiseminasikan, ditindaklanjuti, diterapkan dan dipraktikkan.
- Adanya demplot lebah madu dan minyak atsiri gelam, sangat positif.

b. Balai Penyuluh Pertanian Kab. Pulang Pisau

- Penggunaan arang, arang kompos dan asap cair dapat mengurangi penggunaan bahan kimia, baik untuk pupuk dan herbisida serta pestisida, dan juga secara otomatis mengurangi biaya.
- Mudah-mudahan ke depannya produksi pertanian dapat meningkat dan asap cair sebagai herbisida dan pestisida yang terjangkau karena bahan bakunya dari lingkungan sekitar.

- Sebelumnya belum ada kegiatan seperti ini, pembuatan komposnya pun saya baru mengetahui, hasil media juga lebih steril, mudah-mudahan semuanya dapat dimanfaatkan.

c. Kepala Desa Garung

- Pertama kali ujicoba yang berbahan dasar kayu limbah, kami baru sadar bahwa bahan dasar pembuatan arang terpadu dan asap cair ada di sekitar kita.
- Membuka pola pikir dan pandangan karena selama ini menggunakan pupuk kimia, sehingga dapat membandingkan hasil dari penggunaan pupuk kimia dengan menggunakan arang terpadu.
- Kendala yang dihadapi saat ini kelangkaan pupuk dan pemahaman menggunakan pupuk kimia yang menyebabkan kegagalan dalam pertanian.
- Setelah praktik, yang pasti petani kita mempunyai pengetahuan terkait arang terpadu ini, kegiatan ini bisa dipraktikkan lebih lanjut.
- Harus ada semacam kontak person yang bisa kami hubungi jika terjadi kendala dengan alat ini, sehingga bisa cepat teratasi.
- Kami perlu dosis yang tepat dalam menggunakannya dan terkait ini perlu dikonsultasikan dan ditindaklanjuti di kemudian hari.

d. Petani Desa Garung

- Membuka wawasan kami akan kegunaan arang sebagai media tanaman, akan kami praktikkan di lapangan.
- Harapan ke depannya dengan media baru ini dapat meningkatkan hasil yang lebih baik dan akan meningkatkan pendapatan kami sebagai petani.

2. Kabupaten Karo, Sumut

Kegiatan berlangsung selama 3 (tiga) tahun dari 2016, 2017 dan 2018 yang merupakan hasil kerjasama KLHK (melalui eks Pusat Penelitian dan Pengembangan Hasil Hutan) dengan Kabupaten Karo. Sasaran yang dilatih adalah para penyuluh dan masyarakat. Kegiatan berlangsung di lokasi relokasi Kawasan Gunung Sinabung yaitu Siosar, Desa Sugihen dan Simpang Selakar, serta di Desa Singa, Kecamatan Tigapanah (Gambar14.2.) (Gusmailina dkk, 2019b).

Umumnya masyarakat sangat antusias mencoba mengaplikasikan iptek arang terpadu karena pada saat itu sedang menghadapi masalah serangan hama lalat buah pada tanaman jeruk dan buah kering pada tanaman cabe sehingga banyak

petani yang mengalami gagal panen. Di samping itu, harga pupuk dan bahan insektisida kimia yang cukup mahal menyebabkan ongkos produksi pertanian cukup tinggi.



Praktek pembuatan arang dan asap cair

GAMBAR 14.2. Praktek pembuatan arang dan asap cair di Desa Singa (Foto: Komarayati)

3. Ketapang, Kalbar

Implementasi pembuatan dan pemanfaatan asap cair dalam upaya mendukung implementasi kebakaran hutan dan lahan telah juga diinisiasi oleh Tim Manggala Agni dari Daops Manggala Agni Kalimantan X/Ketapang, Kalimantan Barat. Kegiatan ini dilakukan pada tahun 2018 dengan narasumber Tim Peneliti KLHK (melalui eks Pusat Penelitian dan Pengembangan Hasil Hutan) dan praktisi yang bergerak di bidang asap cair, Pak Endang. Kegiatan dilakukan untuk mengedukasi masyarakat di sekitar hutan dan lahan yang rawan terbakar mengenai pembukaan lahan yang baik dan benar melalui Teknologi Arang Terpadu. Kegiatan ini diikuti oleh peserta dari Manggala Agni, unsur masyarakat dan Masyarakat Peduli Api. Asap cair yang dihasilkan oleh kelompok masyarakat tersebut diaplikasikan pada tanaman pertanian (sawah, cabe, terong, dll) dan ditambahkan untuk pakan ternak (Gambar 14.3). Hasil dari aplikasi asap cair ini

terbukti dapat meningkatkan pertumbuhan dan produktifitas tanaman, serta meningkatkan hasil dibandingkan tanaman tanpa menggunakan asap cair.

Kegiatan edukasi arang terpadu yang dilakukan bersama Manggala Agni merupakan salah satu yang berhasil, terutama dalam pemanfaatan asap cair untuk tanaman dan ternak. Keberhasilan ini tidak lepas dari peran serta Manggala Agni yang begitu antusias, kreatif, dan berkeinginan kuat untuk menggunakan teknologi ini. Pada tahun 2019, Manggala Agni telah berhasil memperoleh sertifikat produk asap cair yang mereka produksi.



GAMBAR 14.3. Aplikasi asap cair pada tanaman pertanian yang dilakukan oleh Manggala Agni Daops Kalimantan X/Ketapang, Kalbar (Foto: Daops MA Ketapang)

4. KPHP Lakitan Bukit Cogong, Sumsel

KPHP Lakitan Bukit Cogong terletak di Kabupaten Musi Rawas, Sumatera Selatan. Kegiatan alih teknologi dilakukan pada tahun 2015. Salah satunya adalah alih iptek arang terpadu, dengan pemberian alat tungku produksi arang, asap cair dan pembuatan demplot di lahan gambut. Hingga sekarang iptek arang terpadu berkembang dan menjadi salah satu unggulan KPHP Lakitan BC untuk pemberdayaan masyarakat sekitar. Pada tahun 2017, KPHP Lakitan BC berkesempatan memperoleh alat pencacah untuk pembuatan kompos dan beberapa alat produksi melalui kegiatan kerjasama antara KLHK (melalui eks Pusat Penelitian dan Pengembangan Hasil Hutan), KPHP Lakitan BC dan Badan Restorasi Gambut (BRG). Pada kegiatan tersebut juga dibangun demplot seluas 2 Ha di lahan gambut dengan menerapkan Teknologi Arang Terpadu (Gambar 14.4.) (Darmawan dkk, 2017).

Tim dari KPHP Lakitan BC bersama masyarakat telah mampu mengembangkan Teknologi Arang Terpadu secara mandiri terutama untuk produk asap cair. Asap cair telah diaplikasikan pada beberapa jenis tanaman pangan, perkebunan, pengolahan getah karet, dan desinfektan. Aplikasi asap cair pada tanaman padi dapat dilihat pada laman <https://youtu.be/nLOnLSLdkrE> (Gusmailina dkk, 2019b).

Diseminasi Teknologi Arang Terpadu di KPHP Lakitan BC termasuk yang berhasil. Keberhasilan ini berkat kerja keras, keseriusan dan kreativitas KPHP Lakitan BC, tokoh masyarakat dan kelompok tani/masyarakat.



Gambar14.4. Demplot aplikasi arang terpadu pada lahan gambut di KPHP Lakitan BC

5. Kabupaten Toraja

Pada tahun 2013, kegiatan alih iptek arang terpadu dilakukan di Toraja, bekerja sama dengan Yayasan Persekutuan Perempuan Kampung (YPPK). Bahan baku arang yang digunakan sebagian berasal dari limbah bambu (dari upacara adat) dan bunga pinus. YPPK berinisiatif memanfaatkan bambu tersebut melalui Teknologi Arang Terpadu (Gambar 14.5.). Pada kesempatan ini juga dilakukan pelatihan pembuatan tungku hemat energi sehingga arang bisa langsung dimanfaatkan sebagai sumber energi (Gusmailina, dkk, 2019b).



Gambar 14.5. Rangkuman kegiatan alih iptek di Toraja (Sumber: Gusmailina, dkk., 2019b)

6. Kabupaten Cianjur, Jabar

a. Desa Ciranjang

Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan (melalui eks Pusat Penelitian dan Pengembangan Hasil Hutan) bekerjasama dengan Pemerintah Kabupaten Cianjur sejak tahun 2016 mengaplikasikan iptek arang terpadu. Salah satu hasil aplikasi iptek yang telah diaplikasikan yaitu penggunaan arang kompos dan asap cair pada tanaman padi. Pada tahun 2017, dilaksanakan ekspose panen padi hasil aplikasi iptek arang terpadu sebagai penyubur tanah sekaligus pengendali hama tanaman (Gambar 14.6). Pemerintah Kab. Cianjur memberikan apresiasi, karena sejalan dengan kebijakan Pemda Kab. Cianjur yang terus mendorong kegiatan pertanian khususnya beras Cianjur, termasuk pertanian organik menggunakan aplikasi arang terpadu (Gusmailina dkk, 2019b).



Pemanenan padi secara simbolis oleh Wakil Bupati Cianjur bersama Kepala P3HH, Staf Ahli Bidang Pangan, Kepala Dinas Pertanian dan Tenaga Ahli Menteri LHK Bidang Jaringan dan Kerjasama Masyarakat Daerah

GAMBAR 14.6. Pemanenan padi secara simbolis dari penerapan teknologi arang terpadu (Foto: AT dalam Gusmailina dkk, 2019b)

b. Desa Karyamukti

Kegiatan di Desa Karya Mukti, Kecamatan Campaka diawali dengan presentasi arang terpadu, dilanjutkan demo dan uji coba pembuatan arang dan asap cair menggunakan bahan baku “kayu tarik angin” serta demo membuat arang kompos dari bahan baku campuran jerami dan rerumputan (Gambar 14.7). Produk yang dihasilkan diaplikasikan pada tanaman kopi arabica dengan pola tanam agroforestri (Gambar 14.8) (Gusmailina dkk, 2019b).



GAMBAR 14.7. Alih iptek arang terpadu di Desa Karya Mukti, Kabupaten Cianjur (Foto: Gusmailina dkk, 2019b)



GAMBAR 14.8. Aplikasi teknologi arang terpadu pada tanaman kopi di Desa Gunung Padang, Kabupaten Cianjur (Foto: Gusmailina dkk, 2019b)

c. Desa Sukaresmi

1) Demplot Padi

Aplikasi arang terpadu dilakukan pada demplot padi di bulan Juni 2018 seluas 4.000 m² dan sebagai pembanding 1.000 m² (Gambar 14.9). Pengukuran pH tanah sawah sebelum aplikasi berada pada kisaran pH 4-5, setelah aplikasi arang kompos meningkat menjadi pH 7 (pH netral = 7). Padi ditanam dengan pola Tabela (Tanam benih langsung). Arang kompos diberikan seminggu sebelum penanaman yaitu sebanyak 4 ton/ha. Asap cair disemprot pada tanaman padi setiap 10 hari. Semua aktivitas kegiatan ini dilakukan oleh santri di bawah bimbingan guru dan penyuluh. Hasil panen padi dengan penerapan Teknologi Arang Terpadu sebanyak 4 ton/ha, sedangkan menggunakan pupuk kimia 3,1 ton/ha. (Gusmailina dkk, 2019b).



GAMBAR 14.9. Aplikasi arang terpadu pada tanaman padi dengan sistem Tabela (Tanam benih langsung) di Desa Sukaresmi, Cianjur (Foto: Gusmailina dkk, 2019b)

2) Demplot Kopi

Aplikasi arang terpadu di Pesantren Kumala Lestari dilakukan pada tanaman kopi Arabica sebanyak 200 batang. Kegiatan penanaman dan pengukuran dilakukan oleh santri dengan bimbingan guru/ustadz pesantren (Gambar 14.10). Pertumbuhan tinggi tanaman kopi selama 4 bulan dengan penerapan Teknologi Arang Terpadu sebesar 8,8 cm, sedangkan pada kontrol (tanpa perlakuan) hanya setinggi 4 cm. Aplikasi juga dilakukan pada tanaman strowberi (Gusmailina dkk, 2019b).



GAMBAR 14.10. Aplikasi teknologi arang terpadu pada tanaman Kopi Arabica dan strowberi di Desa Sukaesmi Kabupaten Cianjur (Foto: Gusmailina dkk, 2019b)

7. Kabupaten Rokan Hulu, Riau

Kegiatan berlangsung pada tahun 2018 di Desa Kembang Damai, Kecamatan Pagaran Tapah Darussalam yang dihadiri unsur Pemda, Tokoh Adat, Kelompok Tani Merbau dan masyarakat Desa Kembang Damai. Kepala Dinas Lingkungan Hidup Kab. Rokan Hulu yang diwakili oleh Sekretaris Dinas Lingkungan Hidup menyampaikan bahwa iptek arang terpadu ini sangat tepat diterapkan di Kab. Rokan Hulu, terutama untuk tanaman pangan dan perkebunan. Kelompok Tani Merbau akan dijadikan sebagai model untuk mengaplikasikan iptek arang terpadu dan menyebarkan inovasi ini kepada masyarakat lainnya di Kabupaten Rokan Hulu. Kegiatan alih iptek ini (Gambar 14.11), memperoleh sambutan yang sangat baik dari Pemerintah Daerah dan masyarakat, serta diharapkan dapat memberikan manfaat untuk tanaman perkebunan, tanaman pangan dan sebagai obat (Gusmailina dkk, 2019b).



GAMBAR 14.11. Diseminasi teknologi arang terpadu di Desa Kembang Damai (Foto: Gusmailina dkk, 2019b)

8. Aek Na Uli, Kab. Simalungun, Sumut

Kegiatan alih iptek arang terpadu berlangsung di Desa Sibaganding, bekerjasama dengan Kantor Dinas Kehutanan Propinsi dan Balai Besar KSDA Sumatera Utara. Kedua instansi tersebut sangat mendukung terlaksananya kegiatan alih iptek karena berdampak pada pemberdayaan masyarakat dalam mengatasi limbah biomassa yang dapat dimanfaatkan untuk meningkatkan produktivitas pertanian organik dan kesehatan. Kegiatan ini dihadiri unsur Pemda Simalungun, Badan Litbang KLHK, Kelompok Tani, Pengurus DKM, Edwar Technology Lab, LIPI dan masyarakat sekitar. Kepala Dinas Pertanian mengapresiasi dan mengucapkan terima kasih kepada seluruh jajaran KLHK (eks Pusat Penelitian dan Pengembangan Hasil Hutan) atas program aplikasi iptek arang terpadu untuk masyarakat di Kabupaten Simalungun dan berharap dapat mengaplikasikan teknologi ini pada lahan-lahan yang dimiliki (Gambar 14.12). Untuk memperdalam materi, masyarakat diajak melakukan praktik langsung pembuatan arang, asap cair dan arkoba (Gusmailina dkk, 2019b)



GAMBAR 14.12. Alih teknologi berlokasi di Balai Litbang Aek Nauli (Foto: Gusmailina dkk, 2019b)

9. Pesantren Muara Istiqomah, Kota Bogor

Pesantren Ummul Quro Muara Istiqomah, Bogor merupakan pesantren yang terletak di Desa Muara, Kota Bogor. Pesantren telah mendapat binaan dari KLHK (melalui eks Pusat Penelitian dan Pengembangan Hasil Hutan) pada tahun 2017 mengenai cara membuat arang kompos. Sampai saat ini pesantren Muara Istiqomah telah memproduksi Arkoba, baik digunakan sendiri (menanam sayuran) maupun untuk dijual (Gambar 14.13). Pada tahun 2019, pesantren Muara Istiqomah memperoleh hibah tungku produksi arang terpadu dari KLHK (eks Pusat Penelitian dan Pengembangan Hasil Hutan).



GAMBAR 14.13. Alih iptek Arang terpadu di pesantren Ummul Quro Muara Istiqomah, Bogor (Foto: Gusmailina dkk, 2019b)

10. IUPHHK-HA PT Wijaya Sentosa, Wasior, Papua Barat

PT. Wijaya Sentosa (PT. WS) memperoleh Izin Usaha Pemanfaatan Hasil Hutan Kayu pada Hutan Alam (IUPHHK-HA) di Kabupaten Teluk Wondama, Provinsi Papua Barat. Limbah kayu dari kegiatan perusahaan dioptimalkan dengan dibuat arang dan asap cair, sementara serasah dibuat kompos untuk dikembalikan lagi sebagai asupan unsur hara terutama karbon sehingga terjadi proses siklus karbon berkelanjutan. Tanaman di persemaian PT. WS pertumbuhannya kurang optimal karena terserang hama seperti jamur dan ulat. Penerapan Teknologi Arang Terpadu sangat tepat dalam rangka pemanfaatan limbah dan produk arang terpadu untuk peningkatan kualitas bibit tanaman baik di persemaian maupun di lapangan (Gambar 14.14). Dengan memproduksi arang kompos dan asap cair, PT. WS dapat mengurangi biaya pembelian pupuk dan pengendali hama kimia yang harganya relatif cukup tinggi (Gusmailina dkk, 2019b).



Gambar 14.14. Alih iptek arang terpadu di PT. Wijaya Sentosa (Foto: Gusmailina dkk, 2019b)

11. PT. Jati Dharma Indah Plywood Industries (PT JDIPI) Nabire, Papua

PT. JDIPI berada di Kabupaten Nabire, Provinsi Papua. PT. JDIPI mendapatkan ijin tebang tahunan sebesar 289.000 m³. Jika besaran limbah diasumsikan sebanyak 30%, maka akan terdapat limbah sekitar 86.700 m³. Limbah tersebut belum banyak dimanfaatkan oleh perusahaan dan masyarakat. Pemanfaatan limbah melalui Teknologi Arang Terpadu sangat tepat karena hasilnya akan digunakan untuk meningkatkan pertumbuhan, kualitas dan keberhasilan pembibitan dan tanaman pengkayaan (*replanting*). Kegiatan ini dilakukan pada tahun 2017 (Gambar 14.15). Keberhasilan teknologi ini lebih besar karena PT. DJIPI memiliki dana, SDM dan fasilitas, serta produk yang dihasilkan digunakan untuk meningkatkan pertumbuhan dan produktivitas tanaman, yang pada akhirnya akan mengurangi biaya pembelian pupuk dan pembasmi hama (Gusmailina dkk, 2019b).



GAMBAR 14.15. Alih iptek arang terpadu di PT. JDIPI (Foto: Gusmailina dkk, 2019b)

C. Keberhasilan Aplikasi Teknologi Arang Terpadu

Kegiatan alih teknologi iptek arang terpadu telah dilakukan di berbagai lokasi sebagaimana sebagian telah dikemukakan di atas. Secara umum kegiatan yang dilakukan berupa penyampaian materi dan praktik Teknologi Arang Terpadu serta penyerahan alat produksi.

Keberhasilan dan keberlangsungan dari hasil alih iptek arang terpadu sangat dipengaruhi oleh beberapa faktor diantaranya:

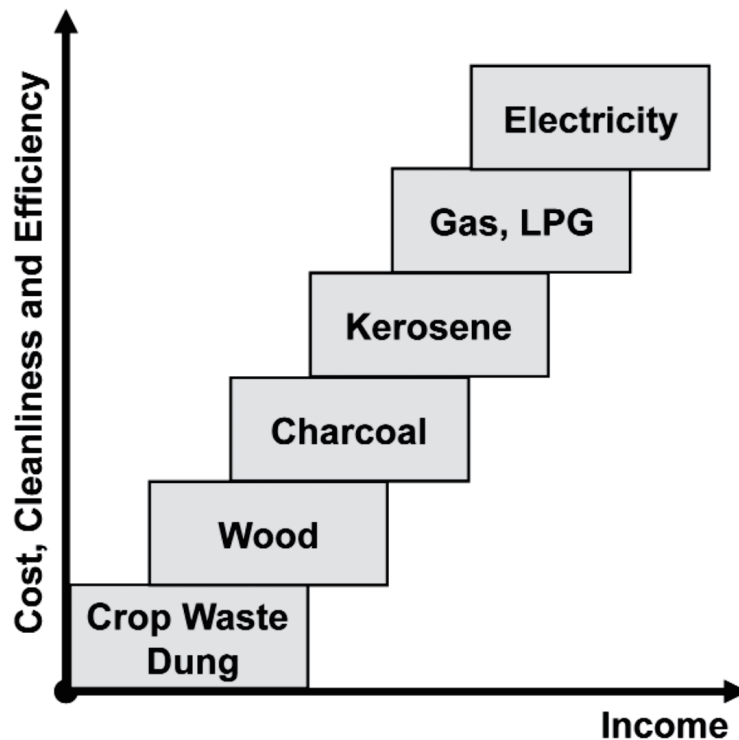
- 1) Pemilihan kelompok masyarakat yang benar-benar memiliki keinginan kuat untuk mengembangkan sendiri teknologi ini
- 2) Perlu dukungan *stakeholder* sehingga kelompok masyarakat selalu termotivasi
- 3) Teknologi Arang Terpadu walaupun sangat sederhana akan tetapi dalam pelaksanaannya memerlukan bimbingan dan pendampingan. Berdasarkan

pengalaman selama ini, masyarakat dapat mandiri atau berhasil setelah dilakukan pendampingan 3-5 tahun.

- 4) Untuk aplikasi Teknologi Arang Terpadu pada tanaman, sebaiknya di buat demplot percontohan sehingga masyarakat dapat melihat hasilnya secara nyata, yang pada akhirnya masyarakat akan tertarik dan menerapkan teknologi arang terpadu tersebut

D. Pembelajaran dari Briket Arang dan Kompor Biomassa/Tungku

Rumah tangga dengan tingkat pendapatan yang rendah cenderung menggunakan bahan bakar padat, seperti limbah pertanian dan kayu bakar sebagai sumber energinya. Penggunaan kayu bakar sebagai sumber energi memang relatif murah dan mudah, akan tetapi sangat tidak sehat dan tingkat efisiensinya rendah. Berdasarkan tingkatan energi pada Gambar 14.16, bahan bakar tersebut berada dalam posisi paling bawah.



Gambar 14.16. Hubungan penggunaan jenis bahan bakar dengan tingkat pendapatan dan tingkat kebersihan/kesehatan, efisiensi dan biaya (Holdren and Smith, 2000)

Penggunaan kayu sebagai bahan bakar tidak harus selalu identik dengan menebang pohon. Beberapa jenis pohon memiliki percabangan banyak dengan daya trubusan cepat, sehingga untuk memanen kayu bakar cukup dengan memotong ranting atau cabangnya. Dengan cara ini akan lebih menjamin kelestarian, menjaga penutupan lahan dan kontinuitasnya. Jenis-jenis yang memiliki trubusan tinggi diantaranya kaliandra, sonokeling, gamal, dan lamtorogung, sedangkan yang daya trubusannya sedang adalah johar, gmelina, dan sengon (Rostiwati dkk, 2006).

Kelemahan tungku bakar tradisional yang utama adalah tingkat efisiensinya yang rendah dan pembuangan asap tidak diatur. Perkembangan pembuatan tungku biomassa terus diarahkan agar memiliki efisiensi yang tinggi. Tungku memasak yang lebih baik telah terbukti mengurangi jumlah bahan bakar yang digunakan untuk memasak dan polusi udara yang dihasilkan di dapur. Dengan tungku tersebut secara langsung juga mengurangi penggundulan hutan dan polusi asap, serta menjadi faktor motivasi utama untuk penyebaran kompor masak yang lebih baik. Baru-baru ini, potensi kompor yang ditingkatkan untuk mengurangi efek pembakaran biomassa pada pemanasan global juga menjadi perhatian utama. Kebijakan pemerintah dalam pengembangan tungku sehat dan hemat energi ini sangat diperlukan.

Upaya diseminasi penggunaan tungku biomassa hemat energi telah dilakukan oleh unit kerja KLHK yang berada di daerah. Upaya penyebaran teknologi, informasi dan penggunaan tungku ini dilakukan juga oleh Lembaga Swadaya Masyarakat (LSM). Alih teknologi pembuatan tungku telah dilakukan, namun dalam pelaksanaannya tidak berkembang sebagaimana yang diharapkan. Jangkauan masuknya gas elpiji bersubsidi ke daerah-daerah terpencil merupakan salah satu faktor hambatan berkembangnya tungku biomassa hemat energi. Sekali lagi, diperlukan dukungan kebijakan pemerintah untuk menunjang keberhasilan penyebaran tungku sehat dan hemat energi. Keberhasilan penggunaan tungku tersebut memiliki *multiplier effect* positif. Pengembangan kayu bakar dengan tungku biomassa ramah lingkungan dan hemat energi dapat mendukung pengendalian laju deforestasi akibat pengambilan kayu dari hutan yang tidak terkendali. Bersamaan dengan program penanaman pohon juga akan menurunkan konsentrasi gas rumah kaca di atmosfer melalui penyerapan karbon dan tentunya juga akan menghasilkan oksigen untuk kehidupan, sehingga turut berperan dalam mengatasi pemanasan global atau perubahan iklim.

Pengembangan tungku ramah lingkungan dan hemat energi juga diarahkan pada penggunaan briket arang sebagai bahan bakarnya. Briket arang yang dibuat akan lebih baik menggunakan arang biomassa dibandingkan menggunakan briket dari batu bara. Isu lingkungan menjadi pendorong berkembangnya briket arang biomassa. Penggunaan briket arang sebagai sumber energi lebih banyak dimanfaatkan oleh rumah makan, hotel-hotel dan rumah tinggal. Kegunaannya untuk memasak, pemanggang dan penghangat ruangan. Hal tersebut menunjukkan bahwa briket arang dapat dianggap sebagai produk premium untuk masyarakat berpenghasilan menengah ke atas.

Untuk kewirausahaan briket arang ini tentunya perlu didukung oleh modal, teknologi dan aspek pemasaran yang kuat serta ketersediaan bahan baku. Industri briket arang sebenarnya cukup potensial terutama briket arang dari tempurung kelapa. Ekspor briket arang dari tempurung kelapa banyak diminati oleh konsumen luar negeri.

XV

PENGEMBANGAN KEWIRAUSAHAAN ARANG TERPADU

15.1. Pengantar

Modul ini mengemukakan beberapa peluang kewirausahaan dalam penerapan Teknologi Arang Terpadu.

15.2. Indikator Keberhasilan

Setelah mengikuti modul pelatihan ini peserta diharapkan memiliki pengetahuan dan gambaran mengenai peluang kewirausahaan dalam penerapan arang terpadu serta termotivasi untuk mengembangkan teknologi ini.

15.3. Pokok Bahasan

Informasi dan pembelajaran tentang peluang kewirausahaan dalam penerapan Teknologi Arang Terpadu, yang meliputi:

- a. Pengertian
- b. Strategi kewirausahaan terpadu
- c. Hasil aplikasi produk arang terpadu
- d. Pihak-pihak terkait
- e. Kesimpulan

15.4. Metode Penyampaian

Ceramah, tanya jawab, curah pendapat dan diskusi.

15.5. Alat Bantu Pembelajaran

Papan tulis, spidol, proyektor, layar/monitor, komputer/laptop, dan *flipchart*.

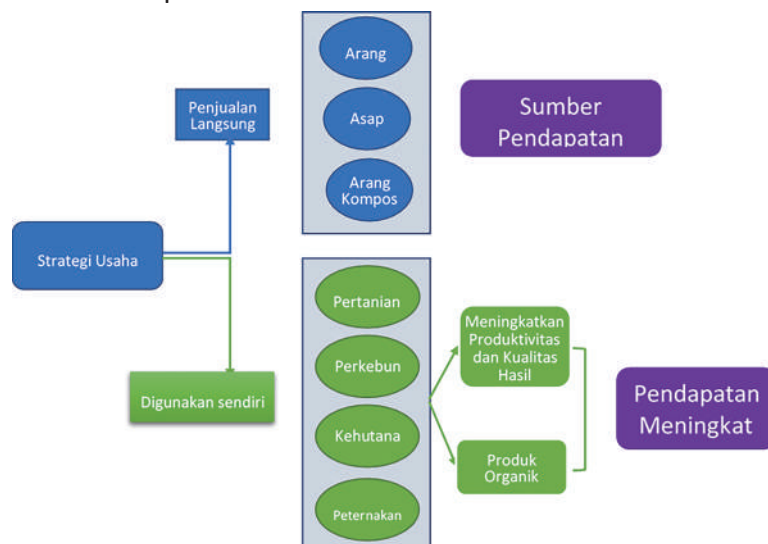
15.6. Uraian Materi

A. Pengertian

Kegiatan pembukaan lahan tanpa bakar melalui Teknologi Arang Terpadu dapat memberikan beragam manfaat. Melalui penerapan teknologi ini dapat dioptimalkan untuk pemanfaatan limbah biomassa dan lebih jauh mendukung upaya pencegahan kebakaran hutan. Teknologi ini dapat meningkatkan produktivitas lahan dan tanaman serta dapat dijadikan sebagai alternatif sumber pendapatan. Teknologi ini telah diterapkan pada lahan gambut dan tanah mineral.

Jenis usaha Teknologi Arang Terpadu dapat dilakukan secara langsung dan tidak langsung. Usaha yang dapat dilakukan secara langsung adalah dengan menjual produk Teknologi Arang Terpadu berupa asap cair, arang dan arang kompos. Untuk jenis usaha tidak langsung, diantaranya dengan memanfaatkan produk tersebut oleh masyarakat (digunakan sendiri) untuk keperluan budidaya tanaman, peternakan dan kesehatan.

Penjualan secara langsung produk arang terpadu memang sering kali terkendala dari segi aspek pemasaran terutama produk asap cair, karena merupakan produk yang belum banyak diketahui oleh masyarakat umum. Untuk produk arang, kompos dan arang kompos, pemasarannya relatif lebih mudah karena kedua produk tersebut sudah tidak asing lagi bagi masyarakat. Jenis kewirausahaan yang dapat dilakukan pada Teknologi Arang Terpadu dapat di sederhanakan sebagaimana skema pada Gambar 15.1.



Gambar 15.1. Skema kewirausahaan teknologi arang terpadu (Ilustrasi: Darmawan)

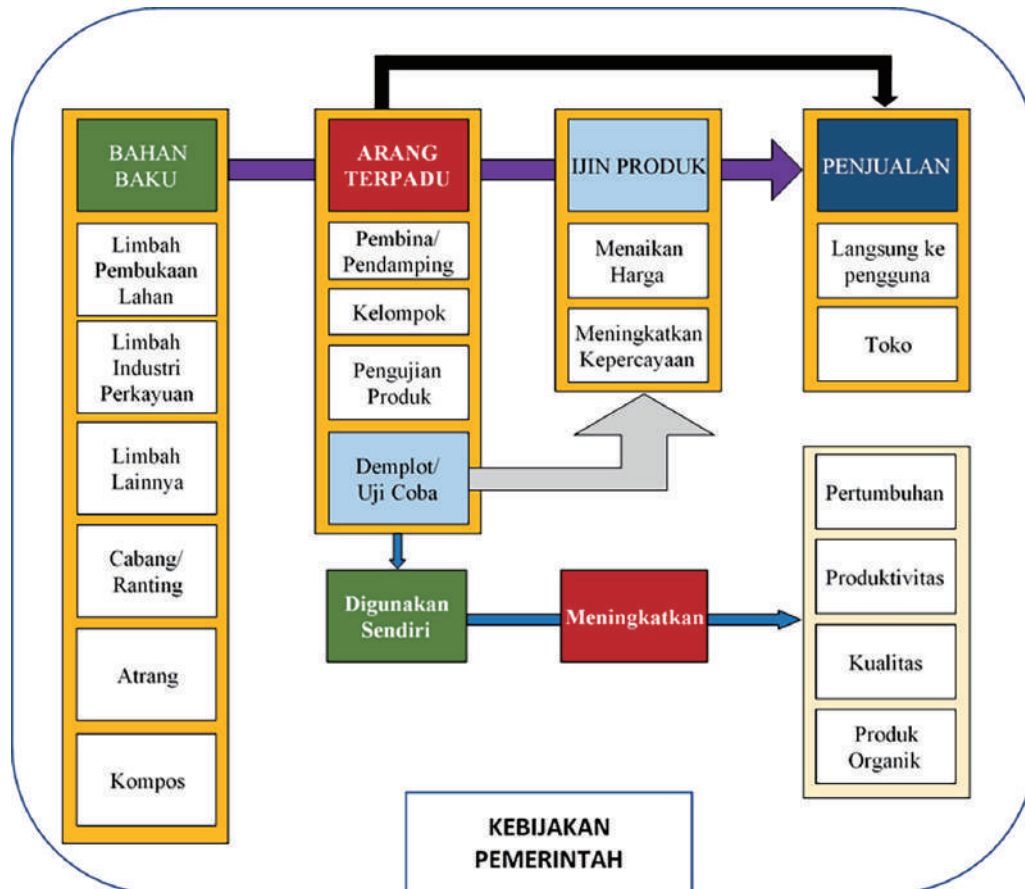
Apabila pemanfaatan secara langsung dirasakan sulit, maka produk arang terpadu dapat dipakai sendiri (pemanfaatan tidak langsung). Produk tersebut dapat berfungsi sebagai pengganti pupuk dan pembasmi hama kimiawi. Hal ini tentunya akan memberikan dampak positif karena sifatnya sebagai berikut:

- 1) Tidak mencemari lingkungan (bahan kimia)
- 2) Meningkatkan produktivitas lahan
- 3) Meningkatkan pertumbuhan tanaman
- 4) Meningkatkan produktivitas hasil
- 5) Meningkatkan kualitas hasil
- 6) Memperbaiki kualitas tanah
- 7) Menghasilkan produk organik
- 8) Ramah lingkungan
- 9) Penyimpan cadangan karbon
- 10) Mengatasi biaya mahal dan kelangkaan pupuk dan pembasmi hama di daerah yang sulit terjangkau

Kualitas tanah dari pengolahan lahan menggunakan arang, kompos dan asap cair akan lebih baik, berbeda apabila menggunakan bahan kimiawi yang justru akan merusak struktur tanah dan mencemari lingkungan. Hasil panen tanaman yang menggunakan produk arang terpadu juga tentunya akan lebih sehat dan memiliki harga jual lebih tinggi, karena merupakan produk organik.

Penggunaan asap cair oleh beberapa masyarakat sebagai campuran minuman pada ternak seperti bebek dan sapi dilaporkan dapat meningkatkan nafsu makan ternak dan memperbesar produktivitas anakan dan telur. Asap cair juga dapat digunakan untuk mengurangi bau pada kandang ayam dengan menyemprotkannya pada lantai kandang.

B. Strategi Kewirausahaan Terpadu



Gambar 15.2. Skema Kewirausahaan Asap Cair (Ilustrasi: Darmawan)

C. Hasil Aplikasi Produk Arang Terpadu

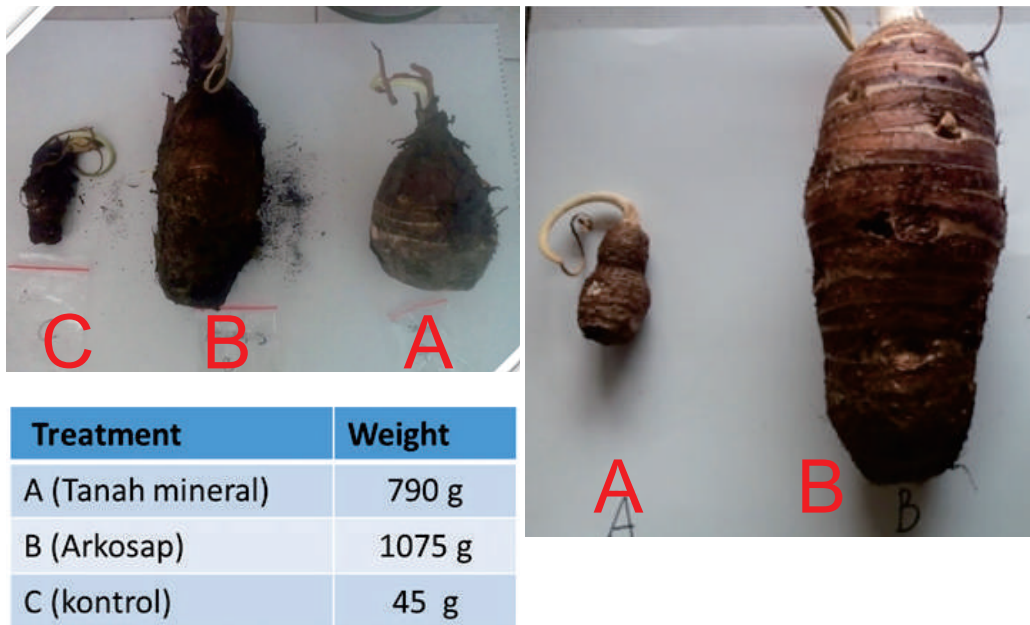
Arang terpadu telah diaplikasikan pada sektor sebagaimana ditunjukkan dari beberapa contoh di bawah ini. Penerapan Teknologi Arang Terpadu mampu meningkatkan produktivitas dan kualitas hasil.

1. KPHP Lakitan Bukit Cogong, Sumsel (Darmanan dkk, 2017)

Kegiatan revitalisasi lahan gambut melibatkan partisipasi aktif masyarakat untuk memberikan tambahan pendapatan melalui kegiatan *agroforestry* yaitu penanaman jagung, talas dan produk perlebahan madu, pakan ternak dan kayu energi dari turi/kaliandra. Pertumbuhan tanaman semusim di lahan gambut

dengan aplikasi arang terpadu menunjukkan hasil yang cukup baik. Tanaman jagung tumbuh baik tanpa terlihat adanya serangan hama penyakit. Dalam satu batang tanaman jagung dapat menghasilkan 2 sampai 3 bongkol buah jagung, dimana biasanya hanya menghasilkan 1 sampai 2 bongkol.

Tumbuhan penghasil minyak atsiri dalam hal ini jelutung, sereh wangi dan nilam yang menggunakan arang kompos dan asap cair menunjukkan pertumbuhan daun yang lebih lebat dengan kandungan senyawa aktif lebih tinggi dibandingkan kontrol. Hal ini tentunya akan meningkatkan nilai jual. Penggunaan arang kompos dan asap cair pada tanaman talas di lahan gambut memberikan hasil yang sangat baik. Lahan gambut yang miskin hara dan bersifat asam dapat menjadi lahan produktif, seperti budidaya tanaman talas, bahkan hasilnya kadang lebih baik dibandingkan budidaya sejenis di tanah mineral Gambar 15.3.



Gambar 15.3. Perbandingan umbi talas pada lahan gambut tanpa dan dengan teknologi arang terpadu, serta tanah mineral (Foto: Darmawan)

Hasil iptek arang terpadu yang telah diaplikasikan di KPHP Lakitan Bukit Cogong, didiseminasikan lebih lanjut pada lahan persawahan dan tanaman kelapa sawit. Penggunaan asap cair pada tanaman padi mampu meningkatkan hasil dan mengurangi biaya penggunaan bahan kimia (Tabel 15.4), serta produk yang dihasilkan berupa padi organik.

Tabel 15.1. Perbandingan pengolahan sawah konvensional/kimia dan asap cairteknologi arang terpadu, serta tanah mineral.

No.	Parameter	Penggunaan		Keterangan
		Kimia/ Konvensional	Asap Cair	
1.	Biaya (Rp.)	705.000	500.000 ²⁾	per ha; bahan kimia/asap cair
2.	Beras (ton)	2,84	3,89	per ha
3.	Bulir	Kosong	Isi	pangkal padi
4.	Hama: - Ulat bulu - Tikus - Wereng	- - Merubuhkan	Berkurang 90% Berkurang Tidak	Setelah disemprot

Keterangan: 1). Sumber: tim KPHP Lakitan Bukit Cogong Sumsel
2). Harga asap cair Rp. 20.000/l
3). Karung ukuran 100 kg

Penggunaan asap cair juga diterapkan pada tanaman kelapa sawit oleh tim KPHP Lakitan Bukit Cogong Sumsel. Hal ini dilakukan karena tanaman kelapa sawit umur 2 (dua) tahun menunjukkan pertumbuhan yang kurang baik, daun menguning dan tidak berbuah. Aplikasi asap cair yang disemprotkan pada daun hingga pelepah sebanyak dua kali dalam seminggu selama tiga bulan menunjukkan hasil yang baik (Gambar 15.4).

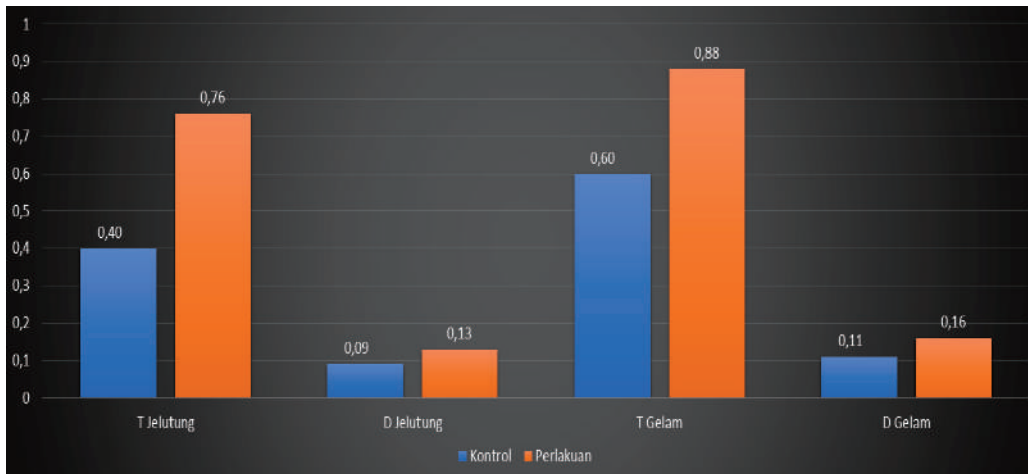


Gambar 15.4. Aplikasi asap cair pada tanaman kelapa sawit oleh Tim KPHP Lakitan BC (Foto: KPHP Lakitan BC)

2. Kabupaten Pulang Pisau, Kalimantan Tengah (Darmawan dkk, 2020)

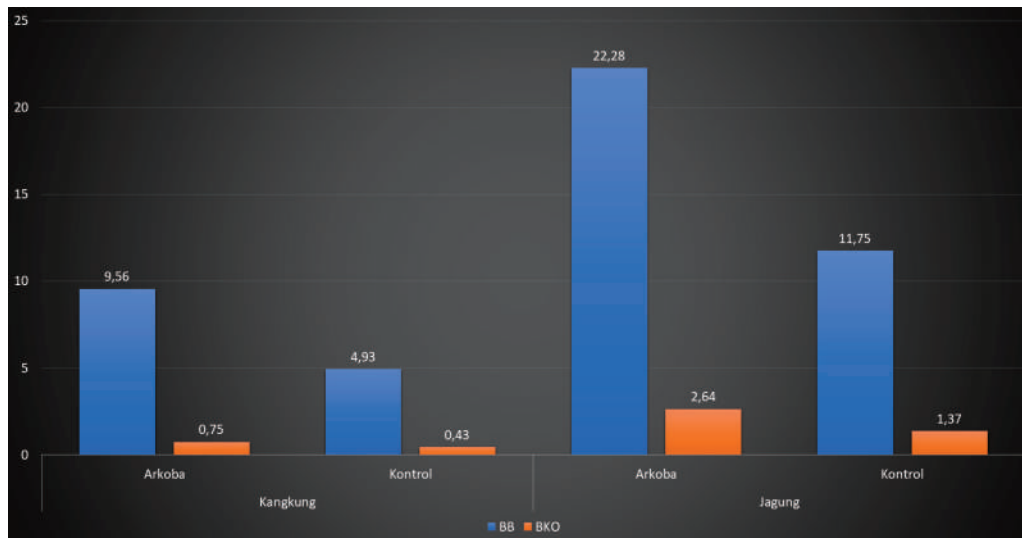
Kegiatan aplikasi arang terpadu di lokasi tersebut menunjukkan adanya peningkatan persentase pertumbuhan tinggi (T) dan diameter (D) pada tanaman

jelutung dan gelam yang lebih tinggi dibandingkan dengan kontrol (tanpa menggunakan produk arang terpadu), sebagaimana dapat dilihat pada Gambar 15.5.



Gambar 15.5. Persentase pertumbuhan tinggi (T) dan diameter (D) tanaman jelutung dan gelam dengan dan tanpa penggunaan arang kompos (umur 2 minggu penanaman)

Peningkatan biomassa juga terjadi pada penggunaan arang terpadu pada tanaman kangkung dan jagung dibandingkan dengan kontrol (Gambar 15.6.)



Gambar 15.6. Penambahan biomassa kangkung dan jagung (Sumber: Darmawan dkk, 2020)

Untuk proses pembuatan arang menggunakan drum, dalam satu hari dapat menghasilkan arang sekitar 9-18 kg dan asap cair 10-15 Liter. Besar kecilnya hasil dipengaruhi oleh kandungan air dan sifat bahan baku/biomassa (seperti berat jenis). Produksi arang dan asap cair merupakan pilihan. Apabila produksi asap cair yang diutamakan, maka hasil arang semakin sedikit, begitu juga sebaliknya. Dengan asumsi harga arang Rp. 2.000,- – 3.000,- per kg maka potensi pendapatan dalam satu bulan sekitar Rp. 720.000,- – 1.620.000,- per bulan. Sedangkan untuk asap cair dengan harga Rp. 20.000,- - 30.000,- per Liter, maka potensi pendapatannya sebesar Rp. 6.000.000,- - 13.500.000,- dalam satu bulan.

Data yang diperoleh dari petani yang mengelola demplot arang terpadu seluas 0,1 Ha, diperkirakan potensi produksi dan pendapatan dari tanaman semusim yang ditanam sebesar Rp. 4.805.000,-. Jika luasan yang dikelola petani seluas 1 Ha, maka petani akan memperoleh pendapatan sebesar Rp. 48.050.000,- dari hasil produksi tanaman semusim (kangkung, terong, jagung, cabe dan ketimun). Kelebihan lain dari semua produk tanaman ini yaitu dapat diberi label produk pangan organik karena tidak menggunakan pupuk dan pestisida kimia.



Gambar 15.7. Arang kompos produksi kelompok tani binaan Dishut Kab. Garut (Foto: Gusmailina)

3. Kabupaten Garut (Gusmailina dkk, 2015)

Aplikasi arang kompos di Kabupaten Garut sangat dirasakan manfaatnya oleh kelompok tani binaan. Dinas Kehutanan Kab. Garut (nomenklatur OPD sebelumnya) sendiri telah memproduksi arang kompos (Gambar 15.7.).



Gambar 15.8. Aplikasi teknologi arang kompos pada tanaman kol di Garut (Foto: Gusmailina)

Penggunaan arang kompos berpengaruh terhadap pertumbuhan tanaman baik di persemaian maupun di lahan Gerakan Rehabilitasi Lahan (Gerhan), dibandingkan dengan lahan Gerhan sebelumnya yang tidak menggunakan produk teknologi arang terpadu.



Gambar 15.9. Aplikasi Arang Kompos Bioaktif pada tanaman hias (Foto: Gusmailina)

Penerapan arang kompos pada tanaman kol juga mendapatkan hasil panen yang lebih baik, dengan produksi kol yang lebih besar dan lebih padat dengan kisaran berat 3-5 kg/buah. Selama ini hasil panen maksimum hanya 2 kg/buah (Gambar 15.8).



Gambar 15.10. Aplikasi arang kompos pada lahan Gerhan di Kab. Garut (Foto: Gusmailina)

Aplikasi arang kompos pada tanaman bunga memperlihatkan warna lebih cerah dan tajam serta lebih tahan lama, bahkan jika dibiarkan kelopak bunga sama sekali tidak rontok sampai kering (Gambar 15.9).

Pada lahan Gerakan Rehabilitasi Lahan (Gerhan) di Ranca Salak, rata-rata tinggi tanaman yang menggunakan arang kompos sekitar 6 m dengan diameter 15-20 cm, sedangkan yang tidak memakai arang kompos hanya setinggi 3 m (Gambar 15.10).

Pemakaian arang kompos pada tanaman tembakau memperlihatkan pertumbuhan yang sangat baik, dimana 3 (tiga) tanaman tembakau menghasilkan daun rajangan 750 gram, sedangkan kontrol hanya 300 gram. Lebar daun tembakau yang ditanam dengan arang kompos mencapai $60 \times 80 \text{ cm}^2$, sedangkan yang menggunakan pupuk yang biasa hanya $20 \times 30 \text{ cm}^2$. Penggunaan pupuk juga lebih efisien, hanya dibutuhkan arang kompos sebanyak 24 karung (ukuran karung 50 kg), sedangkan untuk pupuk biasa mencapai 40 karung. Waktu yang dibutuhkan untuk mengeringkan daun tembakau yang ditanam dengan arang terpadu lebih cepat dibandingkan yang tidak menggunakan arang terpadu. Selain itu, aroma rajangan daun tembakau yang ditanam dengan arang terpadu juga lebih tajam dibandingkan dengan aroma rajangan daun yang tidak memakai arang terpadu.

4. Kabupaten Cianjur

Penggunaan Teknologi Arang Terpadu di Kab. Cianjur menunjukkan hasil yang lebih baik pada beberapa jenis tanaman yang diamati di bandingkan dengan pengolahan pada umumnya (Gusmailina dkk, 2019b):

- a. Budidaya tanaman padi dengan menggunakan arang terpadu lebih tahan dari serangan hama penyakit, kualitas bulir gabah lebih besar dan berisi, jumlah anakan lebih banyak, struktur tanah lebih gembur, rendemen beras perkuintal gabah bisa mencapai 75%, dibanding dengan menggunakan pupuk kimia yang hanya sebesar 65%. Hasil panen per 0,1 ha yang menggunakan Teknologi Arang Terpadu sebanyak 627 kg, sedangkan kontrol 596 kg (Tabel 15.1.).

Tabel 15.2. Perbandingan sistem budidaya padi secara konvensional dan menggunakan arang kompos dan asap cair di Ciranjang dan Desa Sukaresmi

No	Parameter Jenis kegiatan	Demplot Ciranjang Th 2017		Demplot Sukaresmi Th 2018	
		Kimia/ blanko	Arkoba+ asap cair	Kimia/ blanko	Arkoba+ asap cair
1	Varietas	Ciherang	Ciherang	Pak Tiwi	Pak Tiwi
2	Tanam bibit	4-5 batang	2-3 batang	TABELA	TABELA
3	Pola pengairan	Tergenang	Macak-macak	Macak-macak	Macak-macak
4	Pengendalian H/P	Pestisida	Asap cair	Pestisida	Asap cair
5	Jumlah anakan	25-28	30-33	24-25	30
6	Produksi (kg/0,1 ha)	596	627	315	799,5
7	Harga jual (Rp/kg)	10.000	15.500	3.150.000	12.398.450
8	Hasil (Rp/ha)	29.800.000	49.600.000	31.000.000	62.000.000
9	Keuntungan (Rp/ha)		19.800.000		31.000.000

Keterangan: belum diperhitungkan biaya produksi karena dikerjakan sendiri oleh santri (Sumber: Gusmailina dkk, 2019b)

- b. Pada tanaman kopi Desa Sukaresmi terjadi penambahan tinggi selama 4 bulan yaitu 8,8 cm dan diameter 0,2 cm, sedangkan pada kontrol rata-rata penambahan tinggi hanya 4 cm dan tidak ada penambahan diameter batang.
- c. Hasil aplikasi arang terpadu di Ciloto (KPH Cianjur) pada tanaman sayuran menunjukkan produksi meningkat hingga 150 kg jika dibandingkan dengan pupuk biasa.
- d. Aplikasi produk arang terpadu pada jenis sengon, mahoni, rambutan dan durian di Desa Babakan Karet Kabupaten Cianjur memberikan peningkatan pertambahan tinggi dan diameter pohon sekitar 2-3 kali selama 4 bulan pengamatan dibandingkan dengan kontrol.

5. Kabupaten Sukabumi

Aplikasi arang terpadu dan asap cair juga telah diuji cobakan pada tanaman padi yang ditanam pada lahan huma. Hasil yang diperoleh mencapai 3,36 ton/ha, lebih tinggi dibanding produksi tanpa menggunakan Teknologi Arang Terpadu hanya sebanyak 3,3 ton/ha.

6. Muaro Jambi

Hasil penelitian pemanfaatan arang terpadu sebagai campuran media pertumbuhan anakan bulian (*Eusyderoxylon zwageri*) dan gaharu (*Aquilaria malaccensis*) berpengaruh nyata. Pertambahan tinggi dan diameter anakan meningkat masing-masing mencapai 2,2 dan 1,6 kali lebih baik dibanding dengan kontrol (Gusmailina dkk, 2015).

7. Jawa Tengah

Aplikasi arang terpadu sebagai campuran media tumbuh anakan jati di KRPJ Jembolo Utara (Jawa Tengah) selama 4 bulan menunjukkan bahwa pemberian arang terpadu meningkatkan tinggi dan persen hidup sebesar 100 % (Komarayati dkk, 2000).

8. Kabupaten Bogor

Di Desa Karyasari, Kabupaten Bogor, produksi arang terpadu lebih difokuskan untuk memacu produktivitas daun murbei untuk budidaya ulat sutera. Selain itu, arang terpadu juga diaplikasikan pada budidaya nilam, pepaya, dan tanaman *Melaleuca bracteata*. Hasil yang diperoleh sangat meyakinkan, karena hanya dengan memberi Arkoba 0,5 kg/rumpun pada tanaman murbei yang berumur 10 bulan, jumlah daun murbei meningkat lima kali lipat, selain itu juga meningkatkan kualitas benang sutera yang dihasilkan (Gusmailina dkk, 2015).

9. Kabupaten Kuningan

Pemberian arang terpadu pada nilam menghasilkan tanaman yang lebih kuat, daun lebih lebar dan mengkilat dengan warna lebih cerah dan tajam. Penggunaan arang terpadu juga berpengaruh terhadap rendemen minyak nilam yaitu 3-4,5%, sedangkan yang ditanam tanpa menggunakan arang terpadu berkisar 2-2,3%. Hasil ini menunjukkan bahwa arang terpadu dapat meningkatkan produktivitas nilam dan kualitas minyak yang dihasilkan (Gusmailina dkk, 2015).

D. Pihak-Pihak yang Terkait dengan Pengembangan Kewirausahaan Arang Terpadu

Dalam proses pengembangan kewirausahaan arang terpadu melibatkan beberapa instansi, diantaranya:

- 1) Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan (eks Pusat Penelitian dan Pengembangan Hasil Hutan)
- 2) Dinas Kehutanan
- 3) Dinas Pertanian
- 4) Dinas Perikanan
- 5) Dinas Peternakan
- 6) Dinas Lingkungan Hidup
- 7) Dinas Perindustrian
- 8) Dinas Koperasi dan/atau Usaha Mikro, Kecil dan Menengah (UMKM)

E. Kesimpulan

Kewirausahaan berbasis teknologi arang terpadu sangat sederhana dan prospektif. Limbah biomassa yang selama ini belum dimanfaatkan secara tepat, justru dapat menjadi sumber tambahan penghasilan masyarakat. Pendapatan dapat diperoleh melalui penjualan produk arang, arang kompos dan asap cair atau dari peningkatan hasil dan kualitas produk yang dipanen. Selain itu juga, yang tidak kalah penting adalah dapat mengurangi peluang terjadinya kebakaran hutan dan lahan akibat dari limbah/biomassa yang tidak dikelola dengan baik. Aplikasi produk ini juga tidak terbatas hanya untuk budidaya tanaman tetapi dapat dikembangkan untuk penggunaan lain.



<https://equatornusantara.blogspot.com>

XVI

PENUTUP

Penyiapan lahan dengan membakar sudah dilakukan oleh masyarakat sejak lama (nenek moyang kita). Aturan adat setempat yang kuat mampu mengendalikan kebakaran secara luas. Kedisiplinan dan ketaatan masyarakat serta kondisi lahan pada saat itu juga merupakan salah satu faktor pendukung. Dibalik pembukaan lahan dengan membakar, terdapat klaim dampak positif yang diperoleh. Pembakaran biomassa pada lahan meninggalkan arang dan abu serta mematikan beberapa hama penyakit. Arang dan abu dapat meningkatkan kualitas tanah dan kesuburan lahan. Arang yang tersimpan dalam tanah dalam jangka waktu panjang dapat mempertahankan daya dukung lahan untuk budidaya.

Seiring berjalannya waktu, pembukaan lahan dengan pembakaran terkendali sulit dilakukan. Kondisi lingkungan yang berubah, aturan adat, ketaatan dan kedisiplinan yang sudah tidak seperti dahulu, menyebabkan pembukaan lahan dengan membakar menjadi sulit dikendalikan. Pemanfaatan lahan gambut untuk tujuan budidaya juga semakin luas. Kondisi lahan gambut sangat berbeda dengan lahan mineral (lahan kering). Biomassa di bawah permukaan lahan gambut merupakan bahan yang mudah terbakar. Api dapat menjalar ke bagian dalam lahan gambut dan kebakaran menjadi meluas. Pembukaan lahan dengan cara membakar pada lahan gambut sangat berisiko menyebabkan kebakaran yang tidak terkendali.

Untuk menghindari kebakaran hutan dan lahan akibat pembukaan lahan, maka pemerintah melarang membuka lahan dengan cara membakar. Penyiapan Lahan Tanpa Bakar (PLTB) merupakan suatu upaya yang perlu terus dilakukan. Pemahaman mengenai informasi, aturan dan teknik PLTB harus ditingkatkan. Dalam diseminasi kegiatan PLTB ini banyak pihak perlu dilibatkan, tidak hanya masyarakat di tingkat tapak, tetapi juga stakeholder dalam arti luas sebagai pengambil kebijakan, pengawasan, penyusun program dan peraturan yang diperlukan. Pelibatan pihak swasta pun perlu juga dilakukan. Mereka dapat

mengambil peran dalam pendampingan, mendukung pemasaran, pembiayaan melalui program *Corporate Social Responsibility (CSR)*, semisal dalam bentuk pendampingan atau bantuan pembiayaan, bahkan dapat terlibat langsung sebagai pelaksana PLTB dan sebagai pelaku usaha dari penerapan PLTB.

Teknologi Arang Terpadu menjadi salah satu strategi dalam menyiapkan lahan tanpa bakar. Teknologi ini menghasilkan produk berupa arang, kompos, arang kompos dan asap cair (Arkosap) dengan aplikasi teknologi yang cukup sederhana. Biomassa pada lahan dapat dijadikan sebagai sumber bahan baku pembuatan arkosap. Penyebarluasan informasi Teknologi Arang Terpadu sudah dilakukan di beberapa media dan diterapkan di beberapa lokasi yang tersebar di Indonesia.

Untuk mendukung keberhasilan dari penerapan Teknologi Arang Terpadu dalam Penyiapan Lahan Tanpa Bakar (PLTB) ini terdapat beberapa hal yang perlu dilakukan (*exit strategy*), diantaranya:

1. Sosialisasi dan alih iptek Teknologi Arang Terpadu diperluas ke beberapa lokasi
2. Perlu dilakukan pendampingan kepada masyarakat atau kelompok masyarakat yang menerapkan kegiatan ini. Berdasarkan pengalaman sebelumnya, keberhasilan penerapan Teknologi Arang Terpadu ini perlu pendampingan teknis di lapangan paling sedikit selama 4 (empat) tahun. Hal ini dilakukan karena masyarakat baru mengenal Teknologi Arang Terpadu dan terdapat hal-hal teknis yang belum dipahami secara mendalam melalui kegiatan pemaparan materi dan pelatihan. Merubah pola kebiasaan budidaya sebelumnya oleh masyarakat untuk beralih ke penerapan Teknologi Arang Terpadu juga bertahap dan memerlukan waktu.
3. Pembuatan percontohan atau demplot dengan menggunakan arkosap perlu dilakukan. Pembuktian langsung di lapangan dengan penerapan Teknologi Arang Terpadu dan membandingkannya dengan teknik budidaya yang biasa dilakukan oleh masyarakat merupakan bukti nyata yang dapat dilihat. Keberhasilan penggunaan arkosap di demplot tentu akan menyakinkan dan mendorong masyarakat untuk menerapkan teknologi ini.
4. Sejauh ini pola pikir untuk menjual langsung produk arkosap lebih dominan dibandingkan dengan memanfaatkannya langsung untuk tujuan budidaya. Dengan demikian, dominansi pola pikir tersebut perlu dirubah dengan memanfaatkan arkosap langsung untuk budidaya. Tambahan pendapatan dapat diperoleh dari penjualan produk atau hasil budidaya dan melalui usaha lain yang memanfaatkan lahan budidaya seperti pengembangan usaha produktif lainnya, semisal lebah madu atau budidaya ikan.

5. Pemanfaatan arkosap menghasilkan produk organik. Pengolahan dan hasil proses organik ini perlu strategi dalam hal pemasaran. Produk organik ini berpeluang memiliki nilai jual yang lebih tinggi.
6. Pengembangan lebih lanjut penggunaan arkosap secara luas memerlukan intervensi kebijakan, salah satunya adalah bagaimana produk arkosap (organik) ini dapat diterapkan baik sebagai bahan substitusi maupun komplementer dari produk kimia.
7. Pendamping selama penerapan Teknologi Arang Terpadu dapat dilakukan oleh mereka yang telah menguasai teknologi ini, seperti masyarakat, kelompok masyarakat, Unit Pelaksana teknis (UPT), tenaga fungsional (penyuluh, Manggala Agni, Masyarakat Peduli Api/MPA) dan lainnya. Penguasaan Teknologi Arang Terpadu dapat diperoleh melalui kegiatan *Training of Trainee* (TOT) atau para pihak yang telah berhasil menerapkannya.
8. Dalam penyusunan program dan anggaran sebaiknya dilakukan secara terpadu dengan melibatkan beberapa sektor dan dalam jangka waktu beberapa tahun (*multi years*) untuk menjamin keberlanjutannya.
9. Memperkuat aspek komersialisasi melalui peningkatan kemampuan Sumber Daya Manusia (SDM) dan jaringan pasar
10. Melibatkan peran aktif pihak swasta dalam pengembangan Teknologi Arang Terpadu.

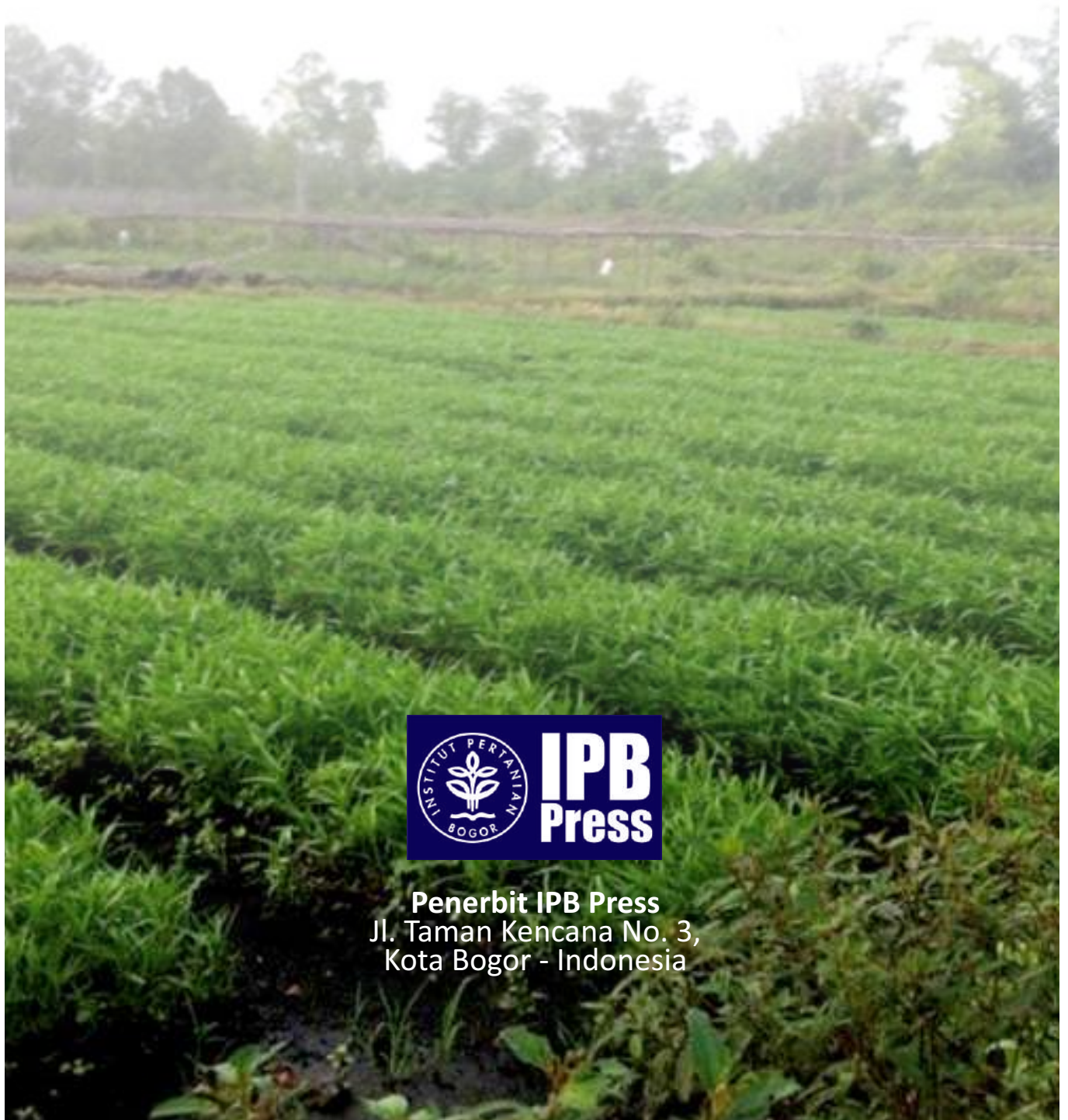
DAFTAR PUSTAKA

- Adhi, R.K. 2012. Biochar Sang Pembengah Tanah. Kementerian BPPSDM. Situs web Widyaiswara Pertanian. Jakarta.
- Arstein, S.R. 2007. A Ladder of Citizen Participation. *Journal of The American Institute of Planners*,35:4: 216-224.
- Bantara, I. 2019. Kompos Blok Untuk Rehabilitasi Lahan Eks Tambang. agroindonesia.go.id.
- BPLHK Banjarbaru. 2019. Pemanfaatan Bahan Organik Lahan Menjadi Kompos Blok untuk Mendukung Penyiapan Lahan Tanpa Bakar (11 september 2019). Diakses 14 april 2021. <https://foreibanjarbaru.or.id>
- Budiningsih, K. 2020. Desa Garda Terdepan Pencegahan Karhutla. *Kabar Alam*: 17 Desember 2020.
- Conyers, Diana. 1994. *Perencanaan Sosial di Dunia Ketiga: Suatu Pengantar*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press
- Claridge, T., 2004. Designing social capital sensitive participation methodologies. *Report, Social Capital Research, Brisbane, Australia*.
- Darmawan dkk. 2017. Pilot Project Implementasi Arang Terpadu di Lahan Gambut. Laporan Kegiatan Kerjasama Puslitbang Hasil Hutan, Badan Restorasi Gambut dan KPHP Lakitan Bukit Cogong. Pusat Penelitian dan Pengembangan Hasil Hutan.
- Darmawan dkk. 2020. Implementasi Iptek Arang Terpadu Dalam Pengembangan Sistem Budidaya Gambut oleh Masyarakat untuk Pemenuhan Kebutuhan Pangan dan Sumber Pendapatan Alternatif. Laporan Kegiatan Kerjasama Puslitbang Hasil Hutan dan Universitas Palangkaraya. Pusat Penelitian dan Pengembangan Hasil Hutan.
- Gusmailina, Gustan Pari dan Sri Komarayati. 2002. Pedoman pembuatan arang kompos. Pusat Penelitian dan Pengembangan Teknologi hasil Hutan. Badan Penelitian dan Pengembangan Kehutanan. Bogor. ISBN: 979-3132-27
- Gusmailina. 2007. Pembuatan arang dan arang kompos dari limbah PLTB. Makalah pada Acara Gelar Teknologi PLTB (Penyiapan Lahan Tanpa Bakar). Kerjasama Puslitbang Hutan Tanaman dan Balai Penelitian Kehutanan Palembang. Nopember 2007
- Gusmailina. 2007. Mengeliminasi kemungkinan kegagalan GERHAN melalui teknologi dan aplikasi arang kompos bioaktif. Buku panduan dalam rangka pelatihan peningkatan kualitas arang kompos bioaktif di Kabupaten Garut. Kerjasama Dinas Kehutanan Kab Garut dengan KopKar GEPAK Wira Satria Sejati. Desember 2007.

- Gusmailina, Sri Komarayati dan G. Pari. 2007. Pengembangan teknologi arang kompos bioaktif di TPA (Tempat Pembuanagan Akhir) dalam rangka pengurangan dampak pemanasan global. Makalah pada seminar MAPEKI. Fakultas Kehutanan, Universitas Tanjung Pura. Kalimantan.
- Gusmailina, Sri Komarayati dan G. Pari. 2015. Buku Membangun kesuburan lahan dengan arang. Pusat Penelitian dan Pengembangan Hasil Hutan. Badan Litbang dan Inovasi Kementerian LHK. Bogor.
- Gusmailina, Pari, G. & Komarayati, S. (2016). Laporan Hasil Kegiatan Pengembangan 2016. Pusat Penelitian dan Pengembangan Hasil Hutan
- Gusmailina, Sri Komarayati, G. Pari dan N. Jaojah. 2017. Demonstrasi Plot (Demplot) percontohan Arkoba + Asap Cair dari Sampah Organik pada lahan padi di Desa Kertajaya, Ciranjang, Kabupaten Cianjur. Forpro. Majalah Ilmiah Populer Bidang Keteknikan Kehutanan dan Pengolahan Hasil Hutan. Vol. 6 No.1. Edisi Juni 2017. Pusat Litbang Hasil Hutan, Bogor.
- Gusmailina, Sri Komarayati, G. Pari & D. Hendra. 2017. Teknologi Arang Terpadu. makalah pada Acara Alih Iptek Arang Terpadu, Kerjasama Forum Komunikasi Peneliti dengan Wydiaiswara, Penyuluh dan Guru SKMA di Pusat Diklat Kehutanan. Bogor, April 2017.
- Gusmailina dkk, 2019a. Bunga Rampai: Pengembangan Hasil Hutan Bukan Kayu Indonesia untuk Mendukung Sustainable Development Goals. IPB Press. Bogor
- Gusmailina, Gustan pari, S. Komarayati, NA Saputra & A Taufik Hidayat. 2019b. Buku Sosialisasi Teknologi Arang Terpadu di Indonesia. Penerbit. IPB Press. Bogor
- Hagner, M. 2013. Potential of the slow pyrolysis products birch tar oil, wood vinegar and biochar in sustainable plant protection-pesticidal effects, soil improvement risks. Departement of Environmental of Helsinki, Lahti. Finland (Thesis).
- Hairiah K, Sardjono MA, Sabarnurdin S. 2003. Pengantar Agroforestri. ICRAFT. Bogor.
- Hendra, 2007. Teknologi Tepat Guna Pembuatan Arang, Briket Arang dan Tungku Hemat Energi. Pusat Penelitian dan Pengembangan Hasil Hutan
- Holdren, J. P., Smith, K. R., Kjellstrom, T., Streets, D., Wang, X., & Fischer, S. (2000). Energy, the environment and health. *New York: United Nations Development Programme.*
- Joosten, H. 2020. Berkelana mengarungi ilmu pengetahuan gambut tropis dan ekosistem gambut sub tropis.
- Kato, T., Osaki, M., Tsuji, N., and Silsigia, S. 2020. Principles of Eco-Management in a Large-Scale Ecosystem of Tropical Peatland. Tropical peatland eco management. editor Osaki, M., Tsuji, N., Foad, N., and Rieley, J. (editor). Springer

- Komarayati, S. Gusmailina, G. Pari dan H. Pari. 2000. Aplikasi arang kompos sebagai campuran media tumbuh anakan jati di KRPH Jembolo Utara, Jawa Tengah. Laporan Gelar Teknologi. Pusat Litbang Hasil Hutan. Bogor.
- Komarayati, S. Gusmailina dan G. Pari. 2002. Pembuatan kompos dan arang kompos dari serasah dan kulit kayu tusam. Buletin Penelitian Hasil Hutan. Vol. 20 No. 3. Halaman 231 – 242. Bogor.
- Komarayati, S & Gusmailina. 2014. Rahasia dibalik asap cair. *Makalah poster pada Seminar Hasil Penelitian PUSTEKOLAH* di Bogor, Nopember 2014.
- Muhammad Noor, Masganti, Fahmudin Agus. 2016. Pembentukan dan Karakteristik Gambut Tropika Indonesia. 6-32. Lahan Gambut Indonesia: Pembentukan, Karakteristik dan Potensi Mendukung Ketahanan Pangan. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian. Penyunting Fahmudin Agus, markus Anda, Ali Jamil dan Masganti. IAARD Press. Jakarta.
- Noor, M. (2001). Pertanian lahan Gambut, Potensi dan Kendala. Yogyakarta: Kanisius.
- Nugraha, RP., Fauzi, A., dan Ekayani, M. (2019). Analisis Kerugian Ekonomi pada Lahan Gambut di Kecamatan Pusako, dan Kecamatan Dayun, Kabupaten Siak, Provinsi Riau. *Journal of Agriculture, Resource, and Environmental Economics* JAREE 2 (1-14)
- Okimori, Y. Ogawa M. and Takahashi, F. 2021. Biochar carbon sink - implementation in south Sumatra, Indonesia. <http://www.biochar.org/joomla>
- Osaki, M., Kato, T., Kohyama, T., Takahashi, H., Haraguchi, A., Ya be, K., Tsuji, N., Shiodera, S., Rahajoe, J.S., Atikah, T.K., Oide, A., Matsui, K., Wetadewi, R.I., and Silsigia, S. 2020. Basic Information About Tropical Peatland Ecosystems. *Tropical peatland eco management*. editor editor Osaki, M., Tsuji, N., Foad, N., and Rieley, J. (editor). Springer
- Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Nomor P.32/MENLHK/SETJEN/KUM.1/3/2016 tentang Pengendalian Kebakaran Hutan dan Lahan
- Peraturan Pemerintah Nomor 92 tahun 2020 tentang Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan.
- Peraturan Pemerintah Nomor 21 tahun 2021 tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup
- Peraturan Pemerintah Nomor 23 tahun 2021 tentang Penyelenggaraan Kehutanan
- Peraturan Presiden Nomor 1 tahun 2016 tentang Badan Restorasi Gambut
- Peraturan Presiden Nomor 120 tahun 2020 tentang Badan Restorasi Gambut dan Mangrove
- Rahimah, D.S. 2014. Asap usir elmaut. *Trubus*, no. 536, Juli 2014/XLV.

- Rostiwati, T., Heryati, Y., & Bustomi, S. 2006. *Review hasil penelitian kayu energi dan turunannya*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Hutan Tanaman, Badan Penelitian dan Pengembangan Kehutanan. nSinar Tani.
- Sinar Tani. 2010. Cuka kayu penyubur dan penguat tanaman. *Sinar Tani. Membangun Kemandirian Agribisnis*. Diakses tanggal 21 Nopember, 2010. Jakarta.
- Syaufina, L. 2008. Kebakaran Hutan dan Lahan di Indonesia: Perilaku Api, Penyebab dan Dampak Kebakaran. Malang (ID). Bayumedia.
- Tata, H dan Susmianto, A. 2016. Prospek Paludikultur Ekosistem Gambut Indonesia. Forda Press. Bogor.
- Undang-undang Nomor 41 tahun 1999 tentang Kehutanan
- Undang-undang Nomor 32 tahun 2009 tentang Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup
- Undang-undang Nomor 39 tahun 2014 tentang Perkebunan
- Undang-undang Nomor 11 tahun 2020 tentang Cipta Kerja
- Wahyunto, K. Nugroho, F. Agus. 2016. Perkembangan Pemetaan dan Distribusi Lahan Gambut di Indonesia. 33-60. Lahan Gambut Indonesia: Pembentukan, Karakteristik dan Potensi Mendukung Ketahanan Pangan. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian. Penyunting Fahmudin Agus, markus Anda, Ali Jamil dan Masganti. IAARD Press. Jakarta
- Wasis, B., Saharjo, B. H., dan Waldi R.D. 2019. Dampak kebakaran hutan terhadap flora dan sifat tanah mineral di kawasan hutan Kabupaten Pelalawan Provinsi Riau. *Jurnal Silvikultur Tropika*. Volume 10 (1): 40-44
- Wichtmann W, Joosten H. (2007). Paludiculture: peat formation and renewable resources from rewetted peat lands. *IMCG-Newslett* 3:24–28
- Wichtmann W, Schröder C, Joosten H. (2016). Paludiculture productive use of wet peatlands. In: *Climate protection biodiversity regional economic benefits*. Schweizerbart Science Publishers, Stuttgart, p 272
- Yatagai. 2002. *Utilization of charcoal and wood vinegar in Japan*. Graduate School of Agricultural and Life Sciences, The University of Tokyo.



Penerbit IPB Press
Jl. Taman Kencana No. 3,
Kota Bogor - Indonesia



Direktorat Jenderal Pengendalian Perubahan Iklim,
Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan, Indonesia

International Tropical Timber Organization

ISBN 978-623-98589-0-2



9 786239 858902

