

ROAD MAP PENELITIAN DAN PENGEMBANGAN LAHAN KERING



BADAN PENELITIAN DAN PENGEMBANGAN PERTANIAN
KEMENTERIAN PERTANIAN

2014



ROAD MAP PENELITIAN DAN PENGEMBANGAN LAHAN KERING

Tim Penyusun

Prof. Dr. Irsal Las
Prof. Dr. Fahmuddin Agus
Dr. Dedi Nursyamsi, M.Agr
Dr. Edi Husen, MSc
Ir. Teddy Sutriadi, M.Si
Dr. Wiratno, M.Env
Dr. Haris Syahbuddin, DEA
Dr. Ali Jamil
Ir. Sofyan Ritung, M.Sc
Ir. Anny Mulyani, MS
Ir. Rahmat Hendrayana, MS
Dr. Ai Dariah
Dr. Erna Suryani
Dr. Yiyi Sulaeman, M.Sc
Dr. Neneng L. Nurida
Dr. Popi Rejekiningrum

Diterbitkan tahun 2014 oleh:
Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Sumberdaya Lahan Pertanian
Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian
Kementerian Pertanian

Jl. Tentara Pelajar No. 12 Kampus Penelitian Pertanian, Cimanggu Bogor 16114
Telp. (0251) 8323012, Fax. (0251) 8311256
email: bbsdlp@litbang.pertanian.go.id website: bbsdlp.litbang.pertanian.go.id

Sumber dana: DIPA BBSDLP TA 2014

ISBN 978-602-1280-76-8

KATA PENGANTAR

Eksistensi lahan kering di Indonesia memiliki peran strategis mendukung pembangunan menuju pertanian bioindustri berkelanjutan. Peran strategis lahan kering tersebut ditunjukkan antara lain oleh potensi areal yang luas, adanya peluang untuk meningkatkan nilai tambah melalui pengembangan komoditas komersial (perkebunan, hortikultura dan peternakan), dapat mengkompensasi produksi pertanian karena lahannya terdegradasi, dan karena konversi lahan.

"Road Map Penelitian dan Pengembangan Lahan Kering Mendukung Pertanian Bioindustri Berkelanjutan" disusun untuk memberikan arahan secara koseptual dan komprehensif berlandaskan tag line Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian "Science. Innovation. Networks", serta memuat bahasan antara lain: (1) potensi, karakteristik dan permasalahan lahan kering; (2) state of the art pengembangan IPTEK lahan kering; (3) arah, strategi, dan road map penelitian dan pengembangan lahan kering; dan (4) konsep dan strategi pengembangan lahan kering untuk mendukung pembangunan pertanian bioindustri berkelanjutan.

Buku ini diharapkan dapat menjadi salah satu pedoman serta arahan dalam perencanaan dan pelaksanaan dan pengembangan pertanian lahan kering dalam mendukung pembangunan pertanian, pemantapan ketahanan pangan, dan energi, serta perbaikan kualitas lingkungan.

Terima kasih saya sampaikan kepada tim peneliti dan semua pihak yang telah berkontribusi dalam penerbitan buku ini.

Jakarta, Desember 2014

Kepala Badan Penelitian dan
Pengembangan Pertanian,

Haryono

DAFTAR ISI

	Halaman
KATA PENGANTAR	i
DAFTAR ISI.....	iii
DAFTAR TABEL.....	v
DAFTAR GAMBAR	vii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xi
RINGKASAN EKSEKUTIF.....	xi
1. PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Arah dan Lingkup Road Map.....	2
1.3. Maksud dan Tujuan Penyusunan Road Map	3
2. POTENSI DAN PELUANG PENGEMBANGAN LAHAN KERING.....	5
2.1 Karakteristik Sumberdaya Lahan dan Sosial Ekonomi	5
2.1.1 Lahan.....	5
2.1.2 Air dan Hidrologi	7
2.1.3 Sosial Ekonomi.....	8
2.2 Sebaran dan Potensi.....	10
2.2.1 Luas dan Sebaran.....	10
2.2.2 Penggunaan Lahan Kering.....	11
2.2.3 Potensi Lahan Kering.....	13
2.3 Permasalahan Sumberdaya Lahan dan Sosial Ekonomi	16
2.3.1 Permasalahan Sumberdaya Tanah Lahan Kering	16
2.3.2 Permasalahan Sumberdaya Air Lahan Kering.....	17
2.3.3 Permasalahan Sosial Ekonomi di Lahan Kering	18
2.3.4 Permasalahan Lingkungan di Lahan Pertanian	19
2.4 Peluang Pengembangan	20
3. STATUS PENELITIAN DAN PENGEMBANGAN PERTANIAN LAHAN KERING	23
3.1 Dinamika Penelitian dan Pengembangan Lahan Kering.....	23
3.1.1 Program Litbang Pertanian Lahan Kering Periode Tahun 1980-1990-an	23
3.1.2 Program Litbang Pertanian Lahan Kering Periode Tahun 2000-sekarang.....	25
3.2 Inovasi Teknologi Lahan Kering.....	27
3.2.1 Pengelolaan Hara dan Pemupukan.....	27
3.2.2 Teknik Konservasi dan Rehabilitasi Lahan	27
3.2.3 Pengelolaan Sumberdaya Air dan Hidrologi	28
3.3 Inovasi Teknologi Berbasis Komoditas, Alat dan Mesin, serta Pasca Panen	28
3.3.1 Tanaman Pangan	28
3.3.2 Tanaman Perkebunan	29
3.3.3 Tanaman Hortikultura	30

3.3.4	Peternakan.....	30
3.3.5	Alat dan Mesin Pertanian	31
3.3.6	Pasca Panen.....	31
3.4	Litkajibangrap Lahan Kering.....	31
3.5	Sosial Ekonomi dan Kelembagaan	32
3.6	Gap Teknologi	34
4.	ARAH DAN STRATEGI PENELITIAN DAN PENGEMBANGAN LAHAN KERING	37
4.1	Konsep dan Kerangka Pemikiran	37
4.2	Arah dan Sasaran Penelitian dan Pengembangan Lahan Kering	38
4.3	Strategi Penelitian dan Pengembangan Lahan Kering.....	39
4.3.1	Identifikasi dan Evaluasi Sumberdaya Lahan Kering.....	40
4.3.2	Identifikasi dan Perakitan Teknologi Berbasis <i>bioscience-bio-engineering</i>	40
4.3.3	Pengembangan <i>networking</i> litbang	40
4.3.4	Penelitian dan Pengembangan untuk Keberlanjutan Produksi dan Perbaikan Sosial Ekonomi	41
4.3.5	Diseminasi dan Komunikasi Hasil-Hasil Penelitian dan Pengembangan	41
4.3.6	Perangkat Pendukung Penelitian dan Pengembangan.....	41
4.4	Pendekatan Sistem Dinamik untuk Pengembangan Lahan Kering.....	42
5.	ROAD MAP PENELITIAN DAN PENGEMBANGAN LAHAN KERING	43
6.	REKOMENDASI PENGEMBANGAN LAHAN KERING	53
6.1	Arah dan Strategi Pengembangan Pertanian Lahan Kering	53
6.1.1	Pendekatan Pengembangan.....	53
6.1.2	Strategi umum.....	57
6.1.3	Sasaran pengembangan	58
6.2	Keterpaduan, Sinergi Program dan Sistem Koordinasi.....	59
6.3	Pendekatan Sistem Dinamik untuk Pengembangan Lahan Kering.....	61
6.3.1	Pertanian bioindustri di lahan kering iklim kering dataran rendah (LKIKDR)	62
6.3.2	Pertanian Bioindustri di Lahan Kering Iklim Kering Dataran Tinggi	63
6.3.3	Pertanian bioindustri lahan kering iklim basah dataran rendah	65
6.3.4	Pertanian bioindustri lahan kering iklim basah dataran tinggi.....	67
6.4	<i>Spectrum Dissemination Multi Channel (SDMC)</i>	68
6.5	Problema, Dukungan dan Implikasi Kebijakan	69
6.5.1	Pengembangan Infrastruktur damn Saprodi	69
6.5.2	Regulasi dan Legislasi.....	69
VII.	PENUTUP.....	71
	DAFTAR PUSTAKA.....	73
	LAMPIRAN.....	79

DAFTAR TABEL

1. Karakteristik kimia, fisika, biologi dan lingkungan di lahan kering.....	6
2. Luas lahan kering berdasarkan elevasi dan iklim	10
3. Luas lahan kering berdasarkan kemasaman tanah	11
4. Luas panen, produksi komoditas pangan rata-rata 5 tahun (2004-2008), dan porsi luas panen dari lahan kering.....	12
5. Potensi lahan kering untuk pertanian tanaman pangan, tanaman sayuran dataran tinggi, tanaman tahunan dan penggembalaan ternak.....	14
6. Potensi lahan kering untuk pertanian tanaman pangan, tanaman sayuran dataran tinggi, tanaman tahunan dan penggembalaan ternak berdasarkan elevasi	15
7. Luas lahan kering potensial untuk tanaman pangan, tanaman sayuran dataran tinggi, tanaman tahunan dan penggembalaan ternak pada kawasan APL, HPK dan HP	16
8. Luas lahan kering potensial tersedia untuk tanaman pangan, tanaman sayuran dataran tinggi, tanaman tahunan dan penggembalaan ternak pada kawasan APL, HPK dan HP	20
9. Program dan bidang penelitian dan kajian prioritas litbang lahan kering.....	49
10. Kriteria penentuan zona agroekologi dan sistem pertanian/kehutanan	55
11. Sasaran pengembangan produksi lahan.....	59

DAFTAR GAMBAR

1. Neraca ketersediaan dan kebutuhan air per pulau	8
2. Perkembangan penggunaan lahan beberapa komoditas perkebunan pada periode 1986-2013 (Sumber: BPS 1986-2013)	13
3. Road Map Litbang pertanian 2015 – 2019	52
4. Interaksi komponen pengungkit dalam model pertanian Bioindustri pada lahan kering	62
5. Causal Loop Diagram untuk pengembangan Model Pertanian Bioindustri di Lahan Kering Iklim Kering Dataran Rendah. (Ket.: ungu = subsistem, merah = titik ungit).....	64
6. Causal Loop Diagram untuk pengembangan Model Pertanian Bioindustri di Lahan Kering Iklim Kering Dataran Tinggi. (Ket.: kuning = titik ungit).....	65
7. Causal Loop Diagram (CLD) Model Pertanian Bioindustri di Lahan Kering Iklim Basah Dataran Rendah. (Ket.: merah = titik ungit)	66
8. Causal Loop Diagram (CLD) Model Pertanian Bioindustri di Lahan Kering Iklim Basah Dataran Tinggi. (Ket.: merah = titik ungit)	68

DAFTAR LAMPIRAN

1. Perangkat uji yang dapat digunakan sebagai alat bantu penyusunan Rekomendasi pemupukan di lahan kering.....	79
2. Beberapa contoh pupuk hayati yang telah dikembangkan Balitbang Pertanian	80
3. Inovasi teknologi pengelolaan sumber daya air	81
4. Komponen teknologi dasar dan pilihan pada PTT padi lahan kering, jagung, dan kedelai.....	83
5. Varietas unggul padi yang diusulkan pada setiap tipologi lahan	84
6. Varietas unggul tanaman perkebunan	85
7. Rincian varietas unggul dan teknologi hortikultura lainnya.....	86
8. Varietas unggul tanaman hortikultura.....	87
9. Beberapa contoh bibit ternak unggulan yang telah dikembangkan Balitbang Pertanian	88
10. Inovasi teknologi alsintan untuk mendukung usahatani lahan kering.....	89
11. Deskripsi varietas jagung, kacang hijau, kacang tanah, dan kacang kedelai tahan kekeringan	90

RINGKASAN EKSEKUTIF

Lahan kering di Indonesia telah dan akan tetap memiliki peran strategis mendukung pembangunan jangka panjang menuju pertanian bioindustri berkelanjutan. "Road Map Penelitian dan Pengembangan Lahan Kering Mendukung Pertanian Bioindustri Berkelanjutan" disusun untuk memberikan arahan secara konseptual dan komprehensif berlandaskan *tag line* Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian (Balitbangtan) "*Science. Innovation. Networks*".

Dari total lahan kering seluas 144,47 juta ha, sekitar 91,53 juta ha (63,35%) merupakan lahan yang sesuai untuk pertanian meliputi tanaman pangan (36,67%), tanaman sayuran dataran tinggi (1,23%), tanaman tahunan termasuk buah-buahan (58,55%), dan padang penggembalaan ternak (3,56%). Untuk memperoleh luas lahan yang tersedia (semak belukar) telah dilakukan tumpangtepat antara peta potensi lahan kering dengan peta penggunaan lahan dan peta status kawasan. Hasil analisis menunjukkan bahwa lahan tersedia untuk pengembangan pertanian masa depan seluas 25,82 juta ha, yang terdiri dari sekitar 5,97 juta ha pada kawasan APL, 7,09 juta ha pada kawasan HPK, dan seluas 15,54 juta ha pada kawasan HP. Sebagian dari kawasan HPK telah memiliki perijinan lokasi (perkebunan, pertambangan) seluas 2,68 juta ha, demikian juga sebagian kawasan HP telah memiliki perijinan untuk pengembangan hutan tanaman industri (HTI), hak penguasaan hutan (HPH), dan pertambangan.

Dalam upaya pengembangan lahan kering tersebut, pencapaiannya dihadapkan pada berbagai permasalahan: biofisik, sosial ekonomi dan lingkungan. Dari sisi biofisik terdapat dua aspek yang menentukan yaitu terkait sumberdaya tanah dan sumberdaya air. Permasalahan utama lahan kering dari aspek biofisik adalah rendahnya kesuburan fisik, kimia dan biologi serta tidak idealnya ketersediaan air sebagian besar tanah untuk mendukung produksi pertanian. Selain itu, potensi erosi dan degradasi lahan kering masam cukup tinggi karena lebih dari 50% areal lahan berada pada wilayah berombak sampai bergunung (lereng >8%). Lahan kering mempunyai curah hujan yang sangat bervariasi secara temporal dan spasial sehingga produksi tanaman dihadapkan pada ketidakpastian ketersediaan air.

Permasalahan sosial ekonomi di lahan kering, utamanya terkait dengan tingkat pendidikan, kemampuan investasi, serta status dan skala penguasaan lahan. Terbatasnya pemilikan lahan khususnya di wilayah lahan kering iklim basah, pergeseran status penguasaan lahan dari hak milik menjadi lahan sakah atau sewa, dan fragmentasi lahan menyebabkan terbatasnya keleluasaan petani dalam menentukan sistem usaha tani. Dalam banyak hal aspek sosial-ekonomi-budaya lebih dominan menentukan corak usaha pertanian lahan kering.

Dari aspek lingkungan, permasalahan yang dihadapi antara lain adalah tingginya konsentrasi sisa pestisida terutama dalam bentuk organo klorin dan organo posfat di daerah pertanian intensif tanaman sayur-sayuran dan masalah pencemaran logam berat pada daerah yang dipengaruhi oleh limbah industri (terutama industri tekstil dan baja) dan daerah bekas tambang. Pencemaran air oleh NO_3^- akibat penggunaan pupuk N yang berlebihan, terutama terjadi pada lahan sayur-sayuran dengan tanah bertekstur kasar.

Penurunan cadangan (stock) karbon (C), baik di atas permukaan maupun di dalam tanah, tidak saja berkaitan dengan masalah lingkungan global berupa emisi CO_2 , tetapi juga masalah lokal, berupa pekanya tanah terhadap erosi, tingginya tingkat pencucian hara dan rendahnya kemampuan tanah menyimpan air.

Penelitian dan Pengembangan di lahan kering dilakukan mulai 1980. Pada periode 1980–1990 dilakukan penelitian Program Penelitian Pertanian Menunjang Transmigrasi (P3MT), Sistem Usahatani Tanaman Ternak di Lahan Kering Masam (*Crop Animal System Research Project*), Program Pembangunan Penelitian Pertanian Nusa Tenggara (P3NT), P2ULK (UFDP-Upland Farmers Development Programe), Program Citanduy II, Program Pertanian Lahan Kering dan Konservasi Tanah (P2LK2T), Pengembangan Daerah Aliran Sungai Kawasan Perbukitan Kritis, *National Watershed Management and Conservation Project* (NWMCP). Pada periode 2000 – sekarang, penelitian meliputi *Recapitalization of The Soil Fertility of Acid Upland Soils in Indonesia With Phosphate Rock: A Village Approach*; Program Peningkatan Pendapatan Petani Miskin Melalui Inovasi (P4MI), PRIMA TANI, Konsorsium Sistem Pertanian Terpadu Lahan Kering Iklim Kering, Sistem Pertanian Efisien Karbon, *Multifunctionality of Agriculture* (Multifungsi Pertanian) dan Management of Soil Erosion Consorsium (Konsorsium Managemen Erosi Tanah).

Berbagai penelitian tersebut sudah menjawab berbagai persoalan berkenaan dengan pengelolaan lahan dan sistem produksi pertanian di lahan kering, namun dengan semakin intensifnya penggunaan lahan sejalan dengan semakin tingginya permintaan akan produk pertanian, maka masalah lahan kering juga semakin kompleks. Untuk itu penelitian dan pengembangan ke depan perlu menjawab tantangan yang semakin serius tersebut.

Penelitian, pengkajian, pengembangan dan penerapan (litkajibangrap) dalam konteks lahan kering berjalan sesuai tugas pokok Unit Kerja masing-masing. Penelitian menjadi ranah tugas pokok instansi Balai Besar, Balai Penelitian Komoditas nasional, dan Pusat Penelitian. Outputnya menghasilkan komponen teknologi lahan kering. Unit kerja pengkajian merupakan ranah Balai Pengkajian Teknologi Pertanian (BPTP) yang dikoordinasikan BBP2TP. Outputnya berupa paket teknologi adaptif yang siap didiseminasikan ke pengguna.

Pengembangan, merupakan replikasi paket teknologi adaptif dalam bentuk model-model pengembangan yang diinisiasi Balitbangtan. Sementara kegiatan penerapan

menjadi ranah unit kerja Direktorat Jenderal teknis untuk selanjutnya menghasilkan kebijakan perluasan penerapan teknologi lahan kering.

Status litbang lahan kering dalam konteks sosial ekonomi dan kelembagaan mencakup: (1) Lahan pertanian dan pembangunan agraria, (2) konsolidasi lahan, (3) dinamika penguasaan lahan suku lokal, (4) penataan lahan, (5) pemanfaatan lahan, (6) pupuk organik pada lahan kering, (7) insentif dan kelembagaan pada lahan pertanian (pemasaran dan kemitraan), dan (8) legislasi lahan dan air.

Arah litbang lahan kering ke depan diselaraskan dengan tantangan dan dinamika lingkungan strategis, baik global maupun lokal. Litbang lahan kering difokuskan pada dua sasaran umum:

Pertama, optimalisasi pemanfaatan lahan kering eksisting, terutama lahan kering berbasis pertanian rakyat atau yang dikelola petani kecil yang umumnya memiliki produktivitas rendah dan tidak ramah lingkungan. Sasarannya adalah meningkatkan produktivitas dan efisiensi produksi serta perbaikan/konservasi sumberdaya lahan.

Kedua, penelitian dan pengembangan lahan kering terdegradasi atau terlantar yang tidak produktif (idle). Sasarannya adalah rehabilitasi lahan sekaligus perluasan areal pertanian baru (ekstensifikasi), baik untuk pangan maupun perkebunan mendukung kebutuhan produksi pertanian pangan dan energi. Untuk lahan kering berbasis perkebunan besar, diarahkan pada dua aspek utama:

- (a) tata kelola dan peruntukan lahan dalam mencapai keseimbangan peruntukan lahan antara pangan dan perkebunan dan antara petani kecil dan pengusaha/investor.
- (b) pengembangan teknologi dan inovasi konservasi/ramah lingkungan dan mitigasi perubahan iklim, dan peningkatan produktivitas dan efisiensi produksi.

Berkaitan dengan sistem agribisnis dan pertanian bioindustri berkelanjutan pada lahan kering, arah dan sasaran litbang lahan kering adalah: pengembangan teknologi dan inovasi pupuk, pengelolaan sumberdaya air pada sub-sistem prasarana dan sarana pertanian, pengelolaan lahan, pemupukan, pengembangan VUB/Bibit unggul, pengelolaan air irigasi, model farming, dan lain sebagainya pada sub sistem produksi, serta teknologi panen dan pasca panen termasuk bioproses produk-produk pertanian.

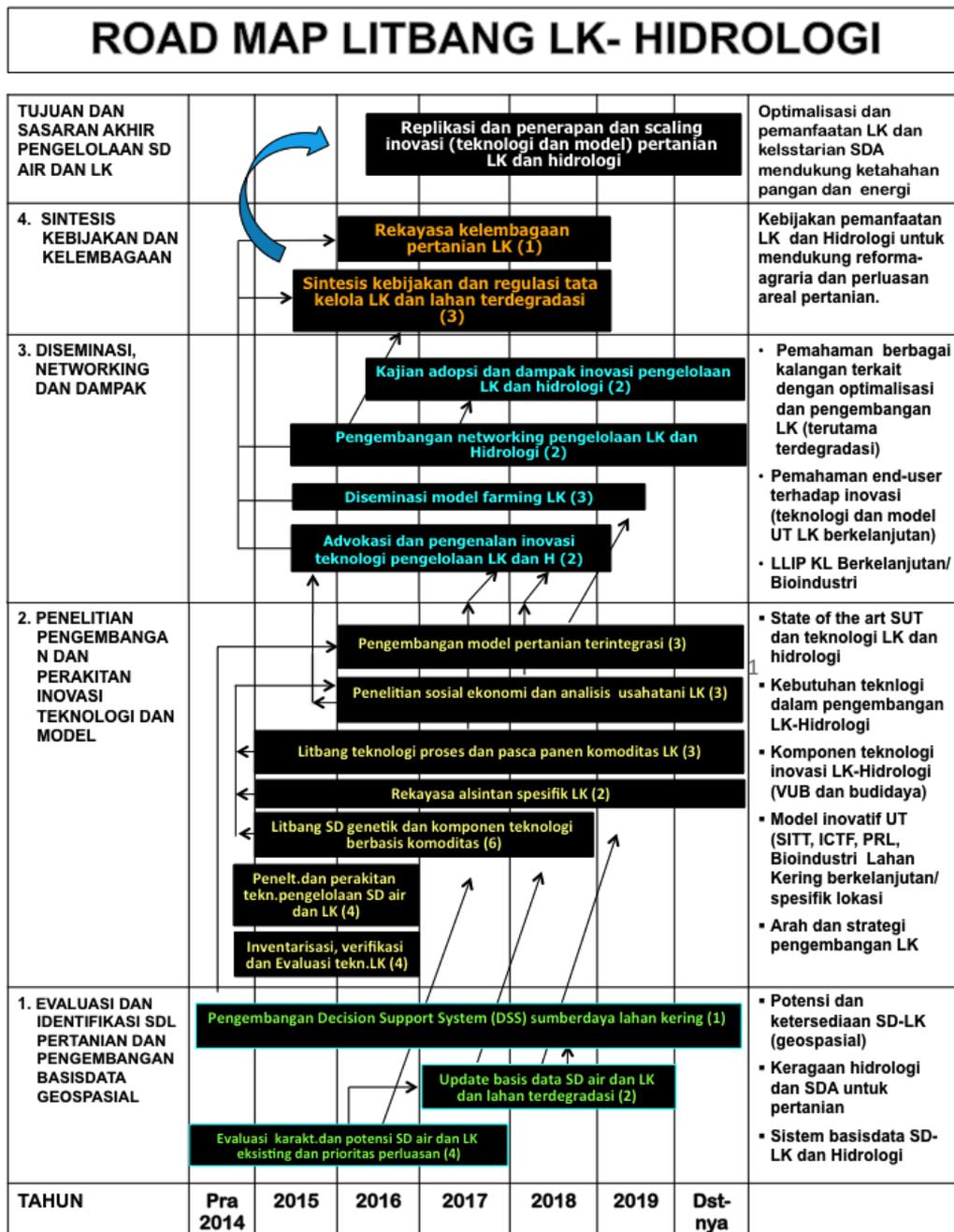
Penyusunan arah dan strategi litbang lahan kering kedepan memperhatikan 4 (empat) ciri pertanian modern, yakni: (i) berbasis bioscience dan bioengineering termasuk penelitian genomik, (ii) antisipatif (adaptif dan mitigatif) terhadap perubahan iklim, (iii) pengembangan alat dan mesin pertanian yang sesuai untuk Indonesia, dan (iv) dukungan sistem dan teknologi informasi (IT). Secara operasional arah dan strategi litbang pertanian lahan kering ini sesuai dengan SIPP 2013-2015, pengembangan Pertanian Bioindustri Berkelanjutan.

Strategi litbang pertanian lahan kering mengkombinasikan berbagai strategi tergantung pada tema penelitian. Strategi itu meliputi: (i) Strategi **integrasi** mampu mengendalikan sumberdaya penelitian secara lebih efisien untuk mencapai tujuan yang lebih efektif, (ii) Strategi **intensif** diterapkan untuk lebih mengintensifkan kegiatan penelitian yang telah berjalan, (iii) Strategi **diversifikasi** untuk memperbanyak output dari satu tema penelitian.

Strategi litbang lahan kering difokuskan pada 5 bidang utama, yaitu: (i) identifikasi dan evaluasi sumberdaya lahan kering, (ii) identifikasi dan perakitan teknologi berbasis *bioscience* dan *bioengineering*, (iii) pengembangan networking penelitian dan pengembangan, (iv) penelitian dan pengembangan keberlanjutan produksi dan sosial ekonomi, (v) diseminasi dan komunikasi hasil-hasil penelitian dan pengembangan.

Road map atau peta jalan penelitian dan pengembangan berikut disusun untuk jangka waktu lima tahun antara tahun 2015 sampai 2019 seperti tercantum pada gambar di bawah ini.

Road map Penelitian dan Pengembangan Lahan Kering tahun 2015-2019



1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Eksistensi lahan kering di Indonesia memiliki peran strategis dalam mendukung pembangunan menuju pertanian bioindustri berkelanjutan. Peran strategis lahan kering tersebut ditunjukkan antara lain oleh potensi areal yang luas, adanya peluang untuk meningkatkan nilai tambah melalui pengembangan komoditas komersial (perkebunan, hortikultura dan peternakan), dapat mengkompensasi produksi pertanian karena lahannya terdegradasi, dan karena konversi lahan.

Peningkatan kebutuhan bahan pangan, bioenergi dan serat seiring dengan pertambahan jumlah penduduk, hanya dapat dipenuhi dengan dua pendekatan, yaitu peningkatan produktivitas lahan dan perluasan areal. Menjelang tahun 2045 dibutuhkan sekitar 15 juta ha lahan bukaan baru untuk perluasan lahan sawah dan pertanian lahan kering. Dengan memperhatikan potensi dan kondisi lahan kering saat ini serta tantangan pemenuhan kebutuhan pangan di masa yang akan datang, posisi dan peran lahan kering akan semakin penting dan strategis.

Lebih dari 66% dari luas lahan pertanian eksisting merupakan lahan kering dengan produktivitas yang masih rendah, namun sangat potensial untuk ditingkatkan, baik melalui peningkatan produktivitas, maupun frekuensi tanam atau luas panen. Lahan kering juga sangat strategis untuk pengembangan pertanian bioindustri, selain perannya sebagai penyangga hidrologi dan konservasi keragaman hayati (*biodiversity*). Sekitar 70% lahan cadangan (lahan potensial yang belum dimanfaatkan) merupakan lahan kering yang sebagian diantaranya terdegradasi/ terlantar yang perlu direhabilitasi, untuk selanjutnya dimanfaatkan sebagai lahan pertanian produktif.

Berdasarkan sistem pengelolaannya, lahan kering dapat dipilah atas 4 kategori, yaitu: (a) ladang/huma tanaman campuran yang non-intensif yang belum banyak menerapkan teknologi inovatif sehingga produktivitas dan keuntungan usahataniannya masih jauh dari kapasitasnya, (b) pertanaman intensif (terutama sayuran), banyak tersebar pada lahan yang rawan bencana dan kurang memperhatikan aspek lingkungan dan upaya konservasi, (c) areal perkebunan besar yang dikelola secara intensif dengan dukungan teknologi maju dan manajemen modern, dan (d) pertanaman semi intensif, termasuk lahan yang rawan bencana (di daerah berlereng curam) yang tidak diikuti dengan upaya konservasi secara efektif. Selain di areal perkebunan besar, produktivitas

dan keuntungan usahatani di lahan kering relatif rendah sehingga membutuhkan sentuhan teknologi dan inovasi pertanian yang tepat.

Selain di areal perkebunan besar, produktivitas dan keuntungan usahatani di lahan kering pada umumnya relatif rendah dan membutuhkan sentuhan teknologi dan inovasi pertanian yang tepat. Berbagai inovasi teknologi di bidang pertanian telah tersedia, namun belum banyak diterapkan dengan baik oleh petani. Dengan demikian diperlukan penguatan diseminasi teknologi.

Memperhatikan berbagai tantangan dan lingkungan strategik ke depan, serta mengacu pada konsep pembangunan ekonomi biru (*blue economy development*) dan Strategi Induk Pembangunan Pertanian (SIPP) tahun 2015-2045, maka arah dan strategi pembangunan pertanian jangka panjang adalah pengembangan Pertanian Bioindustri Berkelanjutan. Beberapa titik unkit dalam pengembangan lahan kering menuju pertanian bioindustri berkelanjutan antara adalah: (1) Eksplorasi potensi dan optimalisasi sumberdaya lahan dan; (2) Pengembangan teknologi inovatif berbasis bioscience dan bioengineering, termasuk bioproses, seperti perakitan varietas unggul dan perbenihan, pemupukan, pengolahan produk dan optimalisasi pemanfaatan biomassa/limbah pertanian, dll; (3) Pengembangan model pertanian inovatif/terpadu; (4) Modernisasi sistem usaha pertanian; dan (5) Pengembangan sistem koordinasi, integrasi dan sinergi program.

Berdasarkan tantangan dan pemikiran tersebut, Badan Litbang Pertanian akan semakin memberi perhatian serius terhadap pengembangan teknologi dan inovasi mendukung upaya optimalisasi dan pengembangan lahan kering, yang dilatari oleh reorientasi penelitian dan pengembangan lahan kering dalam bentuk "Road Map Penelitian dan Pengembangan Lahan Kering Mendukung Pertanian Bioindustri Berkelanjutan".

1.2 Arah dan Lingkup Road Map

- a. Road map ini merupakan salah satu acuan kegiatan penelitian dan pengembangan lahan kering ke depan yang bertitik tolak dan tindak lanjut dari Strategi Induk Pembangunan Pertanian (SIPP) 2013-2045, Renstra Kementerian Pertanian 2015-2019, dan Renstra Badan Litbang Pertanian 2015-2019.
- b. Road map ini disusun secara koseptual dan komprehensif berlandaskan "*Science, Innovation, Networks*", berbasis "*bioscience* dan *bioengineering*", teknologi informasi dan pendekatan kawasan yang didukung berbagai konsep dan model/sistem dinamik.

- c. Lingkup bahasan dari road map ini meliputi: (1) potensi, karakteristik dan permasalahan lahan kering; (2) *state of the art* pengembangan IPTEK lahan kering; (3) arah, strategi, dan road map penelitian dan pengembangan lahan kering; dan (4) konsep dan strategi pengembangan lahan kering untuk mendukung pembangunan pertanian bioindustri berkelanjutan.

1.3 Maksud dan Tujuan Penyusunan Road Map

- a. Sebagai salah satu pedoman serta arahan dalam perencanaan dan pelaksanaan penelitian dan pengembangan pertanian lahan kering dalam mendukung pembangunan pertanian berbasis pertanian bioindustri, pemantapan ketahanan pangan dan energi.
- b. Mendukung upaya optimalisasi pemanfaatan lahan dalam kerangka pelestarian dan perbaikan pertanian di lahan kering eksisting.
- c. Mendukung upaya rehabilitasi lahan terdegradasi untuk menjadi lahan produktif, bernilai ekonomi tinggi dan berkontribusi untuk perbaikan kualitas lingkungan.

2

POTENSI DAN PELUANG PENGEMBANGAN LAHAN KERING

2.1 Karakteristik Sumberdaya Lahan dan Sosial Ekonomi

2.1.1 Lahan

Lahan kering secara umum didefinisikan sebagai suatu hamparan lahan yang tidak pernah digenangi atau tergenang air pada sebagian besar waktu dalam setahun. Permasalahan utama lahan kering dalam konteks sistem produksi pertanian adalah masalah ketersediaan dan kelangkaan dan/atau hal-hal yang berkaitan dengan kondisi fisiko-kimia tanah, serta keterbatasan populasi hayati tanah (biologi tanah). Berdasarkan ketinggian dan curah hujan, lahan kering dapat dibedakan atas 4 agroekosistem, yaitu lahan kering dataran rendah iklim basah (LKDRIB), lahan kering dataran rendah iklim kering (LKDRIK), lahan kering dataran tinggi iklim basah (LKDTIB), dan lahan kering dataran tinggi iklim kering (LKDTIK). Karakteristik umum masing-masing agroekosistem disajikan pada Tabel 1 dan uraiannya sebagai berikut:

- (a) Lahan kering dataran rendah iklim basah didominasi oleh tanah Podsolik Merah Kuning atau termasuk Ultisols, Oxisols, dan Inceptisols berdasarkan Soil Taxonomy. Tanah ini dikenal sebagai tanah masam, dengan ciri utama pH masam, kadar Al tinggi, fiksasi P tinggi, sementara kandungan basa-basa dapat tukar dan KTK rendah, kandungan besi dan mangan mendekati batas meracuni, peka erosi, dan miskin elemen biotik. Umumnya tanah ini telah berkembang lanjut dan telah mengalami proses pelapukan dan pencucian hara (kation-kation basa) secara intensif.
- (b) Lahan kering dataran rendah iklim kering didominasi oleh tanah Inceptisols, Alfisols, Mollisols, Entisols, dan Vertisols. Tanah berkembang dari bahan induk batukapur, batugamping, sedimen dan bahan vulkanik dengan tingkat pencucian basa tergolong rendah, sehingga mengandung basa-basa dengan kejenuhan basa > 60% (eutrik), pH tanah netral dan cenderung agak alkalis, bahkan pada tanah-tanah dengan bahan induk batugamping atau batukapur pH > 7,5 (alkalis). Secara umum lahan ini mempunyai tingkat kesuburan lebih baik dibandingkan lahan kering beriklim basah.
- (c) Lahan kering dataran tinggi iklim basah didominasi oleh tanah Ultisols, Oxisols, dan Inceptisols, yang mempunyai reaksi tanah masam dan umumnya berada pada lereng yang curam. Di daerah vulkan, ditemukan Andisols dengan tekstur lebih kasar dan warna lebih hitam. Kualitas lahan Andisols lebih baik dibandingkan Ultisols, Oxisols

atau Inceptisols, sehingga banyak diusahakan untuk tanaman sayuran dataran tinggi (> 700 m dpl), seperti tomat, wortel, kentang, dan aneka sayuran daun. Selain itu, dijumpai pula beberapa tanaman tahunan yang cocok pada dataran tinggi seperti apel, kopi arabika, dan kelengkeng. Sayuran banyak diusahakan pada lahan berlereng curam (> 25%), tanpa usaha konservasi yang memadai, sehingga proses erosi sulit dihindari.

- (d) Lahan kering dataran tinggi iklim kering didominasi oleh tanah Alfisols, Inceptisols, Mollisols dan Andisols dengan tingkat kesuburan yang lebih baik. Sebaran dan luasannya terbatas, umumnya di Jawa Timur, Bali, dan Nusa Tenggara. Tanah berkembang dari bahan induk batukapur dan sedimen berkapur menghasilkan tanah dengan pH netral sampai alkalis. Tanah umumnya dangkal, berbatu dan banyak singkapan batuan, diusahakan untuk tanaman sayuran dan tanaman tahunan, namun pilihan komoditasnya lebih terbatas karena tanahnya dangkal dan berbatu.

Tabel 1. Karakteristik kimia, fisika, biologi dan lingkungan di lahan kering

Karakteristik	Lahan Kering			
	DRIB	DRIK	DTIB	DTIK
Elevasi (m dpl)	< 700	< 700	≥ 700	≥ 700
Curah hujan (mm)	> 2000	< 2000	> 2000	< 2000
Tanah:				
Ordo	Entisols, Inceptisols, Ultisols, Oxisols, Spodosols	Entisols, Inceptisols, Alfisols, Mollisols, Vertisols	Entisols, Inceptisols, Ultisols, Oxisols, Andisols	Entisols, Inceptisols, Andisols, Alfisols, Mollisols
Regim kelembaban	Udik	Ustik	Udik	Ustik
Solum				
Fragmen kasar	Tebal	Tipis	Tebal	Tipis
Tekstur	Krokos, berbatu	Berbatu, singkapan batuan	Krokos, berbatu	Berbatu, singkapan batuan
	Halus-sedang	Sedang-kasar berbatu	Halus-sedang	Sedang-kasar berbatu
Kimia:				
pH	<5.5	>5.5	<5.5	>5.5
BO (%)	<1,5	<1,5	<1,5	>1.0
Kej. Al (%)	>10	<10	>10	<10
Kej. basa (%)	<50	>50	<50	>50
KTK (cmol/kg)	<16	>16	<16	>16
Penyebaran	Sumatera, Kalimantan, Jabar, Jateng, Papua, Papua Barat, Maluku	Jatim, Bali, NTB, NTT, Sulteng, Sultra, Kaltim	Aceh, Sumut, Sumbar, Jatim, Sulsel, Sulut, Papua, Papua Barat	Jatim, Bali, NTB, NTT

Keterangan: DRIB = Dataran rendah iklim basah, DRIK = Dataran rendah iklim kering, DTIB = Dataran tinggi iklim basah, DTIK = Dataran tinggi iklim kering

2.1.2 Air dan Hidrologi

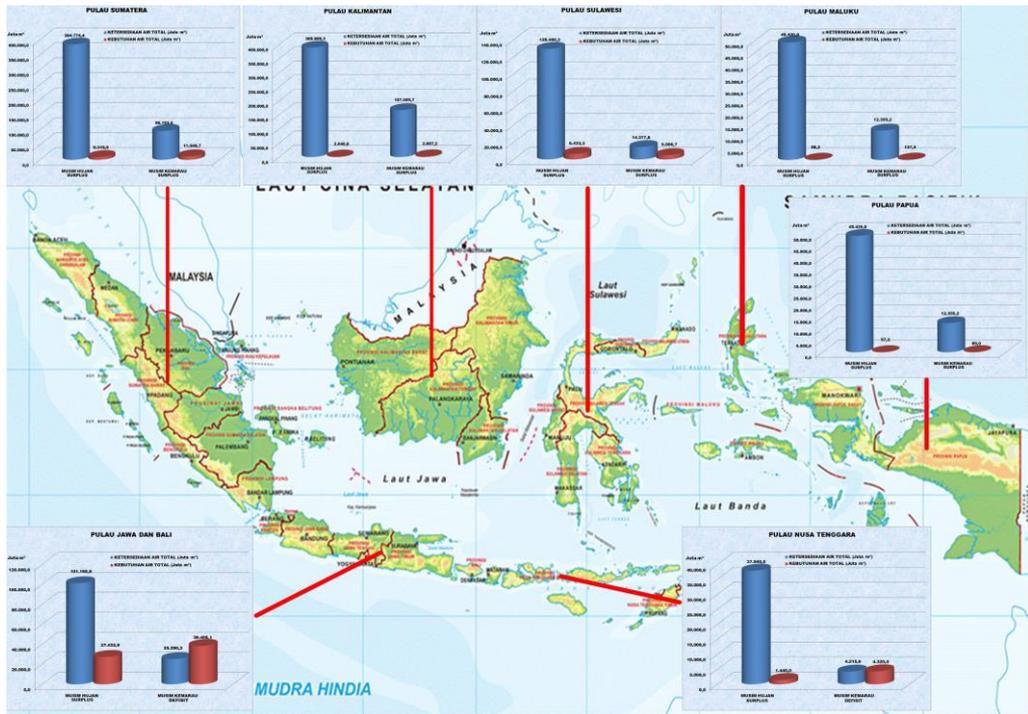
Sumberdaya air pada lahan kering untuk pertanian dapat berasal dari air permukaan dan air tanah. Air permukaan terdiri atas curah hujan, aliran sungai, dan air yang tersimpan dalam danau, sedangkan air tanah terdiri atas air tanah dalam dan air tanah dangkal. Air yang berasal dari curah hujan merupakan sumber air utama untuk usaha pertanian di lahan kering, oleh karena itu pada sebagian besar wilayah lahan kering besarnya jumlah dan sebaran curah hujan sangat menentukan indeks pertanaman.

Potensi sumberdaya air Indonesia adalah 700 trilyun m³/tahun, terbesar ke-5 di dunia, sedangkan waduk yang jumlahnya 300-an hanya bisa menampung 200 milyar m³/tahun artinya produksi ketahanan air yang terkendali hanya sekitar 0,02% dari potensi, sisanya dikendalikan proses alam, dan pemenuhan kebutuhan air untuk lahan kering umumnya masih bergantung pada proses alam. Potensi cadangan sumberdaya air sebesar ± 3.900 milyar m³/tahun yang tersebar di seluruh tanah air dalam 5.886 sungai dan 521 danau dan potensi pemanfaatan sebesar ± 690 milyar m³/tahun, hingga saat ini baru dimanfaatkan sekitar 25% untuk kebutuhan air baku rumah tangga, kota dan industri (<5%), selebihnya untuk kebutuhan irigasi.

Berdasarkan *potentially utilizable water resource* (PUWR), yaitu sumberdaya air yang berpotensi bisa dimanfaatkan, Indonesia telah mengalami status kelangkaan air. Sedangkan berdasarkan neraca ketersediaan dan kebutuhan air musim kemarau (kasus tahun 2002), pulau Nusa Tenggara yang memiliki luas lahan kering beriklim kering terluas telah mengalami defisit air (Gambar 1).

Kajian Bank Pembangunan Asia (ADB) dan *Asia-Pacific Water Forum* (APWF) tahun 2013 menunjukkan bahwa dari 49 negara-negara Asia-Pasifik, 37 negara di antaranya termasuk Indonesia sedang mengalami kekritisian ketahanan air yang cukup memprihatinkan (*a serious lack of water security*). Tanpa perbaikan manajemen sumberdaya air, banyak di antara negara-negara tersebut dalam waktu dekat akan mengalami krisis air. Hasil studi tersebut mempertimbangkan semua dimensi ketahanan air, dari aspek rumah tangga hingga bencana alam karena air pada setiap negara.

Ketersediaan sumberdaya air nasional (*annual water resources, AWR*) masih sangat besar terutama di wilayah barat, tetapi tidak semuanya dapat dimanfaatkan. Sebaliknya di sebagian besar wilayah Indonesia bagian timur yang radiasinya melimpah, curah hujannya rendah (<1500 mm/tahun) dan hanya terdistribusi selama 3-4 bulan dalam setahun.



Gambar 1. Neraca ketersediaan dan kebutuhan air per pulau

Berdasarkan hasil analisis ketersediaan air, diprediksi kebutuhan air Indonesia sampai tahun 2020 masih dapat dipenuhi dari air yang tersedia saat ini. Proyeksi permintaan air untuk tahun 2020 hanya sebesar 18% dari total air tersedia, digunakan sebagian besar untuk keperluan irigasi (66%), sisanya 17% untuk rumah tangga, 7% untuk perkotaan, dan 9% untuk industri. Pulau Bali dan Nusa Tenggara akan membutuhkan sebanyak 75% dari air yang tersedia saat ini di wilayahnya, disusul Pulau Jawa sebesar 72%, Sulawesi 42%, Sumatra 34%, sedangkan Kalimantan dan Maluku-Papua masing-masing hanya membutuhkan 2,3% dan 1,8% dari total air tersedia saat ini.

2.1.3 Sosial Ekonomi

Karakteristik sosial ekonomi yang penting dalam pengelolaan lahan kering utamanya terkait dengan karakteristik petani lahan kering, status penguasaan lahan dan kinerja usahatani.

Karakteristik Petani Lahan Kering

Karakteristik petani di lahan kering sering berasosiasi dengan kemiskinan yang dicirikan oleh terbatasnya kesempatan kerja/berusaha, dan kapasitas pendapatan yang

rendah. Kondisi itu berdampak pada kondisi *pauperisma*, yakni tidak mempunyai kemampuan untuk memelihara dirinya sendiri tanpa bantuan dari luar atau orang lain sampai pada tingkat pemenuhan kebutuhan minimal.

Kemiskinan di lahan kering merupakan resultante interaksi antara teknologi, sumberdaya alam, kapital, sumberdaya manusia, dan kelembagaan/kebijaksanaan. Kondisi itu diperparah oleh ciri rumah tangga dan anggotanya yang berpengaruh terhadap kemiskinan, seperti pendidikan anggota rumah tangga yang rata-rata relatif rendah, tidak akses terhadap lahan, tidak akses terhadap teknologi karena lemahnya pemilikan modal, kurang memiliki akses terhadap informasi, adanya ketidak mampuan menghadapi gejolak ekonomi dan pasar sehingga menjadi objek rentenir.

Implikasi dari kondisi keragaman karakteristik petani itu mengharuskan pendekatan yang spesifik, berorientasi pada kebutuhan mereka yang berwawasan lingkungan dan kondisi sosial budaya dan merangsang tumbuhnya keswadayaan menuju ekonomi pasar.

Status Penguasaan Lahan

Penguasaan lahan kering oleh petani berhubungan erat dengan kondisi petaninya sendiri. Di beberapa tempat ada kasus pemilikan lahan di suatu wilayah dikuasai oleh segelintir orang, dan petani lainnya menjadi buruh tani. Di tempat lainnya, dijumpai petani menjadi penyakap atau penyewa lahan pada lahan kering berbasis tanaman pangan dan sayuran. Pada usahatani dengan komoditas tahunan (kakao, kelapa sawit, karet, dan tebu) sebagian besar petani merupakan petani pemilik-penggarap, pola sewa, sakap dan gadai.

Dari sisi skala penguasaan lahan, keragamannya sangat tinggi. Karena kemiskinan, banyak petani di lahan kering tidak memiliki lahan terutama di Jawa. Skala penguasaan lahan kering di Jawa mulai dari nol (tidak memiliki lahan) sampai paling tinggi < 0,5 ha/orang. Sementara di luar Jawa rentang penguasaannya mulai dari nol (0) hingga 2,1 ha/orang, terutama di wilayah Kalimantan dan paling sempit di Bali/NTT.

Kinerja Usahatani

Sebagian besar petani lahan kering adalah petani subsisten yang orientasi usahatannya lebih ditujukan untuk penyediaan pangan guna menjamin keamanan pangan keluarga. Orientasi mereka berproduksi lebih karena bisa dimakan, bukan karena bisa dijual. Karena itu petani cenderung bertahan mengusahakan komoditas lokal yang menjadi sumber bahan pangan utama. Di samping itu, usahatani di lahan kering lebih diwarnai pertimbangan aspek sosial budaya dibanding aspek ekonomi. Petani tidak melakukan kalkulasi dengan dasar rasionalisasi ekonomi modern, tetapi lebih pada perilaku *savety first* dengan landasan nilai budaya. Hal itu disebabkan oleh kondisi

sumberdaya alam yang relatif berat, keterbatasan akses informasi teknologi, sentuhan permodalan dan mekanisme pasar serta infrastruktur yang kurang kondusif.

2.2 Sebaran dan Potensi

2.2.1 Luas dan Sebaran

Menurut data BPS (2013), luas daratan Indonesia mencapai 191,09 juta ha. Sekitar 144,47 juta ha atau 75,60% di antaranya merupakan lahan kering. Lahan kering dataran rendah mencakup areal dominan, seluas 111,33 juta ha atau 77,06% dari total luas lahan kering, sisanya berupa dataran tinggi sekitar 33,14 juta ha (Tabel 2).

Tabel 2. Luas lahan kering berdasarkan elevasi dan iklim

Pulau	Lahan Kering (Ha)				Total (Ha)
	DRIB	DRIK	DTIB	DTIK	
Sumatera	22.399.193	429.035	10.426.569	0	33.254.797
Jawa	6.137.293	1.173.717	2.454.816	508.781	10.274.607
Bali & Nusa Tenggara	1.210.695	4.424.795	415.979	652.942	6.704.411
Kalimantan	40.038.174	0	1.576.445	0	41.614.619
Sulawesi	8.082.917	2.115.463	6.109.154	267.093	16.574.626
Maluku	6.287.056	0	1.162.130	0	7.449.186
Papua	17.851.940	1.179.055	9.569.970	0	28.600.966
Indonesia	102.007.267	9.322.065	31.715.064	1.428.816	144.473.211
% Lahan Kering	70,61	6,45	21,95	0,99	100,00
% Indonesia	53,38	4,88	16,60	0,75	75,60

Keterangan: DRIB= Dataran rendah iklim basah, DRIK = Dataran rendah iklim kering, DTIB= Dataran tinggi iklim basah, DTIK= Dataran tinggi iklim kering (Sumber: BBSDL, 2014; Data spasial skala 1:250.000).

Luas lahan kering masam ($\text{pH} < 5,5$) mencakup areal sekitar 107,36 juta ha (74,31%), dan yang tidak masam ($\text{pH} \geq 5,5$) sekitar 37,12 juta ha (Tabel 3). Sesuai dengan bahan induk dan kondisi iklim, sebagian besar lahan kering masam terdapat di Kalimantan, Sumatera, dan Papua, umumnya terbentuk dari bahan induk batuan sedimen masam, batuan metamorf dan tuf vulkan masam (andesit, liparit, dasit). Sedangkan lahan kering tidak masam dominan terdapat di Sulawesi, Nusa Tenggara dan Maluku, terbentuk dari bahan induk batuan sedimen basis seperti batugamping, napal, dan batuan vulkan basalt.

Tabel 3. Luas lahan kering berdasarkan kemasaman tanah

Pulau	Lahan Kering (Ha)		Total (Ha)
	Tanah Masam	Tanah Tidak Masam	
Sumatera	30.934.790	2.320.007	33.254.797
Jawa	8.340.527	1.934.080	10.274.607
Bali & Nusa Tenggara	168.792	6.535.619	6.704.411
Kalimantan	39.094.313	2.520.306	41.614.619
Sulawesi	7.466.479	9.108.147	16.574.626
Maluku	1.999.401	5.449.785	7.449.186
Papua	19.353.332	9.247.634	28.600.966
Indonesia	107.357.633	37.115.579	144.473.211
% Lahan Kering	74,31	25,69	100,00
% Indonesia	56,18	19,42	75,60

Keterangan: Masam = $\text{pH} < 5,5$; Tidak masam = $\text{pH} \geq 5,5$.

Sumber: BBSDLP (2014); Data spasial skala 1:250.000.

2.2.2 Penggunaan Lahan Kering

Berdasarkan BPS (2008), luas lahan pertanian di Indonesia 70,2 juta ha, dikelompokkan menjadi lahan perkebunan (18,5 juta ha), tegalan (14,6 juta ha), lahan terlantar (11,3 juta ha), sawah (7,9 juta ha), pekarangan (5,4 juta ha), kayu-kayuan (9,3 juta ha), sisanya dalam luasan sempit dijumpai padang penggembalaan, tambak dan kolam. Dari luasan tersebut, yang sudah efektif sebagai lahan pertanian seluas 46,4 juta ha, terdiri dari lahan sawah, pekarangan, tegalan dan perkebunan. Namun sejak tahun 2008, BPS tidak lagi mempublikasikan semua jenis lahan tersebut, kecuali luas baku lahan sawah dan lahan perkebunan. Sebagai informasi tambahan berdasarkan data BPN (2012), luas lahan tegalan sudah lebih luas, yaitu seluas 16,44 juta ha, luasan ini termasuk lahan yang telah memiliki perijinan (HGU).

Luas baku lahan kering yang dimanfaatkan untuk memproduksi bahan pangan adalah tegalan, yaitu sekitar 14,6 juta ha dengan komoditas utamanya jagung dan kedelai. Berdasarkan perkiraan persentase luas panen di lahan kering terhadap total luas panen masing-masing komoditas tanaman pangan, menunjukkan bahwa pemanfaatan lahan kering untuk memproduksi bahan pangan utama, yaitu hanya seluas 5,53 juta ha

(Tabel 4), atau 37,8% dari total luas lahan tegalan. Ini menunjukkan bahwa secara biofisik sebagian besar lahan tegalan belum dimanfaatkan secara efektif, sehingga terdapat peluang cukup besar untuk perluasan areal tanam pangan melalui intensifikasi di lahan kering.

Tabel 4. Luas panen, produksi komoditas pangan rata-rata 5 tahun (2004-2008), dan porsi luas panen dari lahan kering

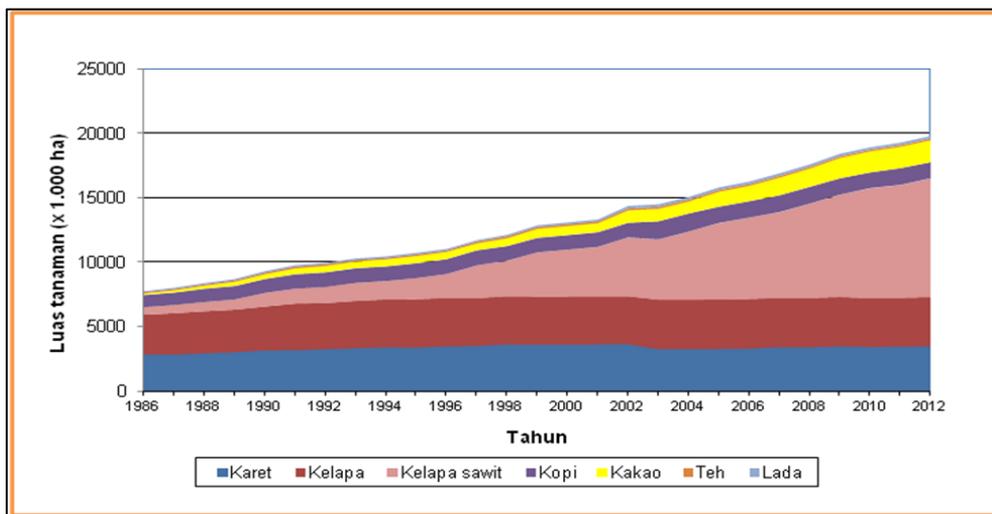
Komoditas	Luas panen (ha)	Produksi (ton)	Produktivitas (ton/ha)	Perkiraan porsi luas panen dari LK (%)	Perkiraan luas baku LK (ha)	Produktivitas potensial (ton/ha)
Padi gogo	1.095.741	2.772.979	2,54	100	1.095.741	3
Jagung	3.553.606	12.700.035	3,57	60	2.133.696	5
Kedelai	555.152	588.903	1,30	30	166.716	1,6
Kc tanah	690.974	814.502	1,18	70	474.760	1,3
Kc hijau	304.729	313.611	1,03	50	152.365	1,5
Ubikayu	1.213.287	19.903.103	16,49	100	1.213.287	20
Ubijalar	178.514	1.881.217	10,54	25	44.778	15
Kentang	60.680	1.023.201	16,86	100	60.680	20
Bw. merah	89.389	770.101	8,62	20	17.880	10
Cabe merah	122.755	807.160	6,58	20	24.551	16-20
Gula tebu	427.799	2.623.786	6,1 ^{*)}	40	171.120	9 ⁾
Jumlah	8.109.191				5.531.022	

Sumber: Mulyani dan Hidayat (2010)

Secara biofisik, lahan kering terlantar berupa semak belukar dan alang-alang masih cukup luas, yaitu sekitar 11,3 juta ha, sebagian besar potensial untuk pengembangan pertanian. Namun berdasarkan *land tenure*, sebagian besar lahan tersebut sudah dikuasai oleh perorangan atau badan usaha sehingga tidak mudah diakses. Oleh sebab itu, untuk perluasan lahan pertanian ke depan dibutuhkan suatu kebijakan khusus, baik untuk penyediaan cadangan lahan negara yang mudah diakses untuk dapat dikembangkan sebagai lahan pertanian, maupun regulasi yang mengatur kembali penguasaan dan pengusahaan lahan terlantar.

Luas baku lahan sawah sekitar 8,1 juta ha dan luas baku lahan perkebunan baik berupa perkebunan besar maupun perkebunan rakyat sekitar 23 juta ha (BPS, 2014). Peningkatan luas lahan perkebunan cukup pesat yaitu 8,77 juta ha pada tahun 1986 menjadi 18,5 juta ha pada tahun 2008, dan menjadi 23 juta ha pada tahun 2013 (BPS, 2014). Peningkatan terluas terjadi pada perkebunan kelapa sawit, yaitu dari hanya 0,6 juta ha pada tahun 1986 menjadi 6,3 juta ha pada tahun 2006 dan 9,3 juta ha pada tahun 2013 (Gambar 2). Perkembangan perkebunan kelapa sawit tersebut telah mendorong dinamika perubahan penggunaan lahan yang sangat cepat, bahkan ikut mendorong

masyarakat untuk merubah (alih fungsi) lahan sawah dan/atau tegalan menjadi lahan perkebunan sawit, terutama di kawasan transmigrasi di Sumatera dan Kalimantan, yaitu dari lahan berbasis tanaman pangan menjadi areal kelapa sawit dan karet.



Gambar 2. Perkembangan penggunaan lahan beberapa komoditas perkebunan pada periode 1986-2013 (Sumber: BPS 1986-2013)

Luas total lahan perkebunan mencapai 23 juta ha terdiri dari perkebunan kelapa sawit (40%), kelapa (16%), karet (15%), kakao (7%) dan kopi (5%). Perkebunan sawit seluas 9,3 juta ha terdiri dari 5,5 juta ha atau 59,1% merupakan perkebunan besar (PTPN dan swasta), sisanya merupakan perkebunan rakyat. Menurut Wahyunto *et al.* (2013), sekitar 1,5 juta ha perkebunan sawit tersebut berada di lahan gambut, sisanya adalah lahan kering mineral.

2.2.3 Potensi Lahan Kering

Lahan potensial untuk pertanian adalah lahan yang secara biofisik, terutama dari aspek topografi/lereng, iklim, sifat fisika, dan kimia tanah sesuai atau cocok dikembangkan untuk pertanian. Artinya lahan tersebut secara teknis-agronomis mampu mendukung pertumbuhan tanaman dan/atau perkembangan ternak secara optimal. Hanya saja, lahan potensial tersebut belum mempertimbangkan aspek kepemilikan dan peruntukan lahan, serta aspek sosial-ekonomi, namun sudah mempertimbangkan penetapan kawasan konservasi dan hutan lindung. Oleh sebab itu, lahan potensial dapat berada pada kawasan budidaya lahan basah (sawah) dan lahan kering yang sudah diusahakan, atau berada pada kawasan hutan produksi atau hutan konversi.

Potensi lahan kering untuk pertanian dapat dibedakan atas 4 kelompok komoditas utama, yaitu: tanaman pangan (TP), tanaman sayuran dataran tinggi (TS), tanaman tahunan, termasuk buah-buahan (TT), dan penggembalaan ternak (PT). Berdasarkan hasil analisis biofisik lahan, sekitar 91,53 juta ha (63,42%) dari 144,31 juta ha lahan kering, potensial untuk pertanian. Sekitar 33,60 juta ha (36,70%) di antaranya potensial untuk tanaman pangan, 1,09 juta ha (1,19%) potensial untuk tanaman sayuran dataran tinggi, sekitar 53,59 juta ha (58,55%) potensial untuk tanaman tahunan termasuk buah-buahan, serta 3,26 juta ha (3,56%) potensial untuk padang penggembalaan ternak. Lahan kering potensial terluas terdapat di Pulau Kalimantan seluas 30,48 juta ha, disusul Sumatera sekitar 20,19 juta ha, Papua 13,35 juta ha, Sulawesi 9,36 juta ha, Jawa 8,79 juta ha, Maluku 5,08 juta ha dan Bali & Nusa Tenggara seluas 4,29 juta ha (Tabel 5).

Tabel 5. Potensi lahan kering untuk pertanian tanaman pangan, tanaman sayuran dataran tinggi, tanaman tahunan dan penggembalaan ternak

Pulau	Potensi Lahan				Total
	TP	TS	TT	PT	
Sumatera	14.999.724	39.573	5.152.707	0	20.192.005
Jawa	1.909.124	1.008.677	5.868.687	0	8.786.488
Bali & Nusa Tenggara	1.139.258	44.534	2.515.790	586.386	4.285.967
Kalimantan	7.333.249	0	22.940.823	206.452	30.480.524
Sulawesi	1.886.165	24.416	5.615.427	1.835.231	9.361.239
Maluku	824.533	5.194	3.689.135	560.256	5.079.118
Papua	5.468.840	0	7.808.768	67.434	13.345.042
Indonesia	33.595.147	1.088.140	53.591.337	3.255.759	91.530.383
% Potensi Lahan	36,70	1,19	58,55	3,56	100,00
% Lahan Kering	23,28	0,759	37,16	2,26	63,42

Keterangan: TP = Tanaman pangan, TS = Tanaman sayuran dataran tinggi, TT = Tanaman tahunan termasuk buah-buahan, dan PT = Padang penggembalaan ternak (Sumber: BBSDLP, 2014; Data spasial skala 1:250.000).

Berdasarkan ketinggiannya dari muka laut, lahan kering potensial dataran rendah mencapai 82,77 juta ha atau 90,44% dari seluruh lahan kering potensial (91,53 juta ha), sedangkan lahan kering dataran tinggi sekitar 8,76 juta ha atau 9,57% (Tabel 6). Lahan kering potensial terluas terdapat di Kalimantan, kemudian disusul Sumatera dan Papua. Luas lahan kering potensial Jawa dan Sulawesi berimbang sekitar 8,8-9,4 juta ha, sedangkan Bali dan Nusa Tenggara dan kepulauan Maluku 4,29-5,08 juta ha. Lahan kering potensial untuk tanaman pangan dataran rendah cukup luas yakni sekitar 32,46

juta ha, sedangkan lahan kering dataran tinggi hanya 1,1 juta ha. Tanaman tahunan mempunyai potensi seluas 47,69 juta ha pada dataran rendah dan 5,9 juta ha pada dataran tinggi.

Tabel 6. Potensi lahan kering untuk pertanian tanaman pangan, tanaman sayuran dataran tinggi, tanaman tahunan dan penggembalaan ternak berdasarkan elevasi

Pulau	Dataran Rendah			Dataran Tinggi				Total
	TP	TT	PT	TP	TS	TT	PT	
Sumatera	139.716.853	3.640.263	0	1.031.456	5.404	1.512.454		20.192.005
Jawa	1.909.124	4.609.123	0	0	1.008.677	1.259.564	-	8.786.488
Bali & NT	1.131.913	2.286.888	562.230	7.430	44.449	228.902	24.156	4.285.967
Kalimantan	7.327.169	22.395.951	206.452	6.080	0	544.872	-	30.480.524
Sulawesi	1.886.165	4.794.326	1.194.388	39.207	24.416	821.101	640.843	9.361.239
Maluku	822.551	3.240.335	555.639	1.982	5.194	448.800	4.617	5.079.118
Papua	5.456.519	6.723.624	67.434	12.321	-	1.085.144	-	13.345.042
Indonesia	32.496.671	47.690.510	2.586.142	1.098.477	1.088.140	5.900.827	669.616	91.530.383
%	35,50	52,10	2,83	1,20	1,19	6,45	0,73	100,00

Keterangan: DRIB = Dataran rendah iklim basah, DRIK = Dataran rendah iklim kering, DTIB = Dataran tinggi iklim basah, DTIK = Dataran tinggi iklim kering. TP = Tanaman pangan, TS = Tanaman sayuran dataran tinggi, TT = Tanaman tahunan termasuk buah-buahan, dan PT = Padang penggembalaan ternak (Sumber: BBSDLP, 2014; Data spasial skala 1:250.000).

Berdasarkan status kawasan, lahan dapat dikelompokkan menjadi kawasan areal penggunaan lain (APL) dan kawasan hutan. Kawasan APL merupakan lahan-lahan yang statusnya bukan sebagai kawasan hutan, sedangkan kawasan hutan dipilah lebih lanjut menjadi hutan produksi konversi (HPK), hutan produksi (HP), hutan produksi terbatas (HPT), dan hutan lindung (HL). HPK merupakan kawasan hutan yang dicadangkan untuk dikonversi jika diperlukan (UU 41/2009), sedangkan kawasan HP adalah kawasan hutan produksi yang masih mungkin dikonversi jika diperlukan dan ada penggantian. Di beberapa provinsi di Kalimantan maupun Papua, lahan HPK sangat sedikit, sehingga lahan HP juga dicadangkan untuk pertanian.

Lahan kering potensial pada kawasan APL (areal penggunaan lain) maupun pada kawasan hutan (HPK dan HP) sekitar 70,79 juta ha, terdiri atas di lahan APL seluas 40,65 juta ha, pada kawasan HPK seluas 12,32 juta ha, dan pada kawasan hutan produksi (HP) seluas sekitar 17,82 juta ha. Lahan kering potensial tersebut sudah termasuk yang sebagian besar telah digunakan untuk pertanian (Tabel 7) terutama pada kawasan APL. Sebagai bahan pertimbangan untuk penataan penggunaan lahan ke depan, khususnya kawasan hutan yang pada kenyataannya sebagian sudah kurang sesuai dengan kondisi lapangan yakni sebagian sudah dibuka atau berupa semak belukar dan hutan sekunder.

Lahan kering potensial untuk tanaman pangan dan sayuran pada lahan APL seluas 20,72 juta ha, kawasan HPK 4,15 juta ha dan kawasan HP seluas 6,88 juta ha. Untuk tanaman tahunan pada lahan APL seluas 18,97 juta ha, kawasan HPK 7,28 juta ha dan pada kawasan HP seluas 10,74 juta ha. Sedangkan untuk pengembalaan ternak potensinya pada lahan APL 0,95 juta ha, kawasan HPK 0,89 juta ha dan pada kawasan HP seluas 0,2 juta ha.

Tabel 7. Luas lahan kering potensial untuk tanaman pangan, tanaman sayuran dataran tinggi, tanaman tahunan dan pengembalaan ternak pada kawasan APL, HPK dan HP

Pulau	APL			HPK			HP			Grand Total
	TP/TS	TT	PT	TP/TS	TT	PT	TP/TS	TT	PT	
Sumatera	11.146.145	3.478.194	0	1.227.714	355.150	0	2.665.439	1.319.364	0	20.192.005
Jawa	2.356.231	4.171.999	0	0	0	0	214.383	874.458	0	7.617.071
Bali & NT	1.135.271	1.624.513	392.519	20.586	62.779	6.388	45.908	170.316	56.272	3.514.551
Kalimantan	3.966.868	6.647.384	57.413	682.674	1.243.979	1.391	1.823.941	5.505.062	95.751	20.024.463
Sulawesi	1.494.128	2.517.728	465.507	220.230	1.858.508	515.375	0	0	0	7.071.477
Maluku	277.860	380.044	29.383	364.667	1.715.521	343.377	63.880	346.466	14.092	3.535.290
Papua	342.465	154.749	9.048	1.634.723	2.046.986	22.906	2.066.622	2.521.068	34.124	8.832.689
Indonesia	20.718.968	18.974.611	953.870	4.150.594	7.282.923	889.437	6.880.173	10.736.734	200.239	70.787.547
%	29,27	26,81	1,35	5,87	10,29	1,26	9,72	15,17	0,28	100,00

Keterangan: APL = Areal Penggunaan Lain, HPK = Hutan Produksi Konversi, HP = Hutan Produksi. TP = Tanaman pangan, TS = Tanaman sayuran dataran tinggi, TT = Tanaman tahunan termasuk buah-buahan, dan PT = Padang pengembalaan ternak (Sumber: BBSDLP, 2014; Data spasial skala 1:250.000).

2.3 Permasalahan Sumberdaya Lahan dan Sosial Ekonomi

Secara teoritis masalah pengembangan lahan kering dapat dikelompokkan menjadi 4 kelompok yaitu: masalah sumberdaya iklim dan air, sumberdaya tanah, teknologi dan kelembagaan (sosial-ekonomi) (Irianto, 2001).

2.3.1 Permasalahan sumberdaya tanah lahan kering

Lahan kering iklim basah (lahan kering masam) mempunyai tingkat kesuburan tanah rendah, yang dicirikan oleh pH masam, C-organik, basa-basa dapat tukar, KB dan KTK rendah, sehingga untuk usaha pertanian diperlukan input yang cukup tinggi. Selain itu, potensi erosi di lahan kering masam pun cukup tinggi karena lebih dari 50% areal lahan kering masam berada pada bentuk wilayah berombak sampai bergunung (Subagyo *et al.* 2006). Lahan kering masam didominasi jenis tanah Ultisols dan Oxisols yang

memiliki indeks kepekaan tanah terhadap erosi berkisar antara 0,09-0,27 (Ultisols) dan 0,02-0,09 (Oxisols), artinya tingkat kepekaan tanah Ultisols terhadap erosi 3-4 kali lebih besar dibanding Oxisols.

Lahan kering iklim kering mempunyai curah hujan tahunan rendah tetapi didominasi lahan berlereng, sehingga selain kelangkaan air, potensi bahaya erosi di wilayah ini juga tinggi. Nusa Tenggara Timur yang didominasi wilayah berbukit dan bergunung dengan lereng >30%, umumnya didominasi oleh tanah dengan solum dangkal dan berbatu, sehingga *tolerable soil loss* (TSL) atau erosi masih diperbolehkan hanya berkisar antara 1,12-2,24 ton/ha/tahun. Beberapa komoditas pertanian sulit tumbuh dan berkembang di kawasan yang bersolum dangkal ini, sehingga banyak ditemukan padang penggembalaan yang hanya ditumbuhi rerumputan yang cocok untuk pengembangan peternakan. Penyediaan sumberdaya air permukaan seperti embung, pompanisasi, dam parit, dapat meningkatkan indeks pertanaman terutama untuk sayuran berumur pendek yang mempunyai nilai ekonomis tinggi.

2.3.2 Permasalahan Sumberdaya Air Lahan Kering

Air dan lahan kering mempunyai dua keterkaitan penting, yaitu: (a) air sebagai salah satu kendala bagi sistem produksi pertanian akibat keterbatasan dan atau ketidakseimbangan sebarannya secara temporal dan spasial, dan sebaliknya (b) lahan kering merupakan salah satu komponen pengendali dan sekaligus penyangga sumberdaya air karena sebagian besar lahan kering berada dalam kawasan DAS hulu.

Pasokan (*supply*) dan kebutuhan (*demand*) air yang timpang dalam ruang dan waktu merupakan salah satu kendala dalam pengelolaan lahan kering untuk budidaya: padi, palawija dan hortikultura di Indonesia. Keterbatasan sumberdaya air pada lahan kering iklim kering belum banyak memberi peluang dan harapan bagi petani untuk mengembangkan budidaya tanaman secara sungguh-sungguh, sehingga walaupun mempunyai tingkat kesuburan yang tinggi, lahan kering beriklim kering seringkali terbelengkalai sebagai lahan yang tidak produktif. Kondisi tersebut memerlukan penanganan pengelolaan sumberdaya air dalam menentukan strategi pengembangan tanaman pangan terutama berkaitan dengan pengelolaan sumberdaya air.

Permasalahan yang dihadapi dalam pengelolaan sumberdaya air lahan kering terutama adalah terfragmentasinya potensi sumber daya air (air permukaan dan airtanah) di beberapa lokasi sehingga diperlukan upaya eksplorasi, eksploitasi, dan penyusunan desain distribusi pengelolaan air dari sumber sampai ke lahan pertanian. Informasi potensi sumberdaya air, daerah imbuhan, dan interkonektivitas sumberdaya air sangat diperlukan sehingga pemanfaatan sumberdaya air di lahan kering dapat dilakukan dengan optimal dan berkelanjutan.

Kondisi faktual menunjukkan kondisi DAS di Indonesia banyak yang telah mengalami degradasi, kerusakan DAS terus meningkat dari 22 DAS pada tahun 1984 menjadi 39 dan 62 DAS pada tahun 1992 dan 1998, bahkan menurut SK Menteri Kehutanan No. SK. 328/2009, ada 108 DAS kritis dengan prioritas penanganan dalam RPJM 2010–2014. Peningkatan DAS kritis 3 kali lipat dari 22 pada tahun 1984 menjadi 62 pada tahun 2005, terutama disebabkan alih fungsi lahan di kawasan hulu menjadi areal pertanian.

Menurut Pasandaran *et al.* (2011) ada lima hal yang menyebabkan degradasi DAS yaitu: tekanan populasi penduduk yang semakin meningkat, politik pengelolaan sumberdaya alam yang cenderung eksploitatif, adanya konspirasi antara penguasa dan pengusaha dalam pengelolaan sumberdaya alam, kebijakan yang cenderung mengabaikan pemeliharaan sumberdaya alam, dan tekanan kemiskinan untuk memenuhi kebutuhan pangan.

2.3.3 Permasalahan Sosial Ekonomi di Lahan Kering

Pengelolaan lahan kering seringkali terkendala oleh aspek sosial-ekonomi petani, baik terkait dengan karakteristik petani maupun kompleksitas permasalahan lahan kering yang dihadapi petani. Beberapa kendala utama adalah rendahnya tingkat pendidikan, terbatasnya pemilikan lahan khususnya di wilayah lahan kering iklim basah, pergeseran status penguasaan lahan dari hak milik menjadi lahan saku atau sewa (status lahan absentee), dan fragmentasi lahan yang menyebabkan semakin sempitnya penguasaan lahan oleh petani. Di sisi lain, pembinaan dan pendampingan teknologi pertanian, serta dukungan kelembagaan sangat terbatas dan akses petani terhadap input produksi, inovasi teknologi, dan permodalan relatif juga terbatas. Akibatnya adopsi teknologi pertanian pada lahan kering relatif masih rendah yang dicirikan antara lain tingginya senjang produktivitas antara tingkat petani dengan hasil-hasil penelitian. Selain itu, inovasi teknologi yang sudah terbukti layak teknis dan ekonomis di tingkat penelitian dan pengembangan belum menjadi jaminan akan diadopsi oleh petani lahan kering akibat lemahnya sistem alih teknologi. Peran kelembagaan penyuluhan juga masih lemah baik dalam alih inovasi teknologi maupun pemberdayaan masyarakat.

Aspek sosial-ekonomi lainnya yang sering menjadi kendala adalah ketersediaan infrastruktur seperti keberadaan pasar yang jauh dari lokasi usahatani, kualitas jaringan jalan desa, dan modal transportasi pedesaan yang tidak efisien. Fenomena di luar Pulau Jawa, penguasaan lahan kering relatif luas tetapi ada keterbatasan tenaga kerja sehingga pengelolaan lahan kering untuk tanaman pangan bersifat ekstensif, dan masih banyak petani yang menerapkan teknik tebas bakar dengan pola perladangan berpindah.

Secara nasional status kepemilikan, peruntukan dan penguasaan lahan kering yang dikuasai oleh perorangan atau badan hukum cukup banyak yang bermasalah atau

berpotensi konflik (*conflict*) karena sebagian lahan tersebut berada pada kawasan hutan, seperti Hutan Lindung, Hutan Produksi Terbatas, Hutan Produksi, atau Hutan Produksi Konversi (HPK). Diperlukan kebijakan pemerintah untuk merubah status lahan tersebut menjadi Areal Penggunaan Lainnya (APL). Kemudian untuk memenuhi kebutuhan lahan pertanian di masa depan perlu ada kebijakan pemerintah untuk mengkonversi status lahan HPK menjadi APL. Kebijakan tersebut diperlukan untuk pelaksanaan reformasi agraria, misalnya memindahkan petani berlahan sempit atau petani gurem (Jawa, Bali) ke wilayah (pulau) yang tersedia lahan HPK yang potensial dirubah statusnya menjadi APL.

2.3.4 Permasalahan Lingkungan di Lahan Pertanian

Masalah lingkungan lahan kering sangat ditentukan oleh sistem pengelolaan, iklim dan toposiografi, serta sifat inheren lainnya, termasuk batuan induknya. Sifat intrinsik mineral, sifat fisik dan kimia tanah juga menentukan daya sangga (*buffer*) lahan terhadap berbagai masalah lingkungan. Pengelolaan lahan yang tidak tepat dan tanpa mengindahkan kaidah konservasi tanah akan memicu masalah lingkungan lahan kering, ditunjukkan oleh tingginya laju erosi dan sedimentasi, baik di wilayah iklim basah yang curah hujannya tinggi maupun di wilayah iklim kering dengan sifat hujan yang eratik. Kondisi ini akan mempercepat terjadinya degradasi lahan dan kerusakan kualitas daerah aliran sungai (DAS), apalagi jika pengembangan usahatani lahan kering dilakukan di DAS hulu.

Selain itu, beberapa potensi masalah lingkungan yang dapat terjadi di lahan kering adalah:

1. Tingginya konsentrasi sisa pestisida, terutama dalam bentuk organo klorin dan organo-fosfat, terutama di daerah pertanian intensif tanaman sayur-sayuran.
2. Masalah pencemaran logam berat, masalah ini sering ditemukan pada daerah yang dipengaruhi oleh limbah industri (industri tekstil dan baja) dan daerah bekas tambang.
3. Pencemaran tanah dan air oleh NO_3^- akibat penggunaan pupuk N yang berlebihan, terutama pada lahan kering dengan tanah bertekstur kasar.
4. Penurunan cadangan (*stock*) karbon (C), baik di atas permukaan maupun di dalam tanah, yang tidak saja berkaitan dengan masalah lingkungan global berupa perubahan iklim, tetapi juga masalah lokal, berupa pekanya tanah terhadap erosi, tingginya tingkat pencucian hara dan rendahnya kemampuan tanah menyimpan air, serta penurunan kualitas tanah lainnya.

2.4 Peluang Pengembangan

Identifikasi lahan kering potensial tersedia secara biofisik, didasarkan pada tumpangtepat (*overlay*) antara potensi lahan pada kawasan APL, HPK dan HP dengan peta penggunaan lahan dari BPN tahun 2012. Lahan tersedia secara biofisik adalah lahan-lahan potensial yang belum digunakan untuk pertanian dan penggunaan lainnya, yaitu berupa padang rumput, semak, belukar, dan hutan sekunder. Selain informasi spasial tipe penggunaan lahan eksisting, peta penggunaan lahan juga mengindikasikan status kepemilikan lahan, seperti HGU, surat perijinan untuk perkebunan, tambang dan kehutanan.

Berdasarkan hasil tumpangtepat antara potensi lahan kering pada lahan APL, HPK dan HP dengan peta penggunaan lahan, luas lahan kering potensial tersedia untuk pengembangan pertanian pada lahan APL sekitar 5,97 juta ha (Tabel 8). Sedangkan lahan tersedia pada lahan HPK seluas 7,09 juta ha terdiri atas lahan yang belum digunakan seluas 4,41 juta ha dan yang telah memiliki perijinan lokasi (perkebunan, pertambangan) seluas 2,68 juta ha.

Tabel 8. Luas lahan kering potensial tersedia untuk tanaman pangan, tanaman sayuran dataran tinggi, tanaman tahunan dan penggembalaan ternak pada kawasan APL, HPK dan HP

Pulau	APL			HPK			HP			Grand Total
	TP/TS	TT	PT	TP/TS	TT	PT	TP/TS	TT	PT	
Sumatera	1.098.374	565.124	0	108.334	101.757	0	2.050.541	1.009.895	0	4.934.025
Jawa	57.699	351.646	0	0	167	0	249.828	797.457	0	1.456.797
Bali & NT	327.034	868.971	201.377	16.345	60.682	5.652	42.545	167.297	53.662	1.743.565
Kalimantan	400.263	801.355	22.187	231.915	360.884	65	1.403.642	4.815.957	89.203	8.125.471
Sulawesi	151.677	573.307	125.494	69.316	708.768	194.942	0	0	0	1.823.504
Maluku	74.322	190.419	19.894	316.057	665.336	337.976	61.625	269.217	13.226	1.948.072
Papua	24.597	13.593	1.545	631.736	587.655	12.359	2.009.600	2.472.629	33.340	5.787.054
Indonesia	2.133.968	3.364.415	370.497	1.373.703	2.485.248	550.994	5.817.782	9.532.452	189.431	25.818.490

Keterangan: APL = Areal Penggunaan Lain, HPK = Hutan Produksi Konversi, HP = Hutan Produksi. TP = Tanaman pangan, TS = tanaman sayuran dataran tinggi, TT = tanaman tahunan termasuk buah-buahan, dan PT = padang penggembalaan ternak (Sumber: BBSDLP, 2014; Data spasial skala 1:250.000).

Potensi lahan kering pada kawasan hutan produksi (HP) seluas 15,54 juta ha, sebagian di antaranya telah memiliki perijinan terutama untuk pengembangan hutan tanaman industri (HTI), hak penguasaan hutan (HPH), dan pertambangan. Di beberapa provinsi, misalnya di Kalimantan Tengah, Kalimantan Timur serta sebagian Papua, lahan APL dan HPK terbatas, namun sebaliknya lahan HP cukup luas yakni sekitar 6,31 juta ha di Kalimantan, 4,52 juta ha di Papua, dan 3,06 juta ha di Sumatera. Dari luasan lahan

kering potensial tersedia tersebut sekitar 2,11 juta ha berada di lahan APL, dan pada lahan HPK seluas 1,37 juta ha. Untuk tanaman sayuran dataran tinggi lahan yang potensial tersedia pada lahan APL maupun pada kawasan HPK dan HP tidak luas, masing-masing hanya 60.950 ha di APL, 3.083 ha di HPK dan 131.866 ha di HP. Lokasinya tersebar dalam luasan kecil di semua pulau, kecuali Kalimantan dan Papua tidak ada potensinya. Sebaran lahan-lahan potensial tersedia tersebut terutama pada lahan APL tidak seluruhnya mengelompok dalam luasan yang besar, akan tetapi tersebar secara terfragmentasi dalam luasan yang sempit.

3

STATUS PENELITIAN DAN PENGEMBANGAN PERTANIAN LAHAN KERING

Program penelitian dan pengembangan inovasi teknologi pengelolaan lahan kering di Indonesia telah dilakukan sejak beberapa dekade yang lalu. Selain dalam bentuk komponen teknologi, pengembangan inovasi teknologi pengelolaan lahan kering juga telah dilakukan secara interdisiplin, yaitu dengan melibatkan peneliti dari berbagai disiplin ilmu dan dilakukan dalam bentuk *on-farm research*. Program-program seperti ini telah menghasilkan berbagai bentuk sistem atau model usahatani yang bisa dikembangkan pada lahan kering (*upland farming system*).

3.1 Dinamika Penelitian dan Pengembangan Lahan Kering

Sebelum tahun 1980, program litbang inovasi teknologi pertanian masih dominan dilakukan di lahan sawah dalam rangka mendukung Program Bimas. Program litbang pertanian di lahan kering mulai banyak dilakukan pada periode tahun 1980. Beberapa tahun terakhir dan untuk yang akan datang, penelitian lebih banyak dikaitkan dengan adaptasi dan mitigasi terhadap perubahan iklim.

3.1.1 Program litbang pertanian lahan kering periode tahun 1980-1990-an

Program Penelitian Pertanian Menunjang Transmigrasi (P3MT). Program ini terutama dilakukan pada lahan kering masam dalam rangka alih teknologi untuk menunjang pengembangan pertanian di daerah transmigrasi. Program ini berakhir pada bulan Maret 1986.

Tropsoil Project. Dilaksanakan pada tahun 1980-1986 bekerjasama dengan North Carolina State University dan University of Hawaii pada lahan kering masam di daerah transmigrasi Sitiung, Sumatera Barat. Tujuannya adalah untuk meningkatkan produktivitas lahan kering masam di daerah tropika basah. Beberapa teknologi unggulan yang dihasilkan di antaranya adalah teknologi pengayaan unsur P dan K, efisiensi penggunaan pupuk N, serta teknik pemberian kapur untuk mengatasi kemasaman tanah dan keracunan aluminium. Kegiatan ini juga bertepatan dengan pelaksanaan program Departemen Pertanian yang tengah melakukan program pengapuran pada areal pertanaman kedelai secara nasional pada musim tanam 1983/1984. Beberapa teknologi konservasi yang dikembangkan di antaranya sistem olah tanah konservasi, pemanfaatan mulsa, dan teknologi konservasi secara vegetatif dalam bentuk budidaya lorong (*alley cropping*) dan tanaman penutup tanah (*cover crop*).

The World Phosphate Institute (IMPHOS). Penelitian peningkatan produktivitas lahan kering masam dengan teknik rekapitalisasi fosfat alam reaktif (P-alam) dikombinasikan dengan bahan organik mampu meningkatkan produktivitas tanaman jagung, meningkatkan kadar P-potensial dan P-tersedia dalam tanah, serta menekan kejenuhan Aluminium di tanah masam.

Sistem Usahatani Tanaman Ternak di Lahan Kering Masam (*Crop Animal System Research Project*). Dilaksanakan di areal transmigrasi Provinsi Lampung, Sumatera Selatan dan Jambi. Model usahatani yang dikembangkan adalah usahatani yang mengintegrasikan tanaman pangan, tanaman tahunan (karet) dan ternak (sapi, kambing dan ayam). Hasil yang telah dicapai memperlihatkan model usahatani tanaman ternak yang dikembangkan mampu meningkatkan pendapatan petani di atas USD 1.500/tahun/keluarga.

Program Pembangunan Penelitian Pertanian Nusa Tenggara (P3NT), dilaksanakan dari tahun 1986-1995, dipusatkan di empat kabupaten yaitu Kupang, Sikka, Lombok Barat, dan Lombok Timur. Sejumlah hasil litbang yang telah diperoleh antara lain adalah: inovasi teknologi pengelolaan lahan pekarangan dan aplikasi budidaya lorong pada lahan marjinal dan peka erosi.

P2ULK (*UFPD-Upland Farmers Development Programe*), bersifat lintas sektoral, dilaksanakan di 3 provinsi yaitu Jawa Barat, Kalimantan Tengah, dan Nusa Tenggara Timur. Kegiatan litbang dititikberatkan pada pengembangan pola tanam yang mengkombinasikan tanaman tahunan (jangka panjang) dan tanaman semusim (jangka pendek), teknik konservasi yang diterapkan adalah budidaya lorong (*alley cropping*) dan strip rumput yang diintegrasikan dengan ternak. Pada periode ini telah berlangsung juga program penelitian yang dilakukan pada skala DAS sehubungan dengan kerusakan areal DAS di Indonesia yang semakin mengkhawatirkan, beberapa program penelitian pengelolaan DAS yang dapat diinventarisasi di antaranya adalah:

Program Citanduy II: Kegiatan ini dilakukan dari tahun 1982 sampai dengan 1988. Beberapa hasil yang cukup menonjol di antaranya adalah penyempurnaan teras bangku dan integrasi ternak dalam sistem usahatani konservasi.

Program Pertanian Lahan Kering dan Konservasi Tanah (P2LK2T). P2LK2T atau yang lebih dikenal dengan UACP (*Upland Agriculture and Conservation Project*) dilaksanakan untuk menangani lahan kritis di dua sub DAS super prioritas yaitu DAS Jartunseluna di Jawa Tengah dan DAS Brantas di Jawa Timur, berlangsung dari tahun 1984-1994. Hasil yang dicapai P2LK2KT selama 8 tahun antara lain: target fisik secara kuantitatif; teras bangku telah menurunkan erosi 46-76%, telah melatih sekitar 16.000 petani, 1.000 PPL, PLP, dan PPS. Dalam hal kelembagaan P2LK2T berhasil mengintegrasikan kegiatan proyek ke dalam mekanisme pemerintahan dan pembangunan daerah.

Pengembangan Daerah Aliran Sungai Kawasan Perbukitan Kritis. Penelitian Terapan Daerah Aliran Sungai Kawasan perbukitan Kritis (*Yogyakarta Upland Area Development Project-YUADP*) adalah salah satu proyek pembangunan pedesaan yang memadukan program lintas kementerian (Pertanian, Pekerjaan Umum, dan Dalam Negeri). Penelitian terapan DAS kawasan perbukitan kritis merupakan bagian integral dan penting dalam proyek ini.

National Watershed Management and Conservation Project (NWMCP). Pokja Penelitian dan Pengembangan Sistem Usahatani merupakan salah satu komponen dari NWMCP, berlangsung dari tahun 1995 sampai dengan 2000. Fokus kegiatan adalah penanggulangan DAS kritis dan pelaksanaan penghijauan di Provinsi Sulawesi Tengah, Sumatera Utara, dan Jawa Barat.

3.1.2 Program Litbang Pertanian Lahan Kering Periode Tahun 2000-Sekarang

Pada periode ini tercatat beberapa program penelitian pada lahan kering yang dilakukan secara multi dan interdisiplin, di antaranya adalah:

Program Peningkatan Pendapatan Petani Miskin Melalui Inovasi (P4MI). Program ini bertujuan untuk meningkatkan kemampuan petani dalam mengembangkan inovasi teknologi pertanian untuk meningkatkan pendapatan, dilaksanakan mulai tahun 2003 dan berakhir pada Desember 2009, mencakup 1067 desa yang tersebar di lima kabupaten, yaitu Blora dan Temanggung-Jawa Tengah, Donggala-Sulawesi Tengah, Ende-NTT, dan Lombok Timur-NTB. Bentuk agro-ekosistem yang digunakan untuk kegiatan ini adalah lahan kering dan tadah hujan yang sudah termasuk dalam kategori lahan marjinal. Teknologi hasil inisiatif lokal termasuk *indigenous technology* yang telah ada di masyarakat mempunyai potensi untuk dikembangkan dengan lebih cepat, karena relatif mudah penerapannya dan umumnya murah (*low cost and low input*). Namun demikian untuk mencapai hasil atau manfaat yang optimal umumnya masih diperlukan penyempurnaan.

PRIMA TANI. PRIMA TANI (Program Rintisan dan Akselerasi Pemasaryakatan Inovasi Teknologi Pertanian) dirancang dan diperkenalkan oleh Balitbang Pertanian selama lima tahun sejak tahun 2005. Selain di lahan sawah, program ini dilaksanakan pula di lahan kering. Target setelah lima tahun atau paling lambat tahun ke enam telah terbentuknya Desa AIP (Agro Industri Pedesaan) atau SUID (Sistem Usahatani Intensifikasi dan Diversifikasi), untuk kemudian ditrasfer pengawalannya kepada pemerintah daerah setempat. Program ini berlanjut sampai sekarang di beberapa provinsi menjadi program pemerintah daerah terutama untuk integrasi tanaman dan ternak.

Konsorsium Sistem Pertanian Terpadu Lahan kering Iklim Kering. "Konsorsium Model/Sistem Pertanian Terpadu Lahan Kering Iklim Kering (SPT-LKIK)"

dibentuk pada tahun 2009 sampai sekarang masih berlangsung. Tujuan kegiatan konsorsium tersebut adalah: (1) membangun model/sistem pertanian terpadu spesifik pada lahan kering beriklim kering, (2) menerapkan inovasi teknologi (pupuk, air, varietas, alsintan) dan kelembagaan pertanian lahan kering beriklim kering secara terintegrasi, (3) melakukan beberapa inovasi teknologi melalui penelitian *superimpose* di dalam kawasan pilot project, (4) melakukan transfer teknologi pertanian lahan kering ke pelaku usaha agribisnis, dan (5) menyusun *grand design* sistem pengembangan pertanian terpadu lahan kering beriklim kering secara nasional

Sistem Pertanian Efisien Karbon. Sistem Pertanian Efisien Karbon atau CEF (*Carbon Efficient Farming*) merupakan model usahatani yang memadukan berbagai inovasi teknologi, sehingga bisa lebih beradaptasi terhadap terjadinya perubahan iklim dan meningkatkan sequestrasi karbon secara optimal, dengan mempertimbangkan aspek yang bersifat spesifik lokasi. Beberapa penciri utama dari sistem pertanian efisien karbon di antaranya adalah optimalisasi lahan, *zero waste*, *clean run-off*, dan peningkatan pendapatan petani. CEF merupakan salah satu bentuk *climate smart agriculture* karena ditandai oleh tingkat emisi yang rendah tanpa mengorbankan produktivitas dan keuntungan usahatani.

Pertanian organik. Pertanian organik adalah salah satu sistem pertanian yang menggunakan sumber hara dan pestisida dari sumber hayati dan alami, tanpa menggunakan bahan agrokimia. Pertanian organik juga menghindari air irigasi yang tercemar logam berat dan agrokimia (pupuk dan pestisida sintetis). Lahan yang digunakan untuk pertanian organik juga harus terbebas dari residu agrokimia.

Multifunctionality of Agriculture (Multifungsi Pertanian). Penelitian ini merupakan penelitian kerjasama antara Negara-negara anggota ASEAN bekerjasama dengan Jepang untuk mengevaluasi manfaat dari pertanian, bukan saja dari aspek *tangible* (berwujud) dan *marketable* (dapat diperjual-belikan), tetapi juga dari aspek yang *intangible* dan *non-marketable* (tidak dapat diperjual-belikan/dipasarkan) seperti fungsi estetika, fungsi pariwisata, ketahanan pangan, lapangan kerja dan sumber pendapatan.

Management of Soil Erosion Consorsium (Konsorsium Manajemen Erosi Tanah). Konsorsium penelitian tanah ini melibatkan Indonesia, Thailand, Philippines, Vietnam dan Laos. Inti dari penelitian adalah bagaimana mengendalikan erosi, terutama secara vegetatif, dan bagaimana kuantifikasi pengaruhnya baik terhadap aliran permukaan, erosi dan sedimentasi pada skala daerah aliran sungai (DAS) atau *DAS micro catchment*.

3.2. Inovasi Teknologi Lahan Kering

3.2.1 Pengelolaan Hara dan Pemupukan

Mengingat tanah mempunyai karakteristik yang sangat bervariasi, begitu pula dengan jenis tanaman, maka perlu dibangun inovasi pengelolaan hara dan pemupukan yang ditujukan untuk meningkatkan efisiensi pemupukan, produktivitas lahan yang optimum, dan menekan pencemaran lingkungan pertanian. Sebagai pendukung efisiensi pemupukan, telah diformulasi pupuk organik dan pupuk majemuk NPK. Selain pupuk anorganik dan organik telah dikembangkan pula pupuk hayati, yaitu pupuk yang mengandung organisme aktif berupa mikroba yang dapat meningkatkan kesuburan, kesehatan tanah serta efisiensi pemupukan. Hayati tanah memegang peranan penting dalam keberlangsungan siklus hara, membentuk *biogenic soil structure* yang mengatur terjadinya proses fisik, kimia dan hayati tanah.

Inovasi teknologi peningkatan efisiensi dan pemupukan hara berimbang telah didukung oleh beberapa perangkat (kits) dan paket rekomendasi antara lain: (1) Paket program rekomendasi pupuk P dan K, (2) Sistem pengelolaan hara terpadu, (3) Perangkat uji (PUTK) tanaman pangan, PUTK hortikultura, PUHT (kelapa sawit dan tebu), dan perangkat uji pupuk organik (PUPO) (Lampiran 1), (4) teknologi pupuk hayati (Lampiran 2).

3.2.2 Teknik Konservasi dan Rehabilitasi Lahan

Erosi merupakan penyebab utama degradasi lahan kering, beberapa teknologi konservasi yang telah dikembangkan untuk menanggulangi erosi di lahan kering utamanya adalah teknik konservasi mekanik (teras bangku, gulud, rorak, individu) dan vegetatif (*alley cropping*/budidaya lorong, *strip cropping*/tanaman strip, wanatani dan tanaman penutup tanah). Di beberapa lokasi telah dikembangkan beberapa jenis teknologi konservasi berdasarkan kearifan lokal, misalnya sengkedan, tabatan watu, kebekolo, pagar hidup. SPLaSH (Sistem Penggunaan Lahan Sesuai Harkat) merupakan perangkat lunak yang dapat digunakan sebagai alat bantu pengambil keputusan (*Decision Support System*) dalam perencanaan dan evaluasi teknik konservasi tanah.

Pemulihan lahan terdegradasi umumnya dilakukan dengan menggunakan metode vegetatif. Penggunaan bahan tertentu yang tergolong sebagai pembenah tanah baik yang berbahan dasar organik (termasuk *biochar*), hayati, maupun mineral telah dikembangkan untuk mempercepat peningkatan kualitas tanah dan menanggulangi faktor pembatas lahan, baik yang bersifat alami maupun akibat degradasi lahan. Pengembangan inovasi reklamasi lahan bekas tambang, misalnya bekas tambang timah

dan batu bara juga dilakukan secara vegetatif dan menggunakan berbagai jenis bahan pembenah tanah.

3.2.3 Pengelolaan Sumberdaya Air dan Hidrologi

Pengelolaan air berperan penting dan merupakan salah satu kunci keberhasilan peningkatan produksi pertanian di lahan kering. Penelitian dan pengembangan untuk menghasilkan inovasi teknologi pengelolaan air telah dilaksanakan pada kurun waktu tahun 2001-2014 dan telah menghasilkan produk-produk sebagai berikut (manfaat dan beberapa keunggulannya disajikan pada Lampiran 3):

1. Teknologi identifikasi potensi ketersediaan air dan neraca ketersediaan- kebutuhan air pertanian, serta pengembangan teknologi isotop untuk identifikasi potensi air tanah.
2. Teknologi akses dan *delivery* data iklim dan hidrologi dengan sistem telemetri.
3. Teknologi panen hujan dan aliran permukaan: dam parit (*channel reservoir*) dan embung.
4. Teknologi desain pengelolaan air (eksplorasi, distribusi, teknik irigasi: irigasi tetes/*drip irrigation*, irigasi semprot bentuk kipas/*fan spray jet*, irigasi curah bergerak/*big gun sprinkler*), otomatisasi irigasi, tampungan air mini sistem renteng (TAMREN), jaringan irigasi hemat energi dan air, pompa air tenaga surya, nano *hydrogel* untuk efisiensi air.
5. Teknologi pengelolaan air pada lahan kering (*Food Smart Village*).
6. Perangkat lunak: MAPDAS (model aliran permukaan daerah aliran sungai). SISDA (sistem informasi sumber daya air), OptiWaSh (*optimal water sharing*).

3.3. Inovasi Teknologi Berbasis Komoditas, Alat dan Mesin, Pasca Panen

3.3.1 Tanaman Pangan

Sejumlah varietas unggul padi gogo, termasuk 14 varietas yang dilepas dalam kurun waktu 10 tahun terakhir, dapat dan telah dimanfaatkan untuk mendukung peningkatan produksi padi di lahan kering. Varietas unggul padi gogo Gajah Mungkur dan Kalimutu toleran kekeringan dan berumur sangat genjah sesuai untuk lahan kering dengan musim hujan pendek; varietas Limboto, Situ Bagendit, Inpago 5, Inpago 7, Inpago 8, Inpago 10, Lipigo 1, dan Inpago Unram 1 mempunyai keunggulan toleran kekeringan yang adaptif pada wilayah lahan kering beriklim kering; varietas Batutugi,

Limboto, Situ Patenggang, Danau Gaung, Inpago 4, Inpago 6, Inpago 8, dan Inpago 9 mempunyai keunggulan toleran keracunan Al adaptif pada lahan kering beriklim basah yang umumnya mempunyai tanah masam; Varietas Cirata dan Jatiluhur toleran naungan sesuai untuk pertanaman tumpang sari. Semua varietas unggul padi gogo mempunyai ketahanan terhadap penyakit blas. Diversifikasi varietas sangat dianjurkan untuk meningkatkan kestabilan ketahanan terhadap penyakit tersebut. Varietas Situ Patenggang dan Inpago Unsoed 1 mempunyai beras aromatik, sedangkan Inpago 7 mempunyai beras merah.

Peningkatan produktivitas dilakukan melalui intensifikasi, dengan pendekatan “Pengelolaan Tanaman Terpadu” atau “PTT”. Penerapan PTT didasarkan pada empat prinsip, yaitu (1) bukan merupakan teknologi maupun paket teknologi, tetapi merupakan suatu pendekatan agar sumber daya tanaman, lahan dan air dapat dikelola sebaik-baiknya, (2) memanfaatkan teknologi pertanian yang sudah dikembangkan dan diterapkan dengan memperhatikan unsur keterkaitan/sinergis antar teknologi, (3) memperhatikan kesesuaian teknologi dengan lingkungan fisik maupun sosial-ekonomi petani, dan (4) bersifat partisipatif yang berarti petani turut serta menguji dan memilih teknologi yang sesuai dengan keadaan setempat dan kemampuan petani melalui proses pembelajaran. Komponen teknologi PTT terdiri dari komponen teknologi dasar/*compulsory* dan komponen teknologi pilihan (Lampiran 4).

3.3.2 Tanaman Perkebunan

Dalam bidang perkebunan telah dihasilkan berbagai inovasi teknologi tanaman perkebunan antara lain berupa varietas unggul baru, teknologi budidaya dan teknologi pengolahan hasil perkebunan. Ada sekitar 52 varietas unggul baru yang dihasilkan yang terdiri atas 15 varietas tanaman obat, 7 varietas tanaman industri, 18 varietas tanaman serat dan tembakau, dan 8 varietas tanaman kelapa, serta sistem tanam budidaya tebu, kopi, kakao, dan teh. Beberapa teknologi pengendalian hama dan penyakit yang dihasilkan berupa produk biopestisida yaitu pestisida nabati (*CEES, Cekam, Bio Protektor-1, Mitol*), dan pestisida hayati (*Metharrin-1, Beauverin-1, Organo-Triba, Bio-Triba, Bio-Fob, Organik-Fob, Organeem, MABA*, formula akarisida berbahan aktif polisulfida, bioinsektisida berbahan aktif *B. Bassiana*), pengendalian hayati *Brontispa*, pengendalian penyakit busuk pucuk dan gugur buah kelapa, PHT kapas, lada, jambu mete, vanili, cengkeh, gambir, kayu manis, PHT *Oryctes* dan PHT *sexava*. Teknologi pengolahan hasil perkebunan yang telah dihasilkan antara lain diversifikasi produk pangan yaitu biskuit dan ice cream dari pengolahan VCO dan produk turunannya, minuman kesehatan berupa Temulawak Greng, Purwoceng Stamina, Secang Fit, Temulawak Cemerlang, Teh Rosella, Androcap Sambiloto dan Asiaticap. Formula jamu ternak, pupuk organik, dan beberapa alat pengolahan hasil perkebunan seperti kompor berbahan bakar nabati (BBN), tungku batubara, gasifikasi tembakau virginia, mesin

pengupas jarak pagar, teknologi konversi bioenergi dan beberapa alat pengolahan pasca panen perkebunan lainnya. Uraian varietas unggul tanaman perkebunan disajikan pada Lampiran 5.

3.3.3 Tanaman Hortikultura

Inovasi teknologi tanaman hortikultura yang sudah dikembangkan di antaranya pengembangan varietas unggul dan teknologi budidaya yang dapat meningkatkan produksi dan kualitas hasil. Varietas unggul tanaman hortikultura meliputi: (a) sayuran: kentang (10 varietas), bawang merah (4 varietas), buncis tegak (3 varietas), cabai merah (3 varietas), tomat (3 varietas), (b) buah: anggur (3 varietas), jeruk keprok varietas Batu 55, mangga (6 varietas), pepaya (4 varietas), melon (5 varietas), semangka (2 varietas), (c) bunga: krisan (9 varietas), anyelir (2 varietas), gladiol (2 varietas), lili (4 varietas), anggrek (10 varietas), mawar potong varietas Rosma, anthurium (2 varietas).

Peningkatan hasil baik kuantitas maupun kualitas dilakukan dengan memperbaiki budidaya baik yang dilakukan dengan pendekatan “Pengelolaan Tanaman Terpadu” (PTT) maupun perbaikan genetik dan benih unggul. Tanaman sayuran yang telah dikembangkan dengan pendekatan PTT adalah cabe, kentang, bawang merah, tomat dan kubis. Untuk tanaman sayuran seperti kentang, benih unggul yang tahan penyakit hasil rekayasa genetik akan menentukan hasil panen. Untuk tanaman buah seperti jeruk, benih unggul hasil rekayasa genetik sangat menentukan kualitas jeruk dan produksinya. Demikian juga untuk buah lainnya seperti mangga, anggur, pepaya, pisang, melon, teknologi rekayasa genetik sangat menentukan kualitas buah. Untuk tanaman hias, persilangan dan rekayasa genetik sangat menentukan kualitas bunga potong. Rincian varietas unggul dan teknologi lainnya disampaikan pada Lampiran 6 dan 7.

3.3.4 Peternakan

Sistem Integrasi Ternak Tanaman (SITT) sudah umum dikembangkan pada sistem pertanian lahan kering, terutama pada sistem pertanian tanaman semusim. Saat ini pemerintah sedang melakukan program SITT (khususnya sapi) di perkebunan sawit. Balitbang Pertanian (cq Balai Penelitian Ternak) telah melakukan penelitian kemampuan adaptasi atau toleransi jenis-jenis kultivar hijauan pakan di lahan kering masam (dimana perkebunan kelapa sawit banyak dikembangkan), diantaranya melalui teknologi propagasi dan mutagenesis. Selanjutnya akan dilakukan penelitian TPT (tanaman pakan ternak) toleran kekeringan dan seleksi terhadap TPT toleran lahan kering masam menggunakan sinar gamma untuk menghasilkan kultivar-kultivar baru. Balitbang Pertanian juga telah mengembangkan beberapa bibit ternak unggulan (Lampiran 8.)

3.3.5 Alat dan Mesin Pertanian

Peranan inovasi teknologi alsintan dalam mendukung usahatani lahan kering di antaranya ditujukan untuk efisiensi penggunaan tenaga kerja; mempercepat proses penyiapan lahan; penanaman, dan pemupukan; serta mengurangi kehilangan hasil panen dan meningkatkan kualitas hasil panen. Beberapa contoh inovasi Alsintan yang telah dihasilkan oleh Balitbang Pertanian meliputi: alat pembuatan pupuk organik (cair dan padat), mesin pengolah tanah, penanaman (jagung, kentang dan lainnya), pengelolaan air dan hara (irigasi mikro, fertigasi), alat panen (pala, jarak, tebu), perontokan hasil (jagung, padi, kedelai), pengolahan pasca panen, pemanfaatan limbah (biogas, pencacah tankos sawit) (Lampiran 9).

3.3.6 Pasca Panen

Beberapa inovasi teknologi pasca panen untuk mendukung pengembangan lahan kering telah banyak dihasilkan, baik untuk pengolahan hasil tanaman pangan (Jagung, ubi jalar, singkong, sukun, dll), tanaman hortikultura (rambutan, mangga, manggis, salak, jeruk, dll), tanaman perkebunan (kopi, karet, jambe, lada, sagu, dll). Beberapa inovasi pasca panen disajikan pada Lampiran 10.

3.4 Litkajibangrap Lahan Kering

Penelitian, Pengkajian, Pengembangan dan Penerapan (Litkajibangrap) dalam konteks pengembangan dan penerapan inovasi teknologi lahan kering antara lain pada usaha agribisnis, telah diimplementasikan mengikuti acuan Peraturan Menteri Pertanian Nomor 03/Kpts/HK 0.60/I/2005 tanggal 17 Januari 2005 tentang Pedoman Penyiapan dan Penerapan Teknologi Pertanian. Implementasi litkajibangrap lahan kering masih perlu terus ditingkatkan untuk mencapai sasaran sebagaimana yang diharapkan dalam Permentan tersebut. Peran pengkajian, pengembangan dan penerapan (kajibangrap) sangat strategis dalam pengembangan dan percepatan adopsi inovasi pertanian lahan kering dengan melibatkan institusi yang kompeten.

Melalui koordinasi Litkajibangrap diharapkan akan mewujudkan koordinasi dan sinkronisasi yang efektif antara instansi pusat dan daerah, mulai dari perencanaan dan pelaksanaan: penelitian, pengkajian, pengembangan, serta penerapan inovasi pertanian lahan kering. Implementasikan konsep Litkajibangrap mengacu pada Kelembagaan Penelitian dan Penerapan Teknologi Pertanian meliputi Kelembagaan Struktural dan Kelembagaan Non Struktural.

Kelembagaan Struktural, meliputi: (1) Kelembagaan Penelitian Pertanian, (2) Kelembagaan Pengkajian Teknologi Pertanian, (3) Kelembagaan Pengembangan Teknologi Pertanian, dan (4) Kelembagaan Penerapan Teknologi Pertanian. Kelembagaan Penelitian Fungsi penyelenggaraan penelitian secara teknis fungsional menjadi tanggungjawab Balitbangtan yang secara operasional dilakukan oleh Balai, Loka, Balai Besar, dan Pusat Penelitian.

Kelembagaan Pengkajian Teknologi Pertanian menjalankan tugas mengkaji komponen teknologi yang dihasilkan lembaga-lembaga penelitian. Kelembagaan Pengembangan Teknologi Pertanian bertugas menghasilkan paket teknologi pertanian berdasarkan kesesuaian teknologi pertanian spesifik lokasi pada berbagai kondisi sosial, ekonomi dan budaya. Kegiatan pengujian dilakukan oleh lembaga pengembangan teknologi pertanian seperti Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian, Pemerintah Daerah, Perguruan Tinggi, Lembaga Swadaya Masyarakat atau kelembagaan lainnya.

Kelembagaan penerapan teknologi pertanian, menggambarkan penerapan teknologi pertanian yang diterapkan baik pada skala usahatani maupun skala agribisnis. Kegiatan ini difasilitasi oleh Pemerintah Daerah, Lembaga Penyuluhan, Lembaga Swadaya Masyarakat dan KTNA/Kelompok Tani dengan pendampingan Lembaga Pengkajian di provinsi.

Implementasi Litkajibangrap akan mendorong tercapainya penderasan arus inovasi pertanian lahan kering dari Balitbangtan kepada pengguna usaha dan/atau pengguna utama. Penderasan inovasi pertanian lahan kering akan terlaksana jika ada jalinan koordinasi yang intensif antara lembaga penelitian, pengkajian, dan pengembangan (litkajibang) dengan lembaga penerapan inovasi di tingkat pengguna.

3.5 Sosial Ekonomi dan Kelembagaan

Isu sosial ekonomi lahan kering menjadi perhatian Balitbangtan, yang ditunjukkan oleh banyaknya penelitian dan pengkajian terkait dengan eksistensi lahan kering dalam konteks pembangunan pertanian baik di level nasional maupun regional. Beberapa isu penelitian lahan kering tersebut di antaranya, yaitu: (1) Lahan pertanian dan pembangunan agraria, (2) konsolidasi lahan, (3) dinamika penguasaan lahan suku lokal, (4) penataan lahan, (5) pemanfaatan lahan, (6) pupuk organik pada lahan kering, (7) insentif dan kelembagaan pada lahan pertanian, dan (8) legislasi lahan dan air.

Berikut disajikan sintesis hasil penelitian lahan kering dalam perspektif sosial ekonomi:

1. Nilai ekonomi dari usahatani lahan kering belum mampu mengimbangi lahan sawah. Optimalisasi pendapatan petani di lahan kering memerlukan dukungan teknologi pertanian yang bersifat hemat tenaga kerja, introduksi alsintan, pengembangan pengolahan hasil dan pengembangan sarana transportasi wilayah.
3. Pengembangan agribisnis dan perbaikan distribusi pendapatan di lahan kering perlu didukung program reforma agraria, sehingga ada kesempatan untuk menggeser penyerapan tenaga kerja ke sektor non pertanian dan mendorong migrasi penduduk dari wilayah padat penduduk (Jawa) ke wilayah yang masih jarang penduduknya (luar Jawa).
3. Penerapan reforma agraria terkendala dengan para pihak yang mengusung konsep hukum adat dan hukum nasional. Walaupun masyarakat adat mengagungkan hukum adat yang bercorak sosialis, namun sebagian prakteknya bercorak kapitalis .
4. Konsolidasi lahan mempunyai potensi yang sangat besar untuk mencapai efisiensi pengelolaan usahatani, meningkatkan produktivitas lahan dan pendapatan petani. Penerapan konsolidasi lahan memerlukan perencanaan dan persiapan yang matang, termasuk sosialisasi untuk mencapai kesepakatan antar petani pemilik lahan. Proses konsolidasi lahan kering diperkirakan lebih sederhana dibanding lahan sawah, antara lain karena penguasaan lahan kering lebih luas daripada lahan sawah, sehingga diperlukan jumlah petani lahan kering yang relatif lebih terbatas untuk mencapai skala ekonomi lahan kering. (Kendala adopsi teknologi pertanian di lahan kering antara lain lemahnya permodalan petani; hama yang resisten, harga beli yang mahal, benih sulit. Pertimbangan petani mengadopsi teknologi pertanian berdasarkan bobot prioritasnya adalah: kriteria ekonomis (0,47), kriteria teknis (0,26), kriteria sosial-budaya (0,14), dan kriteria berkelanjutan (0,13).
5. Kelembagaan pemasaran hasil pertanian di lahan kering masih belum adil bagi petani sehingga tidak memberi dampak positif kepada peningkatan produksi komoditas pertanian. Biaya pemasaran termasuk tinggi dan balas jasa masih bersifat asimetris, dimana bagian terbesar mengelompok pada pedagang besar.
6. *Farmer share* petani di lahan kering relatif rendah terhadap kelembagaan pasar modern, *supplier*, pedagang eceran, dan pasar induk. Umumnya pedagang memperoleh bagian harga yang paling besar karena mereka menguasai informasi produksi dan akses ke jaringan pemasaran.
7. Kelembagaan kemitraan (*partnership*) pemasaran hasil-hasil pertanian lahan kering, memberikan keuntungan kepada petani (sebagai produsen), yaitu mudah memperoleh modal usahatani, harga jual hasil pertanian yang relatif lebih tinggi di atas harga pasar, dan keberlanjutan usahatannya. Faktor yang perlu dipertimbangkan dalam membangun pola kemitraan pemasaran hasil pertanian, yakni: perencanaan

melalui proses sosial yang matang, membangun saling kepercayaan, keterbukaan dalam penetapan harga dan pembagian keuntungan, serta dukungan sistem informasi pasar yang handal .

3.6 Gap Teknologi

Tantangan pemberdayaan sumber daya lahan, termasuk lahan kering dalam pembangunan pertanian ke depan antara lain adalah krisis pangan, krisis energi dan perubahan iklim global. Krisis pangan dipicu oleh peningkatan jumlah penduduk, kerusakan lahan pertanian, dan alih fungsi lahan pertanian menjadi non pertanian secara tidak terkendali. Krisis energi terjadi akibat lambatnya proses substitusi energi fosil ke energi terbarukan. Pengembangan bioenergi saat ini masih berjalan lamban sehingga perlu dipacu lebih cepat. Perubahan iklim global sebagai dampak pemanasan global dipicu oleh meningkatnya emisi gas rumah kaca (GRK). Emisi GRK sebagian disebabkan oleh praktek-praktek usahatani yang sulit dihindari. Tantangan global ini akan memberi warna arah penelitian Balitbang Pertanian ke depan, khususnya dalam penyediaan *food, feed, fuel* dan *fiber* (4F) yang cukup bagi masyarakat. Lahan kering merupakan ekosistem yang potensial untuk mendukung pengadaan 4F ke depan.

Inovasi teknologi pengelolaan lahan kering masih perlu terus dikembangkan, selain untuk lebih menyempurnakan inovasi teknologi yang sudah ada, juga untuk menggantikan inovasi teknologi yang dinilai sudah tidak/kurang sesuai dengan kondisi saat ini. Misalnya untuk varietas tanaman, perlu dikembangkan berbagai varietas tanaman yang mampu beradaptasi terhadap perubahan iklim. Inovasi teknologi pengelolaan hara perlu terus dikembangkan ke arah penggunaan pupuk yang lebih efisien. Degradasi lahan merupakan permasalahan utama yang dihadapi pertanian di lahan kering. Lahan kritis dan potensial kritis sudah mencapai 60 juta ha dan meningkat 2,8 juta ha setiap tahun. Pemulihan lahan seringkali tidak bisa mengejar laju degradasi lahan. Oleh karena itu inovasi teknologi untuk mempercepat pemulihan degradasi lahan masih perlu dilakukan. Adopsi teknologi konservasi yang masih relatif rendah merupakan salah satu penyebab degradasi lahan kering, selain perlu perbaikan teknik diseminasi, pengembangan inovasi teknologi yang dikembangkan dari kearifan lokal akan mempermudah adopsi teknik konservasi. Oleh karena itu inovasi teknologi yang berasal dari kearifan lokal perlu terus digali dan dikembangkan.

Pengembangan inovasi teknologi konservasi karbon tanah di lahan kering juga merupakan salah satu kunci penanggulangan degradasi lahan kering disamping merupakan opsi dalam mitigasi sektor pertanian terhadap perubahan iklim. Sehubungan dengan meningkatnya kebutuhan terhadap inovasi teknologi pertanian untuk mewujudkan sistem pertanian industrial berkelanjutan dan mitigasi perubahan iklim

global (*global climate change*), Balitbangtan perlu melakukan penelitian khususnya di lahan kering yang berhubungan dengan adaptasi dan mitigasi perubahan iklim agar tanah dapat mendukung produksi pertanian dan ketahanan pangan secara berkelanjutan.

Sebagian besar lahan kering merupakan lahan suboptimal, sehingga diperlukan inovasi teknologi yang mampu menanggulangi adanya faktor pembatas tersebut. Khusus untuk lahan kering masam (LKM) yang merupakan lahan kering dengan luasan dominan, penanggulangan kemasaman tanah sebagai faktor pembatas utama, masih mengandalkan penggunaan kapur. Beberapa hasil penelitian menunjukkan adanya efek negatif dari penggunaan kapur dalam jangka panjang, sehingga perlu dikembangkan bahan alternatif selain kapur.

Pada lahan kering beriklim kering, ketersediaan air merupakan faktor pembatas utama, oleh karena itu selain teknik penggunaan air yang efisien, inovasi teknologi untuk memperbaiki kemampuan tanah memegang air perlu terus dikembangkan.

Jenis tanaman pada lahan kering lebih bervariasi di banding lahan sawah. Dengan karakteristik tanah *inherent* yang bervariasi tersebut terjadi dinamika tanah yang berbeda pula, sehingga riset tentang pengelolaan kesuburan tanah harus bersifat lokal spesifik.

Rekomendasi pemupukan untuk tanaman sayuran, buah-buahan dan perkebunan masih bersifat parsial, bahkan belum mengacu pada sistem tanah dan tanaman. Untuk tanaman sayuran baru terdapat rekomendasi sayuran untuk kentang, kubis, bawang merah, cabai dan bawang daun. Sedangkan rekomendasi untuk tanaman perkebunan baru untuk tebu dan kelapa sawit. Sedangkan untuk tanaman buah baru untuk tanaman jeruk. Cakupan pengelolaan tanah untuk berbagai jenis tanaman yang bersifat strategis perlu ditingkatkan.

Bersamaan dengan hal tersebut, untuk merangkum seluruh informasi karakteristik tanah dari segi sifat kimia, fisika, dan biologi tanah yang dihubungkan dengan produktivitas dan pengelolaan lahan secara lestari diperlukan suatu sistem dinamis berbasis web untuk pengelolaan hara dan tanaman berkelanjutan, misalnya Sistem Informasi Kesuburan Tanah. Dengan sistem ini *stakeholder*, *shareholder*, dan pengambil kebijakan dapat memperoleh informasi dan mengambil keputusan berkenaan dengan pengelolaan hara dengan *scope* area yang lebih luas.

Kendala yang dihadapi dalam aplikasi pupuk hayati terutama lahan kering adalah efektifitas dan efisiensi pupuk hayati yang tidak stabil pada setiap lokasi penanaman, hal ini dapat dipengaruhi oleh faktor agronomi, adanya kompetisi antara inokulan yang di introduksikan dengan mikroba indigenus, jenis bahan pembawa yang kurang sesuai dan cara penyimpanan atau pengiriman ke lokasi penanaman yang kurang baik. Pada

umumnya mikroba pada pupuk hayati bersifat mesofilik, hidup pada kisaran suhu 25°C – 37°C. Ketiadaan sistem perlindungan pada bahan pembawa menyebabkan mikroba menjadi rentan terhadap cekaman lingkungan, terutama suhu yang tinggi. Apabila suhu selama penyimpanan melebihi 45°C selama berminggu-minggu atau berbulan-bulan, maka dapat dipastikan mikroba-mikroba tersebut sudah tidak efektif lagi ketika digunakan. Untuk mengatasi hal ini beberapa hal yang dapat dilakukan di masa akan datang adalah menggunakan mikroba-mikroba unggul termotoleran yang tahan terhadap suhu tinggi; memanfaatkan bakteri yang mempunyai exopolysakarida (EPS) yang tinggi, mengembangkan konsorsia bakteri yang kompatibel atau tidak berkompetisi satu sama lain; menambahkan bahan-bahan *coating*, *adjuvant*, *spreader*, *osmo-protectant* atau perekat pada inokulan pupuk hayati. Selain itu diperlukan juga penelitian pemanfaatan SD hayati untuk optimalisasi lahan kering dalam hal teknologi konservasi tanah dan bahan organik, peningkatan ketersediaan hara tanaman dan efektivitas dekomposer.

Penelitian pengelolaan air di lahan kering sudah banyak dilakukan, akan tetapi sampai saat ini masih ditemukan beberapa gap yaitu: (1) sangat terbatasnya informasi data potensi sumber daya air (air permukaan, air tanah, dan mata air yang tersimpan dalam tanah secara kuantitatif, sebaran, interkoneksi dan daerah imbuhan dari sumber airnya, (2) masih terbatasnya informasi dan sosialisasi dampak banjir dan kekeringan terhadap produksi dan produktivitas tanaman, (3) masih terbatasnya teknologi irigasi hemat air, (4) masih terbatasnya teknologi pemanfaatan potensi energi alamiah untuk pengelolaan air, dan (5) masih terbatasnya informasi kualitas air.

4

ARAH DAN STRATEGI PENELITIAN DAN PENGEMBANGAN LAHAN KERING

4.1 Konsep dan Kerangka Pemikiran

Lahan kering merupakan ekosistem lahan pertanian dengan keragaman dan dinamika sifat tanah yang tinggi, baik secara alami maupun karena faktor antropogenik (aktivitas manusia). Badan Litbang Pertanian, Perguruan Tinggi dan Lembaga Penelitian lainnya telah melakukan kegiatan penelitian dan pengembangan dan menghasilkan berbagai teknologi dan inovasi lahan kering. Oleh sebab itu, sesuai dengan kompleksitas problema dan dinamika pemanfaatan dan pengembangan lahan kering tersebut, maka pendekatan sistem yang bersifat dinamik, stokastik, dan kompleks menjadi titik tumpu litbang lahan kering ke depan dengan tiga sifat dan ciri utama, yaitu: (i) berorientasi tujuan dalam penetapan arah dan strategi litbang, (ii) holistik dalam arti memperhitungkan semua aspek/peubah, tidak bersifat reduktif dan parsial yang mempersempit masalah, dan (iii) dilakukan secara efektif untuk mencapai tujuan.

Basis utama pola pikir litbang lahan kering adalah *tag line* Badan Litbang Pertanian: **Science . Innovation . Networks** yang mendorong semua aktivitas kelitbang lahan kering benar-benar bertumpu pada sains dan inovasi yang dilaksanakan dan hasilnya dikembangkan melalui jaringan kerjasama dan kemitraan dengan *stakeholder* terkait. Litbang lahan kering ke depan perlu bertitik tolak dari pendekatan sistem dinamik untuk mencari solusi permasalahan dan melibatkan berbagai kepentingan (*stakeholders*), bersifat kompleks, multidisiplin, dan interaktif (keterkaitan) dari semua komponen. Kegiatan litbang harus disusun berdasarkan pemahaman terhadap lahan kering secara spesifik lokasi melalui kegiatan identifikasi, baik biofisik maupun teknologi serta faktor sosial dan ekonomi, diikuti dengan perakitan dan rekayasa teknologi, kelembagaan dan kebijakan.

Sesuai dengan konsep pendekatan sistem, litbang lahan kering merupakan suatu kesatuan usaha yang terdiri dari bagian-bagian yang berkaitan satu sama lainnya yang berusaha mencapai suatu tujuan dalam suatu lingkungan yang kompleks pilihan (Marimin, 2004). Pendekatan sistem akan memberikan penyelesaian masalah yang kompleks dengan metode dan alat analisis yang mampu mengidentifikasi, menganalisis, mensimulasi, dan mendisain sistem dengan komponen-komponen yang saling terkait, yang diformulasikan secara lintas disiplin dan komplementer untuk mencapai tujuan yang sudah ditetapkan (Eriyatno, 2004).

Penyusunan arah dan strategi penelitian dan pengembangan (litbang) lahan kering kedepan harus memperhatikan 4 ciri pertanian moderen sesuai dengan Strategi Induk Pembangunan Pertanian (SIPP) 2015, yakni: (a) berbasis *bioscience* dan *bioengineering* termasuk penelitian genomik, (b) antisipatif (adaptif dan mitigatif) terhadap perubahan iklim, (c) pengembangan alat dan mesin pertanian yang sesuai untuk Indonesia, dan (d) dukungan sistem dan teknologi informasi (IT).

4.2 Arah dan Sasaran Penelitian dan Pengembangan Lahan Kering

Arah litbang lahan kering ke depan perlu memperhatikan tantangan dan dinamika lingkungan strategis di masa yang akan datang, terutama dalam konteks lingkungan (global maupun lokal), posisi dan peran strategis lahan kering, serta kompleksitas problema dalam pengembangannya, baik dalam aspek biofisik dan teknis maupun dalam aspek sosial ekonomi dan kelembagaan. Oleh sebab itu, arah umum litbang lahan kering ke depan adalah perakitan dan rekayasa teknologi dan inovasi pertanian untuk mendukung peningkatan produksi pertanian, efisiensi, nilai tambah ekonomi dan kesejahteraan petani, serta kelestarian atau perbaikan sumberdaya lahan dan lingkungan dalam mewujudkan pertanian bioindustri berkelanjutan.

Litbang lahan kering perlu difokuskan pada dua sasaran umum yaitu, (1) optimalisasi pemanfaatan lahan kering eksisting, terutama lahan kering berbasis pertanian rakyat atau yang dikelola petani kecil yang pada umumnya dengan produktivitas rendah, dan (2) pemanfaatan dan pengembangan lahan kering terdegradasi atau terlantar yang saat ini tidak produktif (*idle*). Sasaran utama litbang pada lahan kering eksisting pertanian rakyat adalah peningkatan produktivitas dan efisiensi produksi serta perbaikan/konservasi sumberdaya tanah dan air. Sedangkan sasaran utama lahan kering terdegradasi/terlantar adalah upaya rehabilitasi yang sekaligus untuk perluasan areal pertanian baru (ekstensifikasi) baik untuk pangan, produk perkebunan maupun bahan *bioenergy* serta untuk memperbaiki kualitas lingkungan. Sasaran lainnya adalah pengembangan inovasi teknologi, pupuk dan pengelolaan sumberdaya air pada sub-sistem prasarana dan sarana pertanian, pengelolaan lahan, pemupukan, pengembangan Varietas Unggul Baru (VUB), pengelolaan air irigasi, model farming, dll. pada sub sistem produksi, serta teknologi panen dan pasca panen termasuk bioproses produk-produk pertanian.

Khusus untuk lahan kering berbasis perkebunan besar, baik eksisting maupun perluasan areal, sasaran utama litbang lahan kering lebih diarahkan pada dua aspek utama: (a) tata kelola dan peruntukan lahan dalam mencapai keseimbangan peruntukan lahan antara pangan dan perkebunan dan antara petani kecil dan perusahaan perkebunan besar; (b) pengembangan teknologi dan inovasi konservasi/ramah

lingkungan dan mitigasi perubahan iklim, dan (c) peningkatan produktivitas dan efisiensi produksi.

4.3 Strategi Penelitian dan Pengembangan Lahan Kering

Strategi adalah pendekatan secara keseluruhan yang berkaitan dengan pelaksanaan gagasan, perencanaan dan eksekusi sebuah aktivitas dalam kurun waktu tertentu. Dalam strategi yang baik terdapat koordinasi tim kerja, memiliki tema, mengidentifikasi faktor pendukung yang sesuai dengan prinsip-prinsip pelaksanaan gagasan secara rasional, efisien dalam pendanaan, dan memiliki taktik untuk mencapai tujuan secara efektif. Strategi dibedakan dengan taktik yang memiliki ruanglingkup lebih sempit dan waktu yang lebih singkat.

Strategi utama litbang lahan kering harus beritik tolak pada titik ungkit (*leverage point*) dalam pengembangan dan pengelolaan lahan kering, yaitu: (a) Eksplorasi dan optimalisasi sumberdaya air serta penataan dan konservasi lahan, (b) Pengembangan Teknologi Inovatif: VUB & perbenihan, pemupukan, *zero waste*, *bioprocess*, *bio product*, (c) Pengembangan model inovatif/terpadu: sistem integrasi tanaman dan ternak (SITT), pertanian ramah lingkungan (PRL), *Indonesian carbon efficient farming* (ICEF), Bioindustri, dll., (d) Modernisasi sistem usaha pertanian, dan (e) Peningkatan koordinasi, integrasi dan sinergi program. Dalam konteks pertanian bioindustri, optimalisasi pemanfaatan dan pengelolaan karbon, biomassa dan limbah organik menjadi salah satu titik ungkit yang sangat penting dan strategis.

Strategi litbang pertanian lahan kering adalah strategi untuk melaksanakan penelitian dan pengembangan di lahan kering untuk memperoleh output litbang yang handal yang mampu mempercepat pengembangan lahan kering sesuai dengan tujuan pengembangan lahan kering yaitu swamsebada pangan, peningkatan nilai tambah, peningkatan ekspor dan penurunan kemiskinan di lahan kering.

Strategi penelitian dan pengembangan lahan kering difokuskan pada 5 bidang utama, yaitu: (i) identifikasi dan evaluasi sumberdaya lahan kering, (ii) identifikasi dan perakitan teknologi berbasis *bioscience* dan *bioengineering*, (iii) pengembangan networking penelitian dan pengembangan, (iv) penelitian dan pengembangan keberlanjutan produksi dan sosial ekonomi, (v) diseminasi dan komunikasi hasil-hasil penelitian dan pengembangan.

4.3.1 Identifikasi dan Evaluasi Sumberdaya Lahan Kering

Karakteristik dan sebaran serta potensi sumberdaya lahan kering menjadi dasar utama litbang dalam mengembangkan teknologi dan inovasi lahan kering spesifik lokasi. Identifikasi dan evaluasi secara detil dan terintegrasi terkait dengan regim tanah, air dan iklim (agroklimat) secara komprehensif menggunakan pendekatan analisis geospasial dengan memanfaatkan kemajuan teknologi inderaja, *geological information system (GIS)*, *spatial database*, *datamining*, serta pemetaan tanah digital.

4.3.2 Identifikasi dan Perakitan Teknologi Berbasis *Bioscience-Bioengineering*

Identifikasi dan perakitan teknologi berbasis *geo/bioscience-bioengineering* ini dibedakan atas 3 kelompok, yaitu (i) kajian potensi dan prospek, (ii) perakitan dan pengembangan komponen teknologi, dan (iii) pengembangan paket teknologi dan inovasi. Ketiga kelompok teknologi dan inovasi lahan kering terkait dengan aspek biofisik, sosial ekonomi, dan analisis sistem dan model dinamika. Perakitan dan pengembangan komponen teknologi difokuskan pada: (i) inovasi berbasis komoditi untuk pencapaian produksi optimal seperti perakitan VUB dan pengembangan teknik budidaya inovatif; (ii) pemanfaatan bioproses pada biomas atau produk sampingan untuk menghasilkan pakan, energi, dan pupuk; (iv) pemanfaatan teknologi bioproses pada biomas atau produk sampingan untuk menghasilkan produk sekunder khususnya makanan dan serat. Sedangkan pengembangan paket teknologi dan model inovasi difokuskan pada 3 bidang yang saling berkaitan, yaitu (i) pengembangan dan rancang-bangun model pengembangan berbasis inovasi (PBI) spesifik lokasi, (ii) pengujian paket teknologi dan model PBI spesifik lokasi dan (iii) pengembangan dan penerapan kawasan model PBI.

4.3.3 Pengembangan *Networking* Litbang

Pengembangan *networking* litbang dilakukan melalui penguatan Penelitian Pengkajian Pengembangan dan Penerapan (Litkajibangrap) pada balai penelitian Balit dan BPTP dengan mitra lainnya seperti perguruan tinggi, swasta, lembaga penelitian nasional dan internasional, NGO dan pihak donor. Penguatan Litkajibangrap ini dilaksanakan melalui *block program* atau konsorsium, seperti: Konsorsium Litbang Lahan Kering, Model Akselerasi Pembangunan Pertanian Ramah Lingkungan (m-AP2RL), Perubahan Iklim, Teknologi Tepat Guna Spesifik Lokasi (TTGSL) dan Konsorsium Pertanian Bioindustri. Pengembangan *networking* dengan mitra lain dilaksanakan sesuai dengan konsensus dengan memperhatikan peraturan yang berlaku khususnya berkaitan dengan hak kekayaan intelektual dan pendanaan.

4.3.4 Penelitian dan Pengembangan untuk Keberlanjutan Produksi dan Perbaikan Sosial Ekonomi

Keberlanjutan produksi dan perbaikan kondisi sosial ekonomi merupakan hal yang krusial untuk memastikan kelestarian. Penelitian dan pengembangan berkaitan dengan bidang ini adalah (i) pengembangan inovasi sistem usaha tani seperti: usaha tani berkelanjutan, AP2RL, ICEF dan pertanian bioindustri; dan (ii) penelitian sosial ekonomi dan kelembagaan baik itu kelembagaan petani, kelembagaan pembiayaan, kelembagaan pemasaran dan hal lainnya yang bertujuan memperbaiki kondisi sosial ekonomi masyarakat.

4.3.5 Diseminasi dan Komunikasi Hasil-hasil Penelitian dan Pengembangan

Untuk memastikan bahwa hasil litbang lahan kering digunakan oleh masyarakat, diseminasi dan komunikasi hasil-hasil penelitian dan pengembangan dilaksanakan melalui pendekatan *Spectrum Dissemination Multi Channel* (SDMC), termasuk diseminasi dan komunikasi melalui demonstrasi plot, Laboratorium Lapang Inovasi Pertanian Lahan Kering (LLIP-LK), pengembangan Agroteknopark, dan replikasi/*scaling up*.

4.3.6 Perangkat Pendukung Penelitian dan Pengembangan

Pengelolaan Strategi Sumberdaya manusia

Jumlah dan kualitas sumberdaya manusia (SDM) merupakan aset terpenting dari suatu penelitian dan pengembangan. SDM litbang dibedakan atas peneliti, litkayasa, perekayasa, dan administrasi. SDM ini harus handal di bidangnya sehingga proses litbang berjalan lebih cepat dan menghasilkan output dengan mutu lebih baik.

Pengelolaan Anggaran

Proses litbang memerlukan biaya yang besar. Meskipun biaya dialokasikan oleh negara, biaya-biaya tambahan diperlukan melalui *fund raising* dengan memanfaatkan pendanaan baik dari dalam maupun dari luar negeri asalkan pendanaan tersebut didapatkan berdasarkan *mutual respect*, *mutual trust* dan *mutual benefits* antara lembaga penyedia dan lembaga litbang pertanian.

Pengelolaan teknologi informasi

Teknologi informasi bermanfaat dalam penyebar-luasan informasi, inventarisasi dan pengolahan data litbang. Teknologi informasi ini berpangkal pada *software*, *hardware* dan jaringan, yang ketiganya harus pada kondisi prima setiap saat. Investasi dan perawatan dengan biaya yang cukup diperlukan untuk menjaga kondisi prima sesuai dengan perkembangan zaman sehingga memberikan hasil yang maksimal.

4.4 Pendekatan Sistem Dinamik untuk Pengembangan Lahan Kering

Sistem dinamik adalah suatu sistem yang mengintegrasikan berbagai komponen/ elemen dalam sistem utama, subsistem, dan titik unkit. Sistem utama pada bioindustri lahan kering adalah: 1) lahan, 2) iklim, 3) usaha tani, 4) keadaan sosial ekonomi, dan 5) lingkungan. Contoh *causal loop* model pengembangan lahan kering diberikan pada (Lampiran 13). Pemodelan sistem dinamik memberikan urutan kepentingan yang berbeda antara sistem utama pada agroekosistem yang berbeda. Pemodelan sistem dinamik juga mengeluarkan titik unkit yang berbeda untuk sistem utama yang sama namun berbeda agroekosistemnya.

Ketersediaan air merupakan titik unkit pertama dari aspek iklim. Teknologi inovasi dalam merekayasa dan mengantisipasi karakteristik iklim dan pengaturan ketersediaan air merupakan kunci keberhasilan menangani titik unkit ini. Kondisi sosial ekonomi mendukung pengembangan subsistem Usaha Tani dengan ditunjang oleh populasi penduduk (tenaga kerja) “kemauan” petani, ketersediaan dana dan ketersediaan infrastruktur. Bila elemen tersebut bersinergi akan diperoleh peningkatan produksi pertanian.

Lingkungan pertanian dengan *by product*-nya (sisa tanaman, limbah, residu) dapat diberdayakan sehingga tercapai *zerowaste* dan menghasilkan nilai tambah bagi petani. Litbang bioproses dan *biorefinery* merupakan kunci menangani titik unkit lingkungan ini.

5

ROAD MAP PENELITIAN DAN PENGEMBANGAN LAHAN KERING

Roadmap penelitian dan pengembangan lahan kering tahun 2015-2019 tersusun atas empat program (*flagship*) litbang, yaitu:

- (1) Evaluasi dan identifikasi sumberdaya lahan pertanian dan pengembangan basisdata geospasial;
- (2) Identifikasi dan perakitan inovasi teknologi dan model,
- (3) Diseminasi, dan
- (4) Sintesis kebijakan dan rekayasa kelembagaan.

Setiap program ini diuraikan menjadi beberapa subprogram. Pada setiap subprogram diidentifikasi tema-tema penelitian prioritas, seperti yang diringkaskan pada Tabel 9. Gambar 3 memberikan alokasi waktu untuk setiap bidang kajian prioritas dan keterkaitannya dengan bidang lain, yang dibentuk dalam suatu roadmap yang terintegrasi.

(1) Evaluasi dan identifikasi sumberdaya lahan pertanian dan pengembangan basisdata geospasial

Penelitian sumberdaya lahan pertanian di lahan kering, pada tahun 2015 hingga 2019 dibagi atas 3 topik prioritas yaitu: (i) *upscaling* data spasial dengan skala 1:50.000 pada daerah prioritas perluasan lahan pertanian, (ii) *update* data sumberdaya lahan kering berkaitan dengan data sumberdaya air dan data degradasi lahan (iii) pengembangan sistem informasi geospasial lahan kering.

- (i) *Upscaling* data spasial karakteristik lahan dengan skala 1:50.000 dan skala yang lebih detil pada daerah prioritas perluasan lahan pertanian.

Evaluasi yang berjalan sekarang (pada skala 1:50.000) akan berakhir pada tahun 2017 dan kegiatan lanjutannya adalah *upscaling* data karakteristik dan ketersediaan sumberdaya lahan pada areal yang menjadi prioritas pembangunan pada skala yang lebih detil 1:10.000 dan 1:25.000 dan bekerja pada tingkat wilayah kecamatan dan blok satuan pengelolaan lahan petani. Satuan pengelolaan petani itu bisa berupa satu blok hamparan lahan dengan komoditas yang sama. Fokusnya adalah peningkatan produktivitas dan pencegahan degradasi lahan.

Pada kegiatan *upscaling* ini, teknologi pemetaan digital lebih dieksplorasi dan dimanfaatkan, termasuk di dalamnya teknologi sensor dalam grup *soil sensing*, teknologi remote sensing dengan data resolusi tinggi, teknologi geostatistik, teknologi radar dan spektral, teknologi GPS (mGPS dan dGPS), serta teknologi SIG.

Perangkat-perangkat canggih pemetaan tanah, seperti: pemodelan spasial, pemetaan tanah digital berbasis pedometrik, rekayasa *image processing*, *soil sensing* dan *remote sensing*, *digital morphometrik*, nano sensor, dan nanoteknologi dalam kajian mineralogi tanah akan diaplikasikan oleh para peneliti ke depan.

Hasil evaluasi dan update ini merupakan masukan utama litbang prioritas lainnya yaitu: (i) pengembangan sistem informasi, (ii) upscaling data, (iii) perakitan teknologi pengelolaan lahan, (iv) perakitan teknologi peningkatan produktivitas lahan.

(ii) *Update* basis data sumberdaya air dan lahan terdegradasi

Untuk menunjang data spasial sumberdaya lahan yang selama ini terkonsentrasi pada klasifikasi dan evaluasi kesesuaian lahan. Pada masa yang akan datang data ini perlu dilengkapi dengan data hidrologi/sumberdaya air dan data degradasi lahan. Dengan kelengkapan ini, sistem informasi dan sistem pengambilan keputusan akan lebih dapat dikembangkan.

Aplikasi analisis numerik dan geospasial seperti: *system dinamic*, sistem dinamika spasial, pemodelan spasial dan lainnya perlu terus dikembangkan. Pemrosesan data dengan simulasi-simulasi akan lebih diuntungkan dengan adanya basisdata yang relevan untuk pemodelan dan mencakup wilayah yang lebih luas. Data yang ada akan terus ditambah pada periode 2015-2019.

(iii) Pengembangan *decision support system* (DSS) Sumberdaya lahan kering

DSS mengintegrasikan berbagai factor (biofisik, social-ekonomi dan kelembagaan) yang saling terkait dan memberikan rekomendasi berupa opsi teknologi dan rekomendasi sarana dan sarana pendukung yang diperlukan untuk pengelolaan pengembangan pertanian lahan kering.

Basis data sumberdaya lahan sudah yang dibentuk perlu terus dikembangkan dalam rangka memperkaya isi basisdata dengan memasukan data-data baru hasil pemetaan tanah dalam kegiatan evaluasi dan update data. Oleh sebab itu, pengembangan basisdata tidak akan pernah berhenti mulai sebelum tahun 2014 hingga tahun 2019 dan seterusnya karena setiap tahun data baru akan diperoleh sebagai produk litbang sumberdaya lahan.

Sistem penyajian informasi akan dikembangkan dengan pemanfaatan peta 2 dan 3 dimensi, penyajian peta online dalam kerangka webGIS dengan penyimpanan data sistem clouding. Web-web interaktif untuk penyajian informasi terpadu seperti Agrimap info akan difungsikan dan dimanfaatkan secara lebih luas. Web untuk sistem dinamika spasial juga difungsikan untuk membantu pengambilan keputusan dalam kerangka kerja spasial *decision support system* di lahan kering.

(2) Penelitian, pengembangan dan perakitan inovasi teknologi dan model usahatani

Program utama penelitian dan pengembangan lahan kering secara umum bertujuan untuk mengidentifikasi state of the art teknologi pengelolaan lahan kering, merumuskan kebutuhan teknologi, dan menghasilkan (*generate*) teknologi serta membangun dan memvalidasi model dalam rangka mewujudkan pertanian bioindustri berkelanjutan. Beberapa kegiatan prioritas penelitian dan pengembangan diarahkan untuk: (i) Inventarisasi dan evaluasi teknologi pengelolaan SDL, air, dan iklim, serta budidaya tanaman; (ii) Penelitian aplikatif dan perakitan teknologi pengelolaan sumberdaya lahan; (iii) Pengembangan model pertanian terintegrasi; dan (iv) Kajian sosial ekonomi, kebijakan dan rekayasa kelembagaan.

(i) Inventarisasi/verifikasi dan evaluasi teknologi pengelolaan lahan kering.

Komponen-komponen teknologi dideskripsikan, asumsi-asumsi diuraikan, dan kelebihan serta kelemahan didokumentasikan. Pada tahap inventarisasi ini teknologi pengelolaan lahan lokal juga perlu dieksplorasi dan dianalisis.

Berdasarkan daftar keragaan hasil inventarisasi tersebut, teknologi itu diverifikasi dan dievaluasi kemampuan adaptasinya oleh petani. Rekomendasi yang biasa dilaksanakan oleh petani lokal perlu terus ditumbuh-kembangkan dan disebarluaskan. Berdasarkan hasil inventarisasi dan verifikasi ini, teknologi pengelolaan yang lebih efisien input namun efektif output bisa dirakit dan ditumbuhkembangkan. Sistem usahatani lahan kering akan dievaluasi pada hamparan hingga 20 ha dan hamparan ini sekaligus akan menjadi show casemodel usahatani tersebut.

(ii) Penelitian aplikatif dan perakitan teknologi pengelolaan sumberdaya lahan .

Penelitian aplikatif (*applied research*) dan penciptaan serta perakitan teknologi pengelolaan SDL (tanah, air, dan iklim) dan tanaman termasuk di dalamnya formulasi pupuk dan pembenah tanah anorganik, organik dan hayati dan pengembangan teknologi nano, serta penciptaan varietas dan teknologi budidaya yang mengacu kepada *bioscience* dan *bioengineering* diarahkan kepada sistem pertanian bioindustri yang ramah lingkungan dan menguntungkan secara ekonomi. Selain itu penelitian juga diarahkan kepada perakitan teknologi mengantisipasi pencemaran lingkungan pertanian yang adaptif dan dapat memitigasi emisi GRK *measurable, reportable dan verifiable* (MRV).

Penelitian dan pengembangan teknologi konservasi tanah dan rehabilitasi lahan difokuskan pada perbaikan lahan yang telah terdegradasi. Kajian-kajian teknologi konservasi yang adaptif dengan sumberdaya lokal perlu terus ditelisik dan dilengkapi dengan demplot sebagai bechmark keberhasilan teknologi. Penelitian tentang ketersediaan dan kebutuhan air serta distribusinya untuk pertanian, baik air permukaan maupun air tanah di lahan kering akan diintensifkan.

Penelitian akan dilakukan pada skala plot (untuk mengevaluasi berbagai alternative pelakuan), wilayah administrasi (untuk adaptasi pada skala luas) dan skala daerah aliran sungai (DAS) untuk mengevaluasi respon hidrologi. Penelitian akan dilakukan tidak saja untuk tanaman pangan tetapi juga tanaman hortikultura dan perkebunan baik pada skala usahatani rumah tangga maupun skala besar (perusahaan).

Peningkatan peran lahan kering sebagai penopang ketahanan pangan perlu didukung oleh penelitian-penelitian yang diarahkan untuk menemukan varietas-varietas tanaman yang lebih unggul spesifik lahan kering (baik lahan kering masam maupun lahan kering iklim kering) serta penelitian pengelolaan tanaman (*cultivation*). Untuk mendukung swasembada beras berkelanjutan, perlu terus dicari varietas-varietas padi gogo yang tahan terhadap hama penyakit dan bisa berproduksi mengimbangi padi sawah. Demikian pula halnya dengan tanaman palawija lainnya seperti kedele, jagung, sorgum yang capaian produksi aktualnya masih lebih rendah dibanding potensinya. Dalam rangka optimalisasi lahan, tanaman pangan berpeluang dikembangkan sebagai tanaman sela, sehingga perlu dikembangkan varietas tanaman yang tahan naungan.

Pengembangan varietas unggul hortikultura, baik sayuran maupun buah-buahan juga harus menjadi prioritas, untuk mengurangi ketergantungan akan komoditas impor. Komoditas perkebunan sangat berkontribusi dalam menyumbang devisa, untuk meningkatkan daya saing, maka pengembangan varietas unggul baru perlu menjadi prioritas kegiatan litbang.

Tingkat kehilangan panen pada usahatani lahan kering masih sangat tinggi. Oleh karena itu Litbang inovasi pasca panen salah satunya ditujukan untuk mengurangi kehilangan hasil panen. Aspek penanganan hasil panen juga perlu diperhatikan, karena inefisiensi usahatani banyak disebabkan oleh masih belum berkembangnya inovasi teknologi penanganan panen, utamanya untuk komoditas yang memerlukan penanganan, packaging dan distribusi yang cepat seperti komoditas hortikultura.

Bio-proses merupakan program litbang yang perlu menjadi prioritas. Dari berbagai produk pertanian yang dihasilkan dapat dikembangkan suatu sistem bioindustri, yang dapat memanfaatkan semua produk secara optimal, sehingga tidak ada limbah yang tersisakan.

(iii) Pengembangan model pertanian terintegrasi.

Kegiatan perakitan/perancangan model pertanian terintegrasi di lahan kering dilakukan dengan merakit komponen-komponen teknologi yang telah dihasilkan menjadi suatu model pertanian bioindustri yang terintegrasi, seperti model integrasi tanaman dan ternak dan model pertanian efisien karbon.

Tanah-tanaman-ternak merupakan kombinasi yang membentuk suatu loop pakan dan hara tertutup dan memberikan kontribusi yang positif terhadap kualitas lingkungan, sosial ekonomi, dan pendapatan. Penelitian dan pengembangan

teknologi terintegrasi perlu terus dipertajam sehingga memberikan informasi hubungan berbagai factor yang saling terkait (*interconnected*). Teknologi terintegrasi juga diarahkan untuk mencari teknologi yang adaptif yang sesuai dengan kondisi agroekosistem lahan kering.

Model pertanian efisien karbon telah dikembangkan di berbagai negara. Penelitian model ini perlu diuji di beberapa lokasi lahan kering sehingga menghasilkan model-model ICEF yang spesifik agroekosistem. Model yang dikembangkan pada beberapa lokasi dapat di *scale-up* pada wilayah yang mempunyai kemiripan agroekosistem.

(iv) Kajian sosial ekonomi, kebijakan dan rekayasa kelembagaan.

Penelitian aspek sosial ekonomi ke depan perlu mendalami lebih seksama mengenai legislasi terkait dengan pertanahan terutama dikaitkan dengan implementasi SIPP dan pengembangan kawasan pertanian. Demikian pula penelitian mengenai adopsi inovasi teknologi pertanian dan pemasaran hasil usahatani pada lahan kering perlu mendapat perhatian yang serius agar pengembangan pertanian pada lahan kering berkelanjutan. Evaluasi keuntungan bersih dan *opportunity cost* harus menjadi bagian yang integral penelitian mitigasi emisi GRK.

(3) Diseminasi

Kegiatan diseminasi inovasi teknologi lahan kering difokuskan pada kegiatan pengkajian teknologi dan percepatan diseminasi dalam mewujudkan sistem pertanian bioindustri spesifik lokasi berkelanjutan. Percepatan diseminasi teknologi pertanian yang inovatif dilaksanakan melalui pendekatan spektrum diseminasi *multi-channel* (SDMC) untuk menunjang terwujudnya pertanian bioindustri pedesaan. Kegiatan diseminasi inovasi teknologi lahan kering meliputi: (i) Sintesis kebijakan pengembangan pengelolaan lahan kering, (ii) Pengembangan model diseminasi dan networking pengelolaan lahan kering, (iii) Pengembangan laboratorium inovasi pertanian (LLIP) model inovatif pertanian lahan kering berkelanjutan, (iv) Kajian adopsi dan dampak inovasi teknologi pengelolaan lahan kering, dan (v) Seminar, temu lapang, dan publikasi inovasi teknologi pertanian lahan kering.

(i) Pengembangan model diseminasi dan networking pengembangan lahan kering.

(ii) Pengembangan laboratorium inovasi pertanian (LLIP) model inovatif .

Model pengembangan pertanian berbasis lahan kering menggambarkan penerapan teknologi lahan kering dalam skala ekonomi. Model pengembangan dapat berperan menjadi percontohan yang dapat direplikasi sehingga mempercepat adopsi. Model yang dapat dikembangkan antara lain Pengembangan Model Inovasi Pertanian (bioindustri) lahan kering, Model Pengembangan Pertanian Perdesaan Berbasis Inovasi (MP3BI), Laboratorium Lapangan Inovasi Pertanian (LLIP).

(iii) Kajian adopsi dan dampak inovasi teknologi pengelolaan lahan kering.

Kajian ini meliputi evaluasi factor pendorong dan penghambat adopsi suatu model teknologi pengelolaan lahan kering, terutama dari aspek latar belakang social ekonomi petani dan kelembagaan pendukung. Kajian dampak teknologi pengelolaan lahan kering dalam hal ini berkenaan dengan produksi dan dampak ekonomi skala rumah tangga, desa, kecamatan serta implikasinya terhadap ketersediaan komoditas dan keadaan ekonomi lokal dan nasional.

(iv) Seminar, temu lapang, dan publikasi inovasi teknologi pertanian lahan kering.

(4) Sintesis Kebijakan dan Rekayasa Kelembagaan

Sintesis kebijakan dan rekayasa kelembagaan ditujukan untuk mensintesis pengetahuan, data dan informasi yang dapat mendukung bioindustri berkelanjutan. Aspek utama sintesis kebijakan antara lain adalah: (i) Analisis kebijakan tata kelola lahan kering dan (ii) Formulasi usulan kebijakan dan regulasi tata-guna lahan kering.

(i) Analisis kebijakan tata kelola lahan kering

Penerapan teknologi inovatif pengelolaan lahan kering memerlukan dukungan berbagai kebijakan antara lain kebijakan dalam penyediaan dan distribusi saprodi yang tepat waktu, jumlah dan sasaran, prasarana (infrastruktur), pemasaran hasil dan kelembagaan pendukung. Kegiatan ini menganalisis data dan mensintesis regulasi dan kebijakan tentang kebutuhan sarana dan prasarana produksi dan kelembagaan pendukung pengembangan bioindustri di lahan kering.

(ii) Formulasi usulan regulasi dan kebijakan tata kelola lahan dan reforma agraria

Balitbang perlu mewarnai regulasi dan kebijakan dalam hal tata kelola lahan dan reforma agraria sehingga berkontribusi nyata pada pencapaian solusi atas regulasi dan kebijakan tersebut. Banyak aspek yang perlu kajian berkaitan dengan tata-guna dan reforma agraria yang perlu diusulkan untuk membantu memecahkan masalah yang berkenaan dengan status lahan dan perimbangan pemanfaatan lahan. Output kegiatan ini dapat berupa *policy brief*, *press release*, rancangan usulan peraturan pemerintah, permentan dan rancangan peraturan sejenisnya.

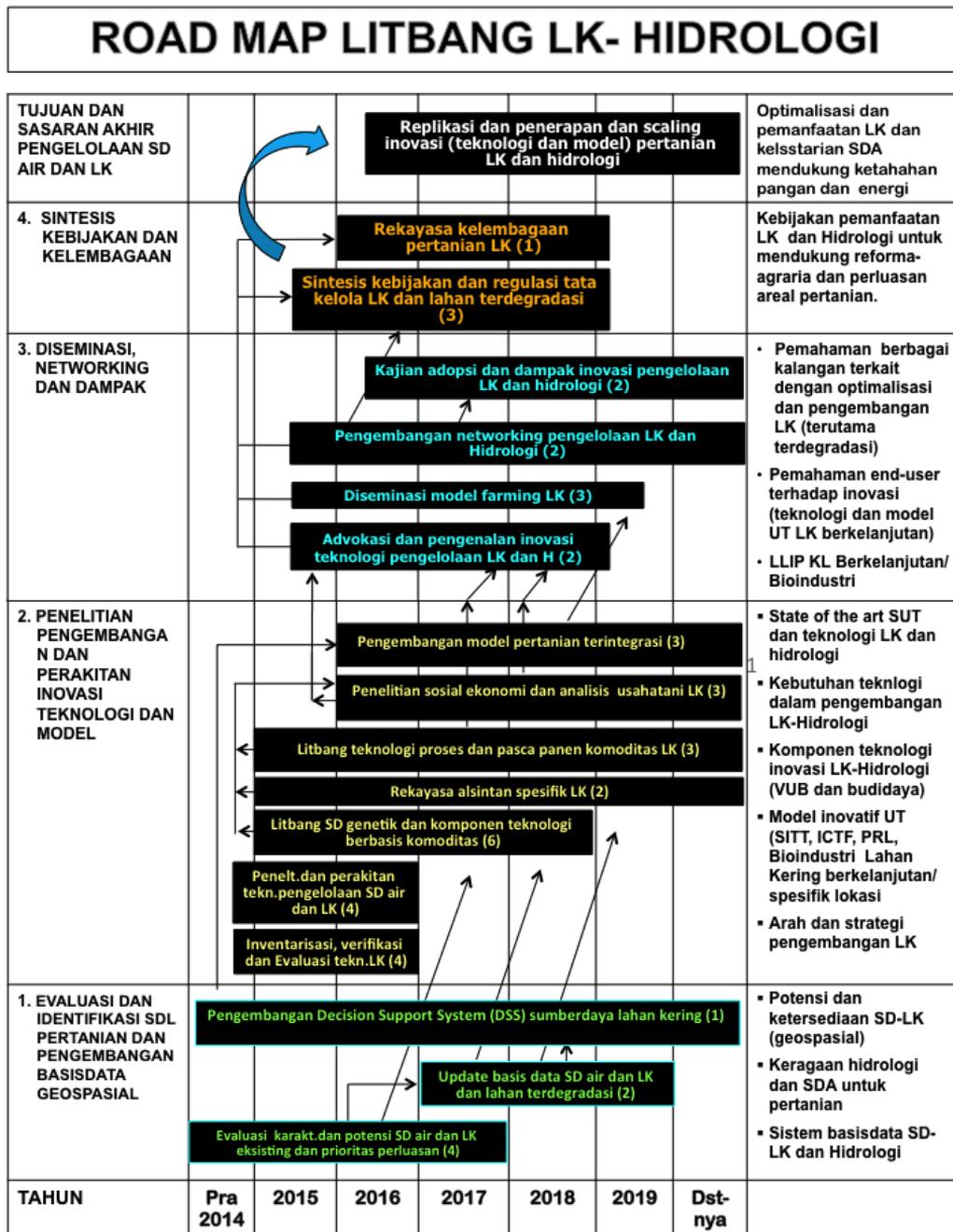
Ringkasan program utama, sub-program dan bidang penelitian dan kajian prioritas diberikan pada Tabel 9.

Tabel 9. Program dan bidang penelitian dan kajian prioritas litbang lahan kering

Program Utama	Sub program	Bidang penelitian dan kajian prioritas
1. Evaluasi dan identifikasi SDL pertanian dan pengembangan basisdata geospasial	1.1. Evaluasi karakteristik dan potensi SD air dan LK eksisting dan prioritas perluasan (4)	1. Verifikasi potensi dan ketersediaan LK
		2. Identifikasi karakteristik hidrologi LK
		3. Upscaling pengumpulan data dan informasi LK spasial skala $\geq 1:50.000$
		4. Kajian potensi dan prospek pengembangan LK
	1.2. Update basis data SD air dan LK dan lahan terdegradasi (2)	1. Evaluasi ketersediaan data LK (data tabular, spasial, narasi)
		2. Update database hidrologi lahan kering dan terdegrasi
		3. Penyusunan database lahan terdegradasi
1.3. Pengembangan DSS SD LK (1)	1. DSS pengelolaan lahan kering terintegrasi	
2. Penelitian, pengembangan dan perakitan inovasi teknologi dan model usahatani	2.1. Inventarisasi, verifikasi dan evaluasi teknologi lahan kering (4)	1. Evaluasi Sistem Usahatani LK
		2. Inventarisasi/verifikasi teknologi pengelolaan LK
		3. Inventarisasi/verifikasi teknologi pengelolaan SDA
		4. Identifikasi kesenjangan/kebutuhan teknologi pengelolaan LK dan SDA
	2.2. Penelitian dan perakitan teknologi pengelolaan sumberdaya air dan lahan kering (4)	1. Penelitian dan pengembangan teknologi konservasi dan rehabilitasi lahan
		2. Penelitian dan pengembangan teknologi optimalisasi SDAir
		3. Penelitian dan pengembangan teknologi optimalisasi pengelolaan hara/pemupukan
		4. Penelitian dan pengembangan teknologi pengelolaan tanah dan air rendah emisi

	2.3. Penelitian pengembangan sumberdaya genetik dan komponen teknologi berbasis komoditas (6)	1. Perakitan VUB tanaman pangan adaptif lahan kering
		2. Perakitan VUB tanaman hortikultura adaptif lahan kering
		3. Perakitan VUB tanaman perkebunan adaptif lahan kering
		4. Perakitan bibit unggul baru ternak
		5. Perakitan teknologi pengelolaan tanaman dan ternak
		6. Perakitan teknologi pengendalian OPT dan veteriner
	2.4. Rekayasa alsintan spesifik lahan kering (2)	1. Rekayasa alsintan pengolahan tanah, penanaman dan pemeliharaan tanaman
		2. Rekayasa alsintan panen dan pasca panen
	2.5. Penelitian dan pengembangan teknologi proses dan pasca panen komoditas lahan kering (3)	1. Penelitian dan pengembangan teknologi pasca panen
		2. Penelitian dan pengembangan teknologi pengolahan hasil
		3. Litbang teknologi pemanfaatan biomas dan hasil samping (by-product) (F4)\
	2.6. Penelitian Sosek dan analisis usahatani lahan kering (3)	<ol style="list-style-type: none"> 1. Penelitian analisis usahatani pertanian lahan kering 2. Penelitian sistem agribisnis peranian lahan kering 3. Penelitian sosial lahan kering
	2.7. Pengembangan model pertanian terintegrasi (3)	1. Pengembangan Model pertanian integrasi tanaman dan ternak
		2. Pengembangan Model Pertanian efisien karbon/rendah emisi
		3. Penelitian dan pengembangan model pertanian bioindustri/biocyclus
3. Diseminasi, networking dan dampak	3.1. Advokasi dan pengenalan inovasi teknologi pengelolaan LK dan hidrologi (2)	1. Advokasi pengembangan inovasi pengelolaan LK dan hidrologi
		2. Seminar, field day meeting, publikasi

	3.2. Diseminasi model farming inovatif LK (3)	1. Pengembangan model diseminasi dan p pengelolaan LK dan hidrologi
		2. Pengembangan laboratorium lapang inovasi pertanian LK dan hidrologi ("LLIP & ATP")
		3. Pengembangan model pertanian integratif/ inovatif (koservasi/bioindustri dan ramah lingkungan) lahan kering
	3.3. Pengembangan net working pengelolaan LK dan hidrologi (2)	1. Pengembangan net working model pertanian inovatif LK
		2. Pengembangan net working pengelolaan air bersama (water sharing)
	3.4. Kajian adopsi dan dampak inovasi pengelolaan LK (2)	1. Kajian tingkat adopsi dan dampak inovasi pengelolaan LK
2. Penelitian adopsi inovasi teknologi dan pemasaran hasil usahatani lahan kering		
4. Sintesis Kebijakan dan kelembagaan	4.1. Sintesis kebijakan dan regulasi tata kelola lahan kering dan lahan terdegradasi (3)	1. Analisis kebijakan tata kelola lahan terdegradasi
		2. Usulan regulasi dan kebijakan tata kelola lahan dan reforma agraria
		3. Penelitian adopsi inovasi teknologi dan pemasaran hasil usahatani lahan kering.
	4.2. Rekayasa kelembagaan pertanian lahan kering (1)	1. Penelitian da rekayasa kelembagaan petani pada lahan kering
Tujuan dan Sasaran Akhir Pengelolaan SD Air dan Lahan Kering	Replikasi dan penerapan dan scaling inovasi (teknologi dan model) pertanian LK dan hidrologi	



Gambar 3. Road Map Litbang pertanian 2015 – 2019

6

REKOMENDASI PENGEMBANGAN LAHAN KERING

Bertitik tolak dari pengalaman dan pembelajaran dalam pengembangan dan pengelolaan lahan kering sejak sistem pertanian sub-sisten dan ladang berpindah (*slash and burn*) puluhan tahun, maka pengembangan dan pengelolaan lahan kering ke depan harus bertitik tolak pada kelestarian sumberdaya dengan sasaran ganda (produksi, ekonomi, dan lingkungan). Selaras dengan strategi pembangunan pertanian ke depan yang mengedepankan pendekatan wilayah (kawasan) untuk mencapai pertanian yang bermartabat, mandiri, maju adil dan makmur dengan pilar utama sistem pertanian bioindustri berkelanjutan.

6.1 Arah dan Strategi Pengembangan Lahan Kering

6.1.1 Pendekatan pengembangan

Pengembangan lahan kering dapat dilaksanakan melalui lima pendekatan yaitu: (1) berbasis kawasan, (2) berbasis agroekologi, (3) eksplorasi dan eksploitasi sumberdaya air, (4) pengelolaan lahan dan konservasi tanah, dan (5) dukungan inovasi petanian. Pendekatan (1) dan (2) merupakan ranah pengembangan wilayah, sedangkan sisanya merupakan pemanfaatan sumberdaya, serta dukungan teknologi dan kelembagaan untuk proses produksi.

1. Pendekatan kawasan

Mengacu pada Undang-Undang nomor 26 tahun 2007 tentang Penataan Ruang, dimana wilayah adalah ruang yang merupakan kesatuan geografis berikut unsur terkait yang batas dan sistemnya ditentukan berdasarkan aspek administratif dan fungsional. Pengembangan lahan kering ke depan harus dilakukan melalui pendekatan wilayah administrasi, desa, kecamatan, dan kabupaten, serta pendekatan fungsional berdasarkan pada satuan daerah aliran sungai (DAS). Pemilihan wilayah secara administrasi harus dititikberatkan pada efisiensi dan efektifitas pelaksanaan program melalui satu komando dalam perencanaan dan implementasi rencana tersebut. Sedangkan pendekatan pengembangan wilayah berdasarkan batas DAS penting dalam kaitannya dengan dinamika air yang saat ini dikelola oleh Badan Pengelola DAS, Kementerian Kehutanan.

Selaras dengan Permentan Nomor 50/Permentan/OT.140/8/2012 tentang Pedoman Pengembangan Kawasan Pertanian, maka kawasan pertanian lahan kering harus didasarkan kelompok komoditas (tanaman pangan, perkebunan, hortikultura dan peternakan) sebagai gabungan sentra-sentra pertanian yang terakit secara fungsional,

baik sumberdaya alam dan infrastruktur maupun sosial budaya yang memenuhi batasan luasan minimal skala ekonomi dan efektivitas manajemen pembangunan wialyah.

2. Pendekatan agroekologi (agroekosistem)

Pengembangan lahan kering melalui pendekatan agroekologi (agroekosistem) dimaksudkan agar pengembangan dan pengeloalan lahan kering dapat dilakukan berdasarkan sifat-sifat biofisik lahan yang terkait dengan topografi, ketinggian, jenis dan karakteristik tanah, air dan agroklimat. Selain itu, pendekatan agroekologi (agroekosistem) bisa juga mengikuti pendekatan toposekuen atau klastering biofisik wilayah, terutama pada lahan kering berlereng dengan topografi yang beragam. Pendekatan ini umumnya dilakukan pada lahan kering beriklim kering (LKIK).

Balitbangtan membedakan lahan kering berdasarkan kesamaan karakteristik biofisik wilayah, yaitu: (i) lahan kering dataran rendah iklim basah (LKDRIB), (ii) lahan kering dataran rendah iklim kering (LKDRIK), (iii) lahan kering dataran tinggi iklim basah (LKDTIB), dan (iv) lahan kering dataran tinggi iklim kering (LKDTIK).

Berdasarkan sifat fisik (lereng), bahan induk, jenis tanah, kimia/kesuburan tanah, tipe agroklimat, tataguna lahan, maka lahan kering beriklim kering (LKIK) dengan topografi yang beragam dipilah atas 3 klastering pengembangan, yaitu: (1) LKIK-A: lahan kering dan lahan sawah datar, (2) KIK-B: lahan kering dan lahan sawah tadah hujan berlereng, dan (c) LKIK-C: lahan kering dataran tinggi berbukit/bergunung. Masing-masing kluster lahan tersebut memiliki karakteristik sebagai berikut:

- (A) Lahan kering datar sampai bergelombang, dengan karakteristik umum:
- Ketinggian <300 mdpl
 - Lereng <15%
 - Solum sedang-dalam
 - Sumber air: curah hujan, air permukaan, air tanah dangkal dan dalam
 - Berteras terbatas
- (B) Lahan kering berlereng (berbukit),
- Ketinggian 200-700 mdpl
 - Lereng 10-40%
 - Solum dangkal-sedang & sebagian berbatu
 - Sumber air dari hujan dan air permukaan (sungai) yang dialirkan secara tradisional atau irigasi sederhana
 - Berteras gulud batu
- (C) Lahan kering dataran tinggi berbukit/bergunung,
- Ketinggian >600 mdpl,
 - Lereng >40%
 - Solum dangkal dan berbatu
 - Sumber air hanya CH, tanpa pengelolaan air
 - Sebagian besar tidak berteras.

Ketiga klastering tersebut terkait dengan: (a) Arahan penggunaan lahan (Pertanian & Hutan), (b) Rekomendasi pengembangan komoditas, (c) Rekomendasi model usahatani (model farming), (d) Ekpplorasi dan teknologi pengelolaan air, (e) Opsi teknologi pengelolaan dan konservasi lahan, serta (f) Teknologi VUB, pemupukan, irigasi, dll.

Berdasarkan parameter karakteristik sumberdaya lahan, zonasi dibedakan atas 7 zona utama, yaitu: zona I, zona II, zona III, zona IV, zona V, zona VI, dan zona VII. Sistem pertanian atau kehutanan yang sesuai dengan zona-zona utama tersebut disajikan pada Tabel 10.

Tabel 10. Kriteria penentuan zona agroekologi dan sistem pertanian/kehutanan

Zona	Kriteria	Sistem pertanian/kehutanan
I	wilayah dengan lereng > 40%	Zona konservasi
II	wilayah dengan lereng 15-40%	Zona pengembangan pertanian berbasis tanaman tahunan/ perkebunan
III	wilayah dengan lereng 8-15%	Zona pengembangan pertanian dengan tanaman tahunan atau alley cropping (budidaya lorong)
IV	wilayah dengan lereng 0-8%	Zona pengembangan pertanian berbasis tanaman pangan
V	Wilayah dengan lereng 0-8%, tanah gambut	Zona konservasi/budidaya terbatas
VI	Wilayah dengan lereng 0-8%, sulfat masam	Zona konservasi/budidaya terbatas
VII	Wilayah dengan lereng 0-8%, tanah pasir kuarsa (Quardzipsamment, Spodosols)	Zona konservasi.

3. Eksplorasi dan eksploitasi air

Pengembangan lahan kering juga erat kaitannya dengan kegiatan eksplorasi dan eksploitasi air, terutama pada lahan kering beriklim kering. Berdasarkan definisi, lahan kering adalah hamparan lahan yang tidak pernah tergenang pada sebagian besar waktu dalam setahun, dengan drainase yang baik, namun tidak berarti bahwa lahan kering tidak mempunyai sumberdaya air. Selain curah hujan, lahan kering juga mempunyai sumberdaya air potensial, baik yang berasal dari air permukaan (embung, dam, sungai) maupun berasal dari air tanah dan air bumi yang berupa air jerapan (sumur artesis, mata air, dll). Kecuali air permukaan, potensi sumberdaya air tersebut tidak selalu gampang ditemukan atau diketahui sumber dan potensinya, tetapi perlu di eksplorasi atau dicari, baik secara konvensional, maupun dengan menggunakan teknologi khusus pendeteksian

sumberdaya air, terutama air bumi. Pengembangan dan optimalisasi lahan kering sangat ditentukan oleh optimalisasi pemanfaatan air, oleh sebab itu eksploitasi air erat kaitannya dengan sistem pengelolaan air dan konservasi tanah (dan air).

4. Pengelolaan lahan dan konservasi tanah

Pengelolaan lahan dan konservasi tanah dalam konteks lahan kering lebih diarahkan pada tata kelola lahan yang ditujukan untuk mempertahankan kesuburan dan sekaligus memelihara kelestarian lahan sehingga terhindar dari kerusakan dan menjamin keberlanjutan usaha pertanian di atasnya serta menjaga kelestarian sumberdaya air, baik untuk kebutuhan *in situ* maupun untuk memasok daerah hilir sepanjang aliran sungainya. Oleh sebab itu pengelolaan lahan kering sangat membutuhkan teknologi konservasi tanah dan air, apalagi pada lahan kering berlereng atau berada di kawasan pegunungan, baik teknologi konservasi secara fisik terakut dengan tata kelola lahan, maupun teknologi biologik terkait dengan pengelolaan tanaman.

5. Teknologi inovatif

Pengembangan lahan kering memerlukan dukungan teknologi inovatif yang berbasis: (i) eksploitasi dan rekayasa sumberdaya genetik, seperti varietas-varietas unggul tanaman maupun bibit unggul ternak, (ii) eksploitasi dan rekayasa sumberdaya lahan pertanian, seperti pupuk dan bahan pembenah tanah, (iii) eksploitasi dan rekayasa sumberdaya organik/biomassa, seperti biogas dan pakan ternak, serta (iv) model usahatani terpadu, seperti *integrated carbon efficient farming* (ICEF), pertanian berkelanjutan dan pertanian organik

Pengembangan lahan kering memerlukan rekayasa kelembagaan untuk mendukung kemajuan pengembangan lahan kering. Rekayasa dalam hal ini lebih mengarah pada penguatan kelembagaan yang meliputi kelembagaan aparat (formal) dan kelembagaan masyarakat/sosial (informal). Kelembagaan aparat meliputi kelembagaan penyuluhan dan kelembagaan pemerintah lainnya yang terkait dengan pengelolaan lahan kering, sedangkan kelembagaan masyarakat (sosial) meliputi seluruh elemen lembaga mulai pengadaan sarana/input usahatani hingga pemasaran hasil dan lembaga pendukungnya. Penguatan kelembagaan penyuluhan ditujukan mendorong berjalannya kegiatan penyuluhan sesuai dengan fungsinya yaitu memotivasi perubahan sikap, pengetahuan dan keterampilan petani sehingga menguatkan apresiasi petani terhadap inovasi teknologi pengelolaan lahan kering. Dalam hal ini, pendekatan penyuluhan pertanian melalui sistem kerja latihan, kunjungan dan SU.

Adapun kelembagaan pemerintah yang terkait dengan pengelolaan lahan kering utamanya adalah Pemerintah Daerah setempat untuk mengagendakan pengelolaan lahan kering di daerahnya sebagai bagian dalam Rencana Pembangunan Jangka Menengah Daerah (RPJMD) maupun Rencana Pembangunan Jangka Panjang Daerah (RPJPD).

Implementasinya diwujudkan dalam program kerja Satuan Kerja Perangkat Daerah (SKPD) antara lain Dinas Pertanian/Perkebunan/Peternakan untuk dukungan penyediaan benih/bibit tanaman dan ternak, Dinas Pekerjaan Umum untuk dukungan pembangunan infrastruktur pertanian perdesaan, dan Perbankan Daerah untuk jaminan penyediaan permodalan petani. Dengan demikian upaya optimalisasi pengelolaan lahan kering terjamin keberlanjutannya.

6.1.2 Strategi Umum

Strategi umum dalam pengembangan lahan kering harus didasarkan skala prioritas yang secara runtun sebagai berikut: (1) optimalisasi pemanfaatan lahan kering eksisting, (2) pemanfaatan lahan perkebunan dan hutan tanaman industri (HTI), (3) perluasan areal pertanian baru, (4) pengembangan lahan kering di wilayah perbatasan, daerah tertinggal, dan pulau-pulau terpencil.

Prioritas 1. Optimalisasi pemanfaatan lahan kering eksisting

Prioritas utama pengembangan lahan kering adalah optimalisasi pemanfaatan lahan kering eksisting yang pada umumnya belum dimanfaatkan secara optimal, karena: (a) belum dikelola secara intensif dan belum menerapkan teknologi tepat guna secara baik, sehingga produktivitasnya masih rendah, atau (b) akibat keterbatasan air atau karena kebiasaan petani yang belum terbiasa menggarap lahan sepanjang tahun dan/atau belum sehingga luas tanamnya masih terbatas (IP 100). Optimalisasi pemanfaatan lahan kering eksisting dapat dilakukan dengan menerapkan: (i) teknologi rekayasa lingkungan tumbuh, terkait dengan air, hara dan pengendalian OPT, dll. (ii) teknologi penyediaan air sepanjang tahun, (iii) teknologi konservasi tanah dan air berbasis model usahatani integrasi antara tanaman dan ternak, dalam suatu sistem yang berkelanjutan.

Prioritas 2. Pemanfaatan lahan perkebunan dan hutan tanaman industri

Prioritas pengembangan lahan kering kedua adalah pemanfaatan lahan perkebunan dan hutan tanaman industri. Areal lahan perkebunan dan lahan HTI pada saat tanaman muda (0-5 tahun) dapat ditanami dengan tanaman sela. Alternatif lainnya, pengelola perkebunan dan HTI menyisihkan sebagian lahannya (10% dari total areal) untuk pengembangan tanaman pangan yang sesuai. Pemanfaatan lahan perkebunan dan HTI ini perlu didukung oleh inovasi teknologi dengan menggunakan model usahatani terintegrasi. Sistem pertanian ICEF dan sistem pertanian bioindustri dapat diaplikasikan dalam pemanfaatan lahan perkebunan dan lahan HTI ini.

Prioritas 3. Perluasan areal pertanian baru

Prioritas ketiga pengembangan lahan kering adalah perluasan areal pertanian dengan memanfaatkan lahan terlantar, yang masih berupa semak belukar. Lahan

terlantar ini bisa berada di areal penggunaan lain (APL) atau lahan cadangan yang berada di kawasan hutan konversi (HPK).

Lahan APL umumnya sudah dimiliki oleh perorangan sehingga sulit diakses dan digunakan, kecuali didukung oleh regulasi yang kuat dari pemerintah. Lahan cadangan yang berada di HPK merupakan lahan yang lebih mudah diakses secara hukum untuk kepentingan nasional terutama dalam penyediaan kebutuhan bahan pangan strategis dan energi di masa depan. Perluasan areal areal pertanian baru ini dapat dilaksanakan di 4 agroekologi lahan kering (LKDRIB, LKDRIK, LKDTIB, dan LKDTIK).

Prioritas 4. Pengembangan lahan kering di wilayah perbatasan, wilayah tertinggal dan pulau-pulau terpencil

Prioritas pengembangan keempat adalah pemanfaatan lahan kering di wilayah perbatasan, wilayah tertinggal, dan pulau-pulau terkecil. Pada pelaksanaannya, kegiatan pengembangan lahan kering di ketiga wilayah ini harus sinergi dengan rencana aksi dari Badan Nasional Pengelola Perbatasan (BNPP) sebagai badan nasional untuk pengembangan kawasan perbatasan dan program-program pengembangan dari Kementerian Pembangunan Daerah Tertinggal untuk wilayah tertinggal dan pulau-pulau kecil dan terpencil.

Pengembangan pertanian di lahan kering pada ketiga wilayah ini selain membuka sumber pertumbuhan baru juga untuk tujuan pemerataan pembangunan nasional. Daerah-daerah tersebut saat ini masih kurang dikembangkan dan perlu mendapat perhatian lebih serius agar lebih maju dan produktif.

6.1.3 Sasaran Pengembangan

Pengembangan pertanian di lahan kering dilakukan untuk mencapai 3 sasaran utama, yaitu: (i) mengisi gap produksi dan/atau meningkatkan kapasitas produksi, (ii) mempertahankan kemampuan produksi, dan (iii) menurunkan permintaan terhadap pangan dan energi. Ketiga sasaran utama itu dicapai dengan menerapkan beberapa strategi, seperti disajikan pada Tabel 11.

Tabel 11. Sasaran pengembangan produksi lahan

Sasaran	Strategi umum	Inovasi
1. Meningkatkan kapasitas produksi	1. Pemanfaatan lahan eksisting	1. Teknologi eskplorasi dan eksploitasi SDA dan jaringan irigasi
	2. Perluasan areal	2. Teknologi inovatif (varietas unggul, pemupukan, budidaya, konservasi dan rehabilitasi, pasca panen, alsintan)
	3. Pengembangan wilayah perbatasan	3. Teknologi inovasi hemat air
		4. Model usahatani terpadu, integrasi tanaman ternak, ramah lingkungan, pertanian bioindustri, dll.
2. Mempertahankan kapasitas produksi atau mengurangi/menghindari penurunan produksi akibat resiko/cekaman biofisik (kekeringan, OPT, dl.)	1. Optimalisasi produksi	1. Teknologi eskplorasi dan eksploitasi SDA dan jaringan irigasi
	2. Pemanfaatan sumberdaya lokal	2. Teknologi inovatif dan adaptif (varietas unggul, pemupukan, pasca panen, alsintan) → dalam kurang dipikirkan lagi
		3. Teknologi konservasi, rehabilitasi dan remediasi lahan
		4. Teknologi peningkatan resistensi tanaman dan ternak terhadap hama dan penyakit
3. Meningkatkan diversifikasi pangan dan energi	1. Diversifikasi pertanian (dari komoditas boros input, terutama air menjadi komoditas tahan kekeringan/ hemat air)	1. Teknologi inovatif (varietas tahan kekeringan)
	2. Pemanfaatan sumberdaya lokal	2. Teknologi biofuel yang smart
		3. Teknologi pengolahan pangan
		4. Domestifikasi sumber pangan lokal

6.2 Keterpaduan, Sinergi Program dan Sistem Koordinasi

Selain karena sifatnya yang fragil secara inheren, tantangan sosial ekonomi serta dinamika tantangan pembangunan pertanian ke depan, menyebabkan kompleksitas masalah dalam pengembangan lahan kering menuntut perlunya keterpaduan dan sistem koordinasi yang efektif. Selaras dengan Permentan No. 50/Permetan/OT.140/8/2012, tentang pedoman pengembangan kawasan pertanian, maka untuk pengembangan lahan kering ke depan harus bersifat tematik, terpadu dan sinergi dengan program-program terkait dengan sistem koordinasi yang efektif, baik antar sektor maupun sub-sektor

pembangunan, atau antar kementerian dan lembaga terkait, serta antara Pemerintah Pusat dan Pemerintah Daerah. Mekanisme yang paling tepat untuk membangun keterpaduan dan sinergi program tersebut adalah melalui musyawarah rencana pembangunan (Musrenbang) tingkat nasional, provinsi, dan kabupaten.

Beberapa program yang relevan dengan pengembangan lahan kering yang potensial untuk disenergikan, antara lain:

1. Program Reforma Agraria (terutama dalam aspek kepemilikan lahan).
Motor utama implementasi program ini adalah Badan Pertanahan Nasional yang kemudian didukung oleh beberapa kementerian termasuk Kementerian Pertanian, Kementerian Kehutanan dan Kementerian Dalam Negeri. Program Reforma Agraria mengatur aspek kepemilikan lahan, status hukum, dan penguasaan lahan.
2. Program pengembangan agroforestri (hutan kemasyarakatan).
Program Agroforestri atau hutan kemasyarakatan dimotori oleh Kementerian Kehutanan, dimana kawasan hutan digunakan juga untuk tanaman pertanian yang tidak mengganggu fungsi hutan bagi masyarakat di sekitar kawasan hutan tersebut. Program hutan kemasyarakatan ini perlu ada kesepakatan bersama dan aturan yang harus dipenuhi oleh masyarakat, sehingga dapat saling menguntungkan, masyarakat dapat keuntungan dan kawasan hutan tetap terjaga fungsinya, serta lahan lebih produktif.
3. Program Perlindungan Lahan Pertanian Pangan Berkelanjutan (PLP2B).
Implementasi dari UU No 41 tahun 2009 tentang Perlindungan Lahan Pertanian Pangan Berkelanjutan dan 4 peraturan pemerintah turunannya, yang dimotori oleh Kementerian Pertanian, perlu didukung oleh Kementerian dan Lembaga terkait, serta diimplementasikan oleh pemda yang mempunyai kewenangan di wilayahnya. Program ini berupaya untuk mempertahankan lahan pertanian produktif agar tidak dialihfungsikan ke penggunaan lain di luar pertanian. Dalam pelaksanaannya, program ini sangat tergantung kepada kemauan politik pemerintah daerah sebagai eksekutor terakhir.
4. Pengembangan wilayah perbatasan
Pengembangan wilayah perbatasan dikoordinasikan oleh Badan Nasional Pengelola Perbatasan (BNPP). BNPP ini mempunyai misi antara lain: (i) mempercepat pengembangan kawasan perbatasan sebagai pusat pertumbuhan ekonomi lokal, regional, nasional dan internasional; (ii) meningkatkan pengelolaan sumber daya alam darat dan laut secara berimbang dan berkelanjutan bagi kesejahteraan masyarakat, pendapatan daerah, dan pendapatan negara, serta; (iii) mengembangkan sistem kerjasama pembangunan antara pemerintah daerah, antar daerah, antar negara, dan antar pelaku usaha (Perpres No 12 tahun 2010).

5. Pengembangan daerah tertinggal/terpencil.
6. Pengembangan lahan kering juga harus sinergi dengan rencana aksi pengembangan daerah tertinggal/terpencil yang dimotori oleh Kementerian Pembangunan Daerah Tertinggal (PDT).
7. Program transmigrasi dan pengembangan wilayah.
Pada dasarnya, program transmigrasi yang dikelola oleh Kementerian Tenaga Kerja dan Transmigrasi ini mempunyai dua sasaran utama, yaitu (a) penyebaran penduduk yang lebih seimbang sesuai dengan kapasitas sumberdayanya, (b) pengembangan wilayah termasuk pemanfaatan sumberdaya lahan agar lebih produktif. Oleh sebab itu, pengembangan dan pengelolaan lahan kering terutama yang berada di kawasan transmigrasi membutuhkan adanya sinergi perogram pembinaan teknis usahatani oleh Kemeterian Pertanian atau Dinas Pertaian, harus sangat bersinergi dengan Kementerian Tenga Kerja atau Pemda di daerah.

6.3 Pendekatan Sistem Dinamik untuk Pengembangan Lahan Kering

Pengembangan lahan kering untuk pertanian bioindustri melibatkan banyak komponen fisik maupun biofisik sehingga interaksi semua komponen tersebut menjadi kompleks. Dalam kondisi seperti ini, pendekatan sistem merupakan alternatif yang cukup akuntabel karena sistem akan memberikan penyelesaian masalah yang kompleks dengan metode dan analisis yang mampu mengidentifikasi, menganalisis, mensimulasi, dan mendisain sistem dengan komponen-komponen yang saling terkait, yang diformulasikan secara lintas disiplin dan komplementer untuk mencapai tujuan yang sudah ditetapkan. Keunggulan dari pendekatan sistem terletak pada cirinya yaitu sibernetic (berorientasi pada tujuan), holistic (pendekatan secara menyeluruh), dan effective (aplikabel bagi pengguna).

Kegiatan identifikasi sistem adalah tahap awal dari pendekatan sistem yang menghubungkan semua komponen dan variabel pengungkit dalam pertanian bioindustri sebagai mata hubungan interaksi seperti Gambar 4. Semua komponen berinteraksi satu dengan lainnya membentuk hubungan keterkaitan tertutup saling sinergis mendukung pertanian bioindustri pada lahan kering. Iklim dan lingkungan merupakan komponen eksternal yang tidak bisa dikontrol tetapi berpengaruh langsung terhadap ketersediaan air dan kondisi iklim makro serta mikro yang dibutuhkan tanaman. Terhadap komponen ini, strategi adaptasi menjadi solusi agar tanaman bisa berkembang dengan baik antara lain: benih tahan kering, efisiensi air melalui jaringan irigasi tetes, pengaturan pola tanam. Selebihnya merupakan komponen yang relatif bisa dikontrol dengan kerjasama yang harmonis dari semua pihak yang terlibat.



Gambar 4. Interaksi komponen pengungkit dalam model pertanian Bioindustri pada lahan kering

6.3.1 Pertanian bioindustri di lahan kering iklim kering dataran rendah (LKIKDR)

Komponen utama pertanian bioindustri pada Lahan Kering Iklim Kering Dataran Rendah terdiri dari 1) lahan, 2) iklim, 3) usaha tani, 4) sosial ekonomi, 5) adopsi, 6) lingkungan. Lahan merupakan sumberdaya lahan yang tidak dapat diperbaharui sehingga menempati urutan pertama karena ketersediaan terbatas dan mempunyai karakteristik tanah yang spesifik. Bila lahan tersedia dan kelembagaan mendukung dalam hal status lahan, maka subsistem yang kedua yang harus diperhatikan adalah Iklim pada sistem LKIKDT ini. Iklim secara langsung berpengaruh terhadap neraca air untuk budidaya pertanian, sehingga ketersediaan air adalah titik unkit pertama dalam pengembangan bioindustri di LKIKDT. Selain itu dari komponen iklim, karena merupakan faktor penting pada sistem LKIKDT, harus ditangani dengan penciptaan Inotek agar dapat merekayasa dan mengantisipasi karakteristik iklim berkaitan dengan ketersediaan air. Iklim juga berpengaruh terhadap populasi dan serangan organisme pengganggu tanaman (OPT), serta peluang terjadinya banjir karena perubahan anomali iklim serta ketidaksiapan antisipasi kejadian banjir. Banjir tidak hanya merusak lahan pertanian (erosi) dan infrastruktur lainnya (jalan, bangunan irigasi), juga berpengaruh terhadap kerusakan lingkungan. Pada saat ketersediaan air untuk tanaman terpenuhi, maka komponen Sosial Ekonomi dapat mendukung pengembangan pertanian bioindustri dengan adanya populasi penduduk yang memadai, “kemauan” petani untuk berkembang yang ditandai dengan Adopsi teknologi, lalu didukung oleh ketersediaan

dana melalui lembaga keuangan, dan ketersediaan infrastruktur. Bila elemen tersebut bersinergi akan diperoleh peningkatan produksi pertanian.

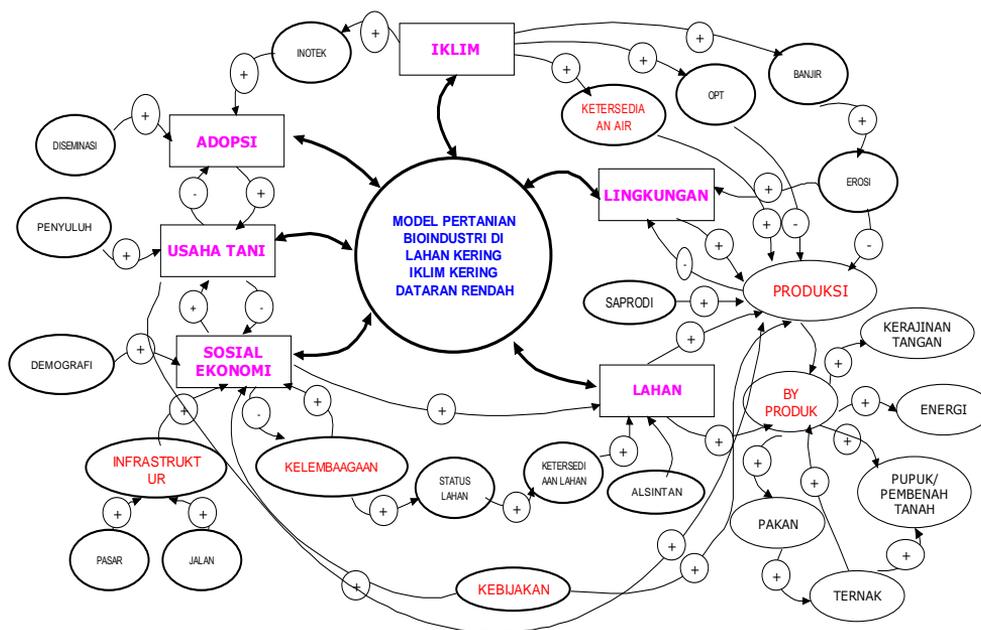
Dari produk pertanian yang beragam karena melibatkan komponen tanaman pangan, tanaman tahunan, tanaman pakan, dan ternak maka dihasilkan produk sampingan (By Products) yang dapat dijadikan bahan dasar pertanian bioindustri. Produk sampingan berupa sisa tanaman, limbah padat, limbah cair, dan residu dapat dimaksimalkan dayagunanya untuk mencapai *zerowaste*. Sebagai ilustrasi adalah tongkol jagung dapat didekomposisi menggunakan mikroba fungsional menjadi sumber pakan ataupun sebagai pupuk organik dan pembenah tanah, dipanaskan menjadi biochar, ataupun untuk kegunaan lain seperti kerajinan tangan. Dengan prinsip bioindustri, tongkol jagung mempunyai nilai tambah untuk berbagai kegunaan dan dapat menghasilkan tambahan pendapat.

6.3.2 Pertanian Bioindustri di Lahan Kering Iklim Kering Dataran Tinggi

Komponen utama pertanian bioindustri pada Lahan Kering Iklim Kering Dataran Tinggi terdiri atas: 1) lahan, 2) perubahan iklim, 3) adopsi, 4) sosial ekonomi, 5) dan 6) lingkungan. Lahan merupakan sumberdaya lahan yang tidak dapat diperbaharui sehingga menempati urutan pertama karena ketersediaan terbatas dan mempunyai karakteristik tanah yang spesifik. Bila lahan tersedia dan kelembagaan mendukung dalam hal status lahan, maka subsistem yang kedua yang harus diperhatikan adalah lingkungan.

Lingkungan secara langsung berpengaruh terhadap produksi dimana degradasi lahan dan erosi menjadi titik unkit pertama dalam pengembangan bioindustri di LKIKDT. Selain itu, komponen lainnya yang berpengaruh terhadap kualitas lahan adalah perubahan iklim melalui intensitas curah hujan kombinasi dengan kondisi topografi yang berlereng akan menyebabkan laju erosi yang intensif, menurunkan produktivitas lahan dan pada akhirnya berpengaruh pada produksi.

Komponen yang berikutnya adalah sosial ekonomi dan adopsi. Kondisi soil ekonomi yang baik akan meningkatkan adopsi inovasi teknologi dan memperbaiki produksi tanaman. Titik unkit dalam aspek ini adalah infrastruktur dan kelembagaan. Infrastruktur termasuk infrastuktur jalan, pasar, pendidikan, kesehatan dan lainnya. Kelembagaan termasuk kelembagaan petana, kelembagaan pembiayaan dan kelembagaan lokal yang khas lokasi.



Gambar 5. Causal Loop Diagram untuk pengembangan Model Pertanian Bioindustri di Lahan Kering Iklim Kering Dataran Rendah. (Ket.: ungu = subsistem, merah = titik unkit)

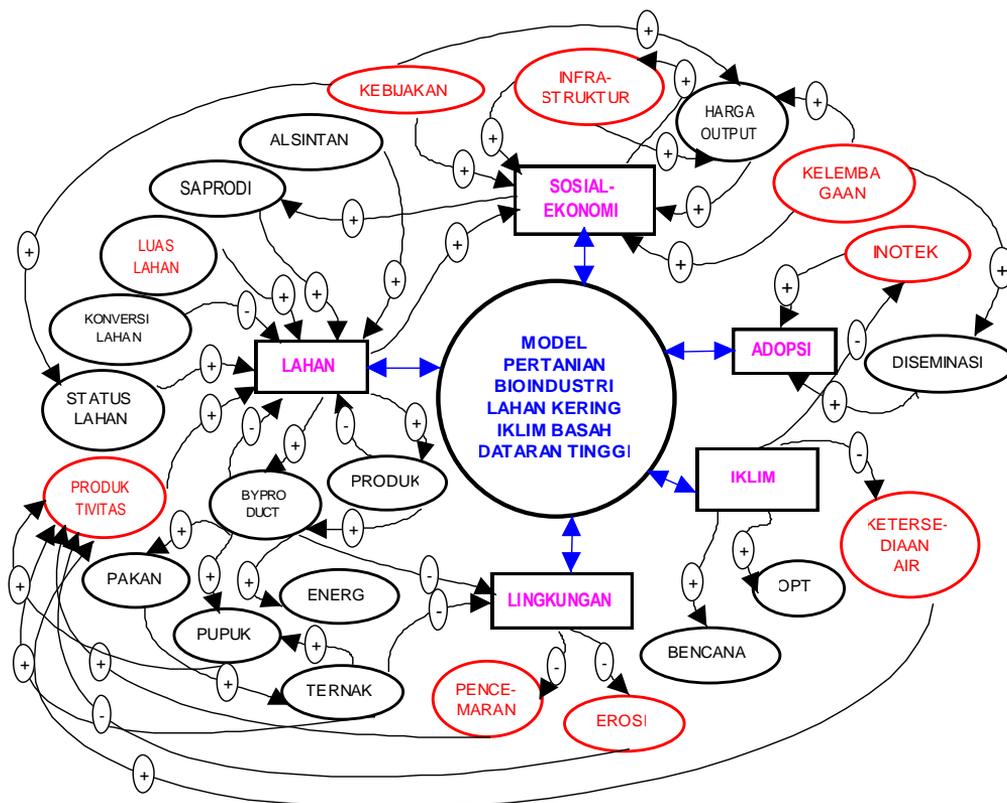
Dari produk pertanian yang beragam karena melibatkan komponen tanaman pangan, tanaman tahunan, tanaman pakan, dan ternak maka dihasilkan produk sampingan (By Products) yang dapat dijadikan bahan dasar pertanian bioindustri. Produk sampingan berupa sisa tanaman, limbah padat, limbah cair, dan residu dapat dimaksimalkan dayagunanya untuk mencapai zerowaste. Sebagai ilustrasi adalah tongkol jagung dapat didekomposisi menggunakan mikroba fungsional menjadi sumber pakan ataupun sebagai pupuk organik dan pembenah tanah, dipanaskan menjadi biochar, ataupun untuk kegunaan lain seperti kerajinan tangan. Dengan prinsip bioindustri, tongkol jagung mempunyai nilai tambah untuk berbagai kegunaan dan dapat menghasilkan tambahan pendapat. Hasil bioproduk ini biasa memberikan nilai tambah pendapatan petani yang pada akhirnya akan memperbaiki kualitas sosoil ekonomi rumah tangga petani dan masyarakat petani.

6.3.4 Pertanian bioindustri lahan kering iklim basah dataran tinggi

Hampir sama dengan lahan kering iklim basah dataran rendah, pengembangan pertanian bioindustri pada lahan kering iklim basah dataran tinggi difokuskan pada perbaikan penyediaan air untuk tanaman, peningkatan produktivitas lahan, formulasi kebijakan pemerintah yang merupakan variabel pengungkit (Gambar 8). Penyediaan air untuk tanaman dilakukan dengan aplikasi teknologi panen air hujan dalam bentuk embung ataupun water storage. Bersamaan dengan hal tersebut, dilakukan juga sistem pengairan tanaman yang efisien air untuk tanaman yang dibudidayakan. Penggunaan varietas yang toleran terhadap kekeringan akan dapat mengurangi resiko gagal panen terutama pada musim tanam menjelang musim kemarau. Pengendalian pencemaran dan erosi tanah yang juga merupakan titik pengungkit harus dikendalikan seefisien mungkin agar dampaknya terhadap tanah dan lingkungan seminimal mungkin.

Peningkatan produktivitas lahan dilakukan dengan pemanfaatan pupuk organik hasil olahan sisa panen ataupun olahan limbah cair/padat. Integrasi ternak terutama ruminansia besar dengan memanfaatkan pakan hasil olahan limbah akan menghasilkan pupuk organik yang dapat meningkatkan kebutuhan akan pupuk organik pada lahan kering yang umumnya memerlukan pupuk organik dalam jumlah banyak.

Perbedaannya dengan lahan kering iklim basah dataran rendah adalah pada pengendalian pencemaran dan erosi tanah yang juga merupakan titik pengungkit harus dikendalikan seefisien mungkin agar dampaknya terhadap tanah dan lingkungan seminimal mungkin. Tingkat kesuburan tanah pada agroekosistem lahan kering iklim basah dataran tinggi umumnya tinggi yang dan sangat sesuai untuk budidaya komoditas sayuran yang bernilai ekonomis tinggi sehingga petani cenderung mengelola usahatannya dengan memasukkan berlebihan terutama pupuk dan pestisida yang memicu terjadinya pencemaran lingkungan yang intensif. Sementara pengolahan lahan kurang memperhatikan kaedah konservasi tanah dan air yang turut memicu pencemaran lingkungan perairan dan menurunkan produktivitas tanah.



Gambar 8. Causal Loop Diagram (CLD) Model Pertanian Bioindustri di Lahan Kering Iklim Basah Dataran Tinggi. (Ket.: merah = titik unkit)

6.4 Spectrum Dissemination Multi Channel (SDMC)

Upaya memperderas inovasi teknologi dan kelembagaan pengelolaan lahan kering perlu memperhatikan prinsip-prinsip dalam konsep *Spectrum Dissemination Multi Channel* (SDMC) yang memanfaatkan berbagai saluran (*channel*) komunikasi dan pemangku kepentingan (*stakeholders*) yang terkait (Balitbangtan, 2011). Penyebaran informasi teknologi tidak lagi dilakukan hanya pada satu pola diseminasi (saluran formal) saja, tetapi dilakukan secara *multi channel* antara lain memanfaatkan kelembagaan informal seperti tokoh-tokoh masyarakat, tokoh agama, penyalur/pedagang sarana produksi pertanian, dan lainnya.

Penyampaian informasi teknologi dari sumber teknologi kepada pengguna dilakukan dengan mengoptimalkan pemangku kepentingan (*stakeholders*) dan

memanfaatkan media diseminasi. Pemangku kepentingan yang terkait dengan diseminasi ini meliputi Pustaka, Satuan Kerja Perangkat Daerah (SKPD), Lembaga penyuluhan, LSM, Ditjen teknis, BPTP dan BPATP).

6.5 Problema, Dukungan dan Implikasi Kebijakan

Eksistensi lahan kering dalam konteks pembangunan pertanian di Indonesia sebagai sumberdaya yang dapat dikembangkan menjadi areal pertanian produktif yang menghasilkan berbagai alternatif komoditas pertanian, baik tanaman maupun peternakan, namun sekaligus harus tetap melestarikannya sebagai sumberdaya dengan berbagai fungsi ekologisnya. Memperhatikan luas dan potensinya, pengembangan lahan kering hendaknya dijadikan agenda utama dalam pembangunan pertanian nasional.

Untuk menjamin optimalisasi lahan kering diperlukan dukungan kebijakan pemerintah pusat dan daerah, baik berupa regulasi/legislasi atau peraturan perundang-undangan maupun program dan kebijakan dalam kaitannya dengan tata kelola pengembangan dan peruntukan lahan serta pengembangan infrastruktur dan sarana.

6.5.1 Pengembangan Infrastruktur dan Saprodi

Dari aspek teknis, untuk membangun lahan kering, dukungan dan kebijakan yang diperlukan antara lain: Program pengembangan wilayah terpadu atau pengembangan kawasan pertanian unggulan berorientasi pendekatan toposekuen, eksplorasi dan eksploitasi air serta pengelolaan dan konservasi tanah, dan dukungan teknologi inovatif. Memperhatikan sebaran penguasaan lahan saat ini yang didominasi oleh perkebunan besar, maka pengembangan pertanian lahan kering ke depan harus lebih berorientasi pertanian rakyat terpadu. Untuk itu, perlu dukungan pengembangan infrastruktur, terutama jalan usahatani, transportasi dan sarana pasar, serta kebijakan penyediaan saprodi dan permodalan.

6.5.2 Regulasi dan Legislasi

Sebagaimana dengan problema sumberdaya lahan pada umumnya, faktor non teknis yang sangat krusial dalam pengembangan lahan kering adalah aspek peruntukan, penguasaan dan kepemilikan lahan. Hingga saat ini reformaagraria yang dicanangkan sejak hampir satu dasarian yang lalu hingga kini masih terkendala dengan aspek-aspek tersebut. Silang sangkerut dan ketidak selarasan antara data dan kebijakan dengan kondisi nyata sumberdaya lahan di lapang sangat banyak dijumpai. Selain luas lahan terdegradasi dan terlantar akibat tidak dikelola atau salah kelola, juga sangat luas dan salah satu penyebabnya adalah ketidak-sinkronan antara kebijakan pusat dan daerah.

Dibutuhkan reorientasi dan tinjau ulang beberapa regulasi dan kebijakan nasional dan daerah, terutama dalam aspek legislasi yang berkaitan dengan penguasaan, pemilikan, penguasaan dan pengelolaan sumberdaya lahan. Regulasi dan kebijakan harus bertitik tolak pada kondisi nyata di lapangan dengan saran utamanya adalah kemanfaatan dan dukungan bagi pembangunan ekonomi, termasuk pertanian, tanpa mengabaikan aspek ekologi dan lingkungan.

Ancaman sangat serius lainnya terhadap sumberdaya lahan kering adalah degradasi lahan akibat eskploitasi pertambangan, terutama batu bara, emas, timah, dan mineral lainnya yang tidak diikuti dengan dengan aspek rehabilitasi lahan secara benar. Oleh sebab itu reorientasi regulasi juga sangat terkait dengan pengaturan dalam eksplorasi dan eskploitasi sumberdaya alam yang terkandung di atas atau di dalam tanah, utama berbagai jenis aneka tambang.

7

PENUTUP

Di masa yang akan datang, pembangunan pertanian akan sangat ditopang oleh pemanfaatan dan pengembangan lahan kering. Kompleksitas permasalahan lahan kering baik secara fisik maupun sosial ekonomi harus diatasi dengan pendekatan wilayah dan reorientasi regulasi dan kebijakan tata kelola lahan kering. Kunci sukses keberhasilan optimalisasi pemanfaatan lahan kering akan sangat ditentukan oleh ketersediaan inovasi pertanian yang lebih berbasis sains dan pendekatan sistem dinamik, baik pengembangan teknologi maupun kelembagaan, tanpa harus mengabaikan berbagai teknologi dan kearifan lokal. Road map litbang lahan kering diharapkan dapat menjadi acuan penting dan strategis dalam melakukan penelitian untuk menghasilkan inovasi pertanian yang tepat guna sesuai dengan tuntutan dan tantangan pengembangan lahan kering di masa yang akan datang.

Road map ini bukanlah acuan yang memposisikan IPTEK lahan kering pada tahap awal inovasi, tetapi merupakan penyempurnaan, pengembangan dan penguatan sastrifikasi dari IPTEK lahan kering sebelumnya. Tetapi lebih ditujukan untuk membangun sistem pertanian modern di lahan kering dengan 4 ciri utama, yakni: (a) berbasis bioscience dan bioengineering, (b) adaptif terhadap perubahan iklim, (c) adanya dukungan alat mesin pertanian, dan (d) dukungan sistem dan teknologi informasi. Selain kesiapan inovasi pertanian, pengembangan lahan kering harus didasari pada sistem data base potensi dan karakteristik lahan kering, baik untuk intensifikasi maupun ekstensifikasi. Sebaliknya ujung dari semua proses tersebut adalah upaya pengembangan, baik berupa teknologi, model maupun inovasi pertanian lahan kering adalah proses diseminasi dan advokasi, utamanya melalui pendekatan diseminasi *multi channel*.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdurachman, A. Dariah, dan A. Mulyani. 2008. Teknologi Dan Strategi Pendayagunaan Lahan Kering Mendukung Pengadaan Pangan Nasional. Jurnal Badan Litbang Pertanian.
- Abdurachman, A. dan S. Sutono. 2005. Teknologi pengendalian erosi lahan berlereng. Hlm. 103-145 dalam Teknologi Pengelolaan Lahan Kering: Menuju Pertanian Produktif dan Ramah Lingkungan. Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanah dan Agroklimat, Bogor.
- Abdurachman, A., dan B. R. Prawiradiputra. 1995. Tinjauan Penelitian dan Penerapan teknologi Usahatani Konservasi di DAS Jratunseluna dan Das Brantas: Pngalaman UACP-FSR dalam Analisis Agroekosistem dan Pengelolaan DAS. Kelompok Kerja Penelitian dan Pengembangan Sistem Usahatani Konservasi Lahan Kering. Bagian Proyek Peningkatan Kemampuan Perencanaan Penghijauan dan Reboisasi Pusat. Pusat Penelitian Tanah dan Agroklimat. Bogor.
- Achmad Hidayat, Hikmatullah dan Djoko Santoso. 2000. Potensi dan Pengelolaan Lahan Kering Dataran Rendah dalam Buku: Sumber Daya Lahan Indonesia dan Pengelolaannya. Pusat Penelitian Tanah dan Agroklimat, Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian, Departemen Pertanian. Edisi Pertama tahun 2000, Bogor. ISBN 979-9474-04-3. 266 halaman.
- Adiningsih, J. dan M. Sudjadi. 1993. Peranan Sistem Bertanam Lorong (Alley Cropping) dalam meningkatkan Kesuburan Tanah pada Lahan Kering Masam. Risalah Seminar, Hasil Penelitian Tanah dan Agroklimat. Pusat Penelitian Tanah dan Agroklimat, Bogor.
- Anonymous, 2004. Silvopasture: The intentional combination of trees, forage and livestock managed as a single integrated practice. University of Missouri Center for Agorforestry Practice. www.centerforagroforestry.org. 13 August 2009.
- Anonimus. 2013. Teori Sistem Dinamik. www.id.wikipedia.org. 5 Mei 2014
- Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian. 2004. Dua abad Penelitian Pertanian Indonesia. Badan Litbang Pertanian. Jakarta.
- Balai Besar Litbang Sumberdaya Lahan Pertanian. 2013. Peta Tanah Tinjau Indonesia skala 1:250.000 (Periode 1989-2013).
- Balai Besar Litbang Sumberdaya Lahan Pertanian–BBSDLP. 2011. Peta Lahan Gambut Indonesia Skala 1:250.000 (Indonesian peatland map at the scale 1:250,000). Indonesian Center for Agricultural Land Resources Research and Development, Bogor, Indonesia.
- Balai Besar Litbang Sumberdaya Lahan Pertanian. 2009. Supervisi dan Pendampingan Teknologi Sumberdaya Lahan Pertanian Mendukung Pengembangan dan Transfer Primatani. BBSDLP.Badan Litbang Pertanian. Kementrian Pertanian. Bogor.

- Balai Besar Litbang Sumberdaya Lahan Pertanian. 2008. Policy Brief, Keragaan dan Ketersediaan Sumberdaya Lahan untuk Pembangunan Pertanian. 13 hal.
- Balitklimat. 2003. Peta Sumberdaya Iklim Indonesia skala 1:1.000.000. Balai Penelitian Agroklimat dan Hidrologi, Badan Litbang Pertanian.
- Benu, L Fred. 2010. Dialektika Sosial-Ekonomi pertanian lahan kering. <http://drylandagriculture.blogspot.com/2010/10/mengapa-petani-lahan-kering-tetap.html>
- Peraturan Menteri Pertanian Nomor : 03/Kpts/HK.060/1/2005 Tentang Pedoman Penyiapan Dan Penerapan Teknologi Pertanian
- Balitbangtan. 2011. Pedoman Umum Spektrum Diseminasi Multi Channel. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian.
- BPS. 1986. Statistik Indonesia 1986. Biro Pusat Statistik. Jakarta
- BPS. 2006. Statistik Indonesia 2006. Badan Pusat Statistik. Jakarta
- BPS. 2008. Statistik Indonesia 2008. Badan Pusat Statistik. Jakarta
- BPS. 2013. Statistik Indonesia 2013. Badan Pusat Statistik, Jakarta. 622 halaman
- Balai Penelitian Agroklimat dan Hidrologi. 2003. Atlas Sumberdaya Iklim Pertanian Indonesia Skala 1 : 1.000.000. Balai Penelitian Agroklimat dan Hidrologi, Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanah dan Agroklimat, Bogor. Indonesia
- BPS. 2013. Hasil Sensus Pertanian 2013. Berita Resmi Statistik No. 90/12/Th. XVI, 2 Desember 2013. Jakarta. 12 Hal.
- Dariah, A. dan Irsal Las. 2010. Ekosistem Lahan Kering sebagai Pendukung Pembangunan Pertanian dalam Membalik Kecenderungan Degradasi Sumberdaya Lahan dan Air. Badan Litbang Pertanian. Kementrian Pertanian.
- Dariah, A., S.Rochayati, dan W. Hartatik. 2010. Sistem Pengelolaan Lahan Sayuran Ramah Lingkungan dan Berkelanjutan. Dalam Membalik Kecenderungan Degradasi Sumberdaya Lahan dan Air . IPB PRESS
- Dariah, A. 2012. Perkembangan Penelitian Teknologi Pengelolaan Lahan Kering. dalam Prospektif Pertanian Lahan Kering dalam Mendukung Ketahanan Pangan. IAARD PRESS
- Dudal, R. and Soepraptohardjo. 1957. Soil Classification in Indonesia. Contr. Gen. Agric.Res. Sta. Bogor, No. 148
- Eryatno. 2012. Ilmu Sistem: meningkatkan mutu dan efektifitas manajemen. Jilid 1 edisi keempat. Guna Widya, Surabaya
- Eryatno, Larasati L. 2013. Ilmu Sistem: meningkatkan integrasi dan koordinasi manajemen. Jilid 2. Guna Widya, Surabaya
- Eryatno. 2004. Ilmu Sistem: Meningkatkan Mutu dan Efektivitas Managemen. IPB Press. Bogor.
- Irwanto. 2008. Increasing of Land productivity by Application of Agroforestry System. <http://irwanto.webs.com>. 15 March 2011.

- FAO.2104. Laporan Hasil Baseline Survei Sosial-Ekonomi Pengembangan Pertanian Konservasi di NTB dan NTT. Jakarta (unpub.).
- Gofar, N. 2007. Keragaan beberapa sifat kimia dan biologi tanah pada berbagai tipe penggunaan lahan rawanlebak. *Agri. Trop.* 26 (2): 92-96.
- Hidayat, A. dan A. Mulyani. 2002. Lahan Kering untuk Pertanian. h. 1-34. Dalam Abdurachman et al. (ed.). *Buku Pengelolaan Lahan Kering Menuju Pertanian Produktif dan Ramah Lingkungan*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanah dan Agroklimat, Bogor.
- Irianto, G. A. Sofyan dan B. Lidon. 2001. Peranan hidroklimatologi dalam mendukung pengembangan lahan kering di Indonesia. *Prosiding Seminar Sehari Kerjasama Puslitbangtanak dengan CIRAD Perancis, 17Oktober 2001*. Puslitbangtanak. Badan Litbang Pertanian. Departemen Pertanian
- Kartiwa, B. E. Susanti, I. Amien. K. Sari. 2012. Manajemen air antisipatif dan adaptif perubahan iklim untuk mendukung ketahanan pangan, dalam Ananto et al., (eds.) *Kemandirian pangan Indonesia dalam perspektif kebijakan MP3EI*. Balitbangtan. Kementerian Pertanian.
- Kirmanto. D. 2012. Menteri PU Dorong Perguruan Tinggi Sikapi Ketahanan Air. <http://sda.pu.go.id/index.php/berita-sda/pu-net/item/161-menteri-pu-dorong-pt-sikapi-masalah-ketahanan-air>. Diakses tanggal
- Lembaga penelitian Tanah. 1975. *Penelitian Kesuburan Tanah Pelita Pertama*. Jilid II. Kumpulan Laporan Penelitian.
- Marimin. 2004. *Teknik dan Aplikasi Pengambilan Keputusan Kriteria Majemuk*. PT. Gramedia Widiasarana Indonesia. Jakarta.
- Microsoft Corp. 2006. *Microsoft office Visio 2007*.
- Momuat, E.O., D. Sitepu, dan C.H. J.S. Momuat. 1993 Status dan pengembangan lahan kering Nusa Tenggara, Kasus Proyek P3NT dalam *Prosiding Lokakarya Status dan pengembangan Lahan Kering di Indonesia*. Mataram, 16-18 Novemver 1993. *Proyek Pembangunan Penelitian Pertanian nusa Tenggara*. Badan Litbang Pertanian.
- Mulyani, A. Hikmatullah, H. Subagyo. 2004. Karakteristik dan potensi tanah masam lahan kering di Indonesia. Hal. 1-32 dalam *Prosiding Simposium Nasional Pdayagunaan Tanah Masam*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanah dan Agroklimat, Bogor.
- Mulyani, A. dan A. Hidayat. 2010. *Kapasitas Produksi Bahan Pangan Lahan Kering*. Buku Analisis Kecukupan Sumber Daya Lahan Mendukung Ketahanan Pangan Nasional Hingga Tahun 2050. Penyunting (Sumarno dan Suharta). Badan Litbang Pertanian, Jakarta
- Mulyani, A. dan M. Sarwani. 2013. Karakteristik dan potensi lahan sub optimal untuk pengembangan pertanian di Indonesia. *Jurnal Sumberdaya Lahan*, Volume 7, Mo. 1. Juli 2013. Balai Besar Litbang Sumberdaya Lahan Pertanian, Bogor. Hal 47-55.

- Olea, L. and A.S. Miquel-Ayanz. 2006. A traditional Mediterranean silvopasture system linking production and nature conservation. www.doctorange.com. April 2006. 13 August 2009.
- Pasandaran, E. 1996. Nilai ekonomi air dalam kerangka menghadapi era baru pengelolaan sumberdaya air. Prosiding Seminar Nasional Gerakan Hemat Air. Jakarta 11 Juli 1996.
- Powersim. 2013. Powersim Studio 9 enterprise. USA
- Purnomo, D. 2011. Pengantar Sistem Dinamik. www.labsistmip.wordpress.com. 5 Mei 2014.
- Pusat Sosial Ekonomi dan Kebijakan Pertanian (PSEKP). 2013. Memahami, Mendalami, dan Menawarkan Solusi Masalah Petani, Pertanian dan Perdesaan. PSEKP. Bogor. 215 Hal.
- Pusat Penelitian Tumbuhan Kebun Raya. 2004. Perkembangan Penelitian Pertanian. Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia. Bogor.
- Pusat Sosial Ekonomi dan Kebijakan Pertanian (PSEKP). 2013. Memahami, Mendalami, dan Menawarkan Solusi Masalah Petani, Pertanian dan Perdesaan. PSEKP. Bogor. 215 Hal.
- Setiawan, I. 2006. Dinamika Struktur dan Kultur Agraria Petani pada Berbagai Zona Agroekosistem di Kabupaten Bandung (Kasus di Kecamatan Solokanjeruk, Kecamatan Nagreg dan Kecamatan Lembang). Thesis. Fakultas Pertanian, UNPAD. Bandung. 31 Hal.
- Sitepu, D., Z. Mahmud, E. Karmawati, D.D. tarigan, S.H. Isdiyoso, dan Hobir. 1998. 120 tahun Penelitian Tanaman Industri. Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanaman Industri, Badan Litbang Pertanian.
- Samekto, C; E.S. Winata, 2010. Potensi Sumberdaya Air di Indonesia. Seminar Aplikasi Teknologi Penyediaan Air Bersih untuk Kabupaten/Kota di Indonesia. Pusat Teknologi Lingkungan. BPPT.
- Setiawan, I. 2006. Dinamika Struktur dan Kultur Agraria Petani pada Berbagai Zona Agroekosistem di Kabupaten Bandung (Kasus di Kecamatan Solokanjeruk, Kecamatan Nagreg dan Kecamatan Lembang). Thesis. Fakultas Pertanian, UNPAD. Bandung. 31 Hal.
- Soepandi, D., J. Purnomo and I.H. Utomo. 1994. Development of adapted crops to drought. Proceeding Panel Discussion to Anticipate Drought and Long Term Handed Solution. Sukamandi, West Java, Indonesia, 26-27 August 1994. PERAGI-PERHIMPI Proceeding. P. 141-152.
- Soepardi, H. G. 2001. Strategi Usahatani Agribisnis Berbasis Sumberdaya Lahan. h. 35-52. Prosiding Nasional Pengelolaan Sumberdaya Lahan dan Pupuk Buku I. Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanah dan Agroklimat, Bogor.
- Soil Survey Staff, 1999. Soil Taxonomy. A Basic System for Making and Interpreting Soil Surveys. Second Edition. USDA-NRCS Agric. Handb. 436.

- Soim, A. 2013. ADB: Ketahanan Air Cukup Memprihatinkan. <http://tabloidsinartani.com/content/read/adb-ketahanan-air-cukup-memprihatinkan/>. Diakses tanggal
- Subagyo, H., Nata Suharta, dan Agus. B. Siswanto. 2000. Tanah-tanah Pertanian di Indonesia. Hal 21-66 dalam Buku Sumberdaya Lahan Indonesia dan Pengelolaannya. Pusat Penelitian Tanah dan Agroklimat, Bogor.
- Sutrisno, N., E. Pasandaran, Suherman. 2012. Manajemen sumberdaya lahan dan air mendukung keberlanjutan ketersediaan pangan, dalam Ananto et al., (eds.) Kemandirian pangan Indonesia dalam perspektif kebijakan MP3EI. Balitbangtan. Kementerian Pertanian.
- Sukristyonobowo, I G.P Wigena, E. Santoso and D. Santoso. 1998. Silvopasture systems to increase grass land productivity in Nusa Tenggara Province. Proceeding of Discussion and Communication of Soil and Agroclimate Results Research . Bogor, West Java, Indonesia, 10-12 February 1998. Pp. 19-36.
- Undang Kurnia, N. Sutrisno, dan I. Sungkawa. 2010. Perkembangan Lahan kritis. dalam Membalik Kecenderungan Degradasi Sumberdaya Lahan dan Air. Badan Litbang Pertanian. Kementerian Pertanian.
- Undang Kurnia, Sudirman, dan H. Kusnadi. 2005. Teknologi rehabilitasi dan reklamasi lahan. Hlm. 147-182 dalam Teknologi Pengelolaan Lahan Kering: Menuju Pertanian Produktif dan Ramah Lingkungan. Puslitbangtanak. Bogor.
- UNEP and IWMI, 2012. Ecosystems For Water and Food Security. Scientific Editor: Eline Boelee, IWMI.
- Nowak, J., A. Blount and S. Workman. 2009. Integrated timber, forage and livestock production-benefit of silvopasture. University of Florida, IFAS Extension. www.edis.ifas.edu. 13 August 2009.
- Wahyunto, S. Ritung, K. Nugroho, Y. Sulaeman, Hikmatullah, C. Tafakresno, Suparto, dan Sukarman. 2013. Atlas lahan gambut terdegradasi di Pulau Sumatera, Kalimantan, dan Papua. Badan Litbang Pertanian, Jakarta
- Wigena, I G P. 2011. Silvopasture and Its Impacts to Microclimate, Soil Properties, and Carrying Capacity on Semi Arid Grass Land of West Nusa Tenggara Province, Indonesia. Jurnal Sumberdaya Lahan. Vol. 5, No. 1. 2011. Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Sumberdaya Lahan Pertanian. Badan Litbang Pertanian.

Lampiran 1. Perangkat uji yang dapat digunakan sebagai alat bantu penyusunan Rekomendasi pemupukan di lahan kering

Nama	Kegunaan
PUTK pangan	Perangkat uji untuk menetapkan rekomendasi pemupukan tanaman pangan (padi gogo, kedelai, dan jagung)
PUTK sayuran	Perangkat uji untuk menetapkan rekomendasi pemupukan tanaman sayuran kentang, kubis, cabai, dan daun bawang.
PUHT	Perangkat uji hara tanaman untuk menentukan rekomendasi pemupukan tanaman tebu dan kelapa sawit.
PUP	Perangkat uji kandungan hara dalam pupuk

Lampiran 2. Beberapa contoh pupuk hayati yang telah dikembangkan Balitbang Pertanian

Pupuk hayati	Fungsi utama
Pupuk Mikroba Multiguna (PMMg), Rhizopuls	Mengefisienkan penggunaan pupuk N dan P pada kedelai
Mikroflora Tanah Multiguna, Nodulin	Memacu pertumbuhan dan melindungi tanaman dari penyakit tular tanah, selain efisiensi pemupukan N, P, dan K. Dapat digunakan untuk tanaman legumenosa (kacang-kacangan selain kedelai)
Pupuk Mikroba Pelarut Fosfat: BioPhos	Meningkatkan kelarutan P terikat dari dalam tanah maupun dari pupuk P, dan sebagai fasilitator penyerapan hara
SMESH/Biobus	Pupuk hayati kedelai
Mikroflora Tanah Multiguna: BioNutrient	Memacu pertumbuhan tanaman dan melindungi tanaman dari penyakit tular tanah, serta meningkatkan efisiensi pemupukan
Teknologi dekomposer Mikroflora Tanah Multiguna: MDec dan DSA	Mempercepat perombakan bahan organik dan meningkatkan efisiensi perombakan bahan organik.
Pemacu Tumbuh dan Pengendali Hama dan Penyakit: BioRegNPS	Memacu pertumbuhan tanaman dan meningkatkan kesehatan tanaman kedelai
Pupuk Hayati Pengakumulasi Logam Berat	Bioremediasi logam berat

Lampiran 3. Inovasi teknologi pengelolaan sumber daya air

Jenis Teknologi	Keunggulan/Manfaat
Teknologi Identifikasi Potensi Ketersediaan Air (Permukaan dan Tanah)	<ol style="list-style-type: none"> 1. Mengidentifikasi potensi air permukaan mencakup curah hujan, aliran sungai, mata air ataupun air yang tersimpan dalam cekungan alami (danau) melalui beberapa pendekatan: a) pengukuran langsung; b) aplikasi model debit; c) instalasi bendung penduga debit (weir) 2. Identifikasi potensi air tanah (ground-water) melalui survei geolistrik yang menghasilkan informasi ketersediaan air tanah
Teknologi Akses dan Delivery Data Iklim dan Hidrologi dengan Sistem Telemetry	Dapat dikendalikan dan dipantau dari jarak jauh, diakses oleh nomor seluler tertentu; sistem pembacaan 5-6 menitan sampai harian (diprogram dari jarak jauh); terdapat sistem alarm pencurian, kondisi instrumen dan battery), dan sangat real time
Teknologi Identifikasi Neraca Ketersediaan-Kebutuhan Air Pertanian	Informasi neraca ketersediaan-kebutuhan air digunakan untuk menentukan peluang peningkatan indeks pertanaman di beberapa lahan sawah tadah hujan
Teknologi Panen Hujan dan Aliran Permukaan: dam parit (channel reservoir) dan embung	<ol style="list-style-type: none"> 1. Teknologi dam parit untuk mengumpulkan/ membendung aliran air pada suatu parit (drainage network) dengan tujuan untuk menampung volume dan menurunkan debit aliran permukaan; selain dapat digunakan untuk mengairi lahan di sekitarnya juga dapat menurunkan kecepatan aliran permukaan (run off), erosi, dan sedimentasi 2. Embung merupakan bangunan yang dibangun dan berfungsi selain sebagai pemanen aliran permukaan dan air hujan, juga sebagai tempat resapan yang akan mempertinggi kandungan air tanah
Teknologi Desain Pengelolaan Air (Eksplorasi, Distribusi, Teknik Irigasi: irigasi tetes/drip irrigation, irigasi semprot bentuk kipas/fan spray jet, irigasi curah bergerak/big gun sprinkler)	<ol style="list-style-type: none"> 1. Irigasi tetes merupakan salah satu teknologi irigasi yang bertujuan memanfaatkan ketersediaan air yang sangat terbatas secara efisien dan meningkatkan nilai pendayagunaan air 2. Fan spray jet adalah sistem irigasi semprot berupa nosel sederhana terbuat dari plastik yang menyemprotkan berbentuk kipas. Memiliki debit penyiraman rendah dan konstan, cocok untuk aplikasi tanaman kebun dan hortikultura 3. Big gun sprinkler merupakan irigasi tipe curah yang tidak permanen sehingga dapat dipindahkan secara cepat, yang dapat mendistribusikan air irigasi dengan debit irigasi cukup tinggi dan dengan jangkauan cukup jauh. Cocok untuk tanaman palawija seperti jagung maupun tanaman perkebunan seperti tebu atau tanaman pakan seperti rumput gajah
Teknologi Otomatisasi Irigasi	Sistem otomatisasi irigasi untuk mengontrol kelembaban tanah dengan menggunakan sensor gypsum dengan sistem timer sehingga mempermudah dalam melakukan irigasi sesuai kebutuhan tanaman, lebih hemat tenaga dan biaya
Teknologi Pengelolaan Air pada Lahan Kering (Food Smart Village)	Model/teknologi optimalisasi untuk meningkatkan pendayagunaan sumberdaya air pada lahan kering untuk pengembangan pertanian dan adaptasi perubahan iklim

Jenis Teknologi	Keunggulan/Manfaat
Produk Tampung Air Mini Sistem Renteng (TAMREN)	TAMREN berukuran 60 x 60 x 70 cm ³ yang dimanfaatkan untuk irigasi di lahan kering sehingga pola tanam lebih bervariasi, dengan tamren maka upaya panen hujan untuk meningkatkan potensi sumber daya air di suatu wilayah menjadi lebih optimal
Teknologi Jaringan Irigasi Hemat Energi dan Air di Lahan Kering Iklim Kering	Rancang bangun teknik pemanfaatan potensi sumberdaya air (jaringan irigasi dengan pipa tertutup) berdasarkan jenis dan potensi sumberdaya air, bentang lahan, panjang jalur distribusi saluran, dan pilihan komoditas sehingga petani di lahan kering dapat memanfaatkan air dari jaringan irigasi yang ada untuk mengembangkan komoditas tanaman (tanaman pangan, sayuran, buah)
Teknologi Pompa Air Tenaga Surya	Kendala pengairan di sebagian besar lahan kering dapat diatasi dengan menggunakan penyediaan irigasi pompa. Tidak semua lahan memiliki infrastruktur energi listrik karena kendala lokasi yang terpencil maupun keterbatasan pasokan listrik. Sehingga tenaga surya dapat menjadi prasarana untuk membangun sarana pengairan di area lahan kering melalui pompa air tenaga surya (soil water pump)
Teknologi Nano Hydrogel untuk Efisiensi Air	Hydrogel untuk meningkatkan efisiensi penggunaan air untuk pertanian presisi
Teknologi Isotop untuk Identifikasi Potensi Air Tanah	Aplikasi isotop hidrologi digunakan untuk mengatasi permasalahan kelangkaan air pada lahan kering beriklim kering menghadapi perubahan iklim melalui identifikasi potensi, interkoneksi, eksplorasi dan konservasi daerah imbuhan air tanah/mata air
Perangkat Lunak MAPDAS (Model Aliran Permukaan daerah Aliran Sungai)	Untuk mensimulasi debit sesaat DAS dalam hubungannya dengan karakteristik hidrologi DAS berdasarkan hubungan antara hujan dengan limpasan (rainfall-runoff relationship) menggunakan data hujan
Perangkat lunak SISDA (Sistem Informasi Sumber Daya Air)	<ol style="list-style-type: none"> 1. Untuk menentukan ketersediaan air di bendung 2. Untuk menentukan kebutuhan dan alokasi air di bendung 3. Untuk menentukan pola pemberian air irigasi pada setiap golongan air
Perangkat lunak OptiWaSh (Optimal Water Sharing)	<ol style="list-style-type: none"> 1. Untuk menentukan kebutuhan air pertanian, industri, domestik, dan lingkungan 2. Untuk menentukan alokasi air optimal pada berbagai pengguna air

Lampiran 4. Komponen teknologi dasar dan pilihan pada PTT padi lahan kering, jagung, dan kedelai

PTT	Komponen teknologi dasar	Komponen teknologi pilihan
PTT Padi Lahan Kering	(1) pergiliran varietas;(2) benih bermutu dan sehat; (3) Pemberian bahan organik; (4) Pemupukan berdasar status kesuburan tanah; (5) Konservasi tanah dan air	(1) Pengelolaan tanaman yang meliputi populasi dan cara tanam (legowo, larikan, dll) ;(2) PHT sesuai OPT setempat; (3) Pengendalian gulma terpadu; (4) Pola tanam berbasis padi gogo; (5) Penanganan panen dan pasca panen.
PTT Jagung	(1) Varietas unggul baru, hibrida atau komposit;(2) Benih bermutu dan berlabel; (3) Populasi 66.000 - 75.000 tanaman/ha; (4) Pemupukan berdasarkan kebutuhan tanaman dan status hara tanah	(1) Penyiapan lahan; (2) Pemberian pupuk organik; (3) Pembuatan saluran drainase pada lahan kering, atau saluran irigasi pada lahan sawah; (4) Pembumbunan; (5) Pengendalian gulma secara mekanis atau dengan herbisida kontak; (6) Pengendalian hama dan penyakit; (7) Panen tepat waktu, pengeringan segera
PTT Kedelai	(1) Varietas unggul baru; (2) Benih bermutu dan berlabel; (3) Populasi tanaman; (4) Pemupukan; (5) Pengendalian OPT (organisme pengganggu tanaman).	(1) Pengolahan tanah; (2) Pupuk Hayati; (3) Pemberian pupuk organik; (4) Amelioran pada lahan masam; (5) Pengairan; (6) Panen dan pascapanen

Lampiran 5. Varietas unggul padi yang diusulkan pada setiap tipologi lahan

Tipologi lahan	Sifat utama	Varietas unggul yg dianjurkan
Lahan kering, iklim kering, musim hujan pendek	Toleran kekeringan Umur sangat genjah	Gajah Mungkur, Kalimutu
Lahan kering, iklim kering	Toleran kekeringan umur genjah, tahan penyakit blas	Limboto, Situ Bagendit, Inpago 5, Inpago 7, Inpago 8, Inpago 10, Lipigo 1, Inpago Unram 1
Lahan kering, iklim basah, tanah masam	Toleran keracunan Al, penyakit blas	Batutugi, Limboto, Situ Patenggang, Danau Gaung, Inpago 4, Inpago 6, Inpago 8, dan Inpago 9
Pertanaman tumpang sari	Toleran naungan	Jatiluhur dan Cirata Varietas unggul lainnya bila intensitas naungan < 50 %
Daerah endemik penyakit blas	Deversifikasi varietas	Menanam beberapa varietas dalam setiap hamparan pertanaman padi gogo

Lampiran 6. Varietas unggul tanaman perkebunan

Kelompok Tanaman	Nama varietas tanaman
Tanaman rempah, obat, dan aromatika	Jahe Putih Kecil Varietas Halina 1, Jahe Putih Kecil Varietas Halina 2, Kunyit Varietas Turina 2, Kunyit Varietas Turina 3, Kunyit Varietas Curdonia 1, Temulawak Varietas Cursina 2, Temulawak Varietas Cursina 3 Akarwangi, Akarwangi Varietas Verina 1, Akarwangi Varietas Verina 2, Pegagan Varietas Castina 1, Pegagan Varietas Castina 3, Sambiloto Sambiloto Varietas Sambina 1
Tanaman pemanis dan serat	Kapas Varietas Kanesia 10, 11, 12, 13, 14, 15, Kapuk Varietas MH 3, Kapuk Varietas MH 4, Kenaf Varietas Karangploso (KR) 14, KR 15, Tembakau Asepan Varietas Grompol Jatim 1, Tembakau Rajang Varietas Bligon 1, Tembakau Temanggung Varietas Kemloko 3, Tembakau Varietas Prancak N1, Tembakau Varietas Prancak N2
Tanaman Industri dan Penyegar	Jambu Mete Varietas B.02, Jambu Mete Varietas Segayung Muktiharjo 9 (SM 9), Jarak Pagar Varietas IP 3P, Jarak Keypar Varietas Asembgud 81 (Asb 81), Wijen Varietas Sumberejo 1 (Sbr 1), Wijen Varietas Sumberejo 3, Wijen Varietas Sumberejo 4, Wijen Varietas Winas 1, Wijen Varietas Winas 2, Rami Varietas Ramindo, Gambir Varietas Udang, Gambir Varietas Cubadak, Gambir Varietas Riau, Vanili Varietas Vania 1, Vanili Varietas Vania 2
Tanaman Kelapa dan Palma Lainnya	Kelapa Dalam Varietas Mapanger, Kelapa Genjah Varietas Salak, Kelapa Kopyor Varietas Genjah Kuning, Kelapa Kopyor Varietas Genjah Coklat, Kelapa Kopyor Varietas Genjah Hijau

Lampiran 7. Rincian varietas unggul dan teknologi hortikultura lainnya

Teknologi Unggulan	Keunggulan/Manfaat
Teknologi pemotongan jantung pisang dan pembungkusan tandan pisang	Teknologi pemotongan jantung pisang dapat memperbesar ukuran pisang, menjadi lebih besar dan teknologi pembungkusan tandan pisang dapat memperbaiki kualitas pisang, buahnya pisang menjadi mulus, lebih menarik.
Pemupukan N, K dan jerami padi pada tanaman pisang.	Pemupukan N, K dan pemberian jerami padi dapat meningkatkan unsur hara tanaman dan dapat meningkatkan ketersediannya, menyebabkan produksi pisang meningkat.
Pemupukan Ca dan pemberian mulsa pada tanaman pepaya	Pemupukan Ca dan mulsa (bahan organik) dapat mempercepat fase generatif tanaman pepaya dan meningkatkan produksi serta kualitas buah, dalam waktu 8 bulan sudah panen.
Pengendalian gulma system jalur dengan pemberian mulsa pada tanaman pepaya	Pemberian mulsa pada tanaman papaya dapat menekan gulma, mengurangi pemberian irigasi, meminimalkan pemberian pupuk organik dan anorganik.
Teknologi pemupukan NPK, Ca, Mg dan irigasi pada mangga gedong gincu	Teknologi pemupukan dan irigasi yang diberikan dapat meningkatkan unsure hara tanaman dan ketersediannya sehingga dapat memperbesar ukuran buah mangga
Teknologi irigasi tetes pada buah manggis	Irigasi tetes yang dilakukan terhadap buah manggis secara terus menerus selama proses perkembangan buah, dapat menurunkan persentase getah kuning pada kulit bagian dalam antara 20 - 58% sehingga dapat meningkatkan ekspor.

Lampiran 8. Varietas unggul tanaman hortikultura

Kelompok	Tanaman	Varietas unggul	
Buah	Anggur	Prabu, Bestari, AG 60 AG 86	
	Jeruk Keprok	Batu 55	
	Mangga	Garifita Merah, GarifitaKuning, GarifitaGading, Ken Layung, Marifita 01, Keraton 119	
	Pepaya	Carindo, Carmida, Carmina, Solinda,	
	Melon	Kanaya, Galuh, Indorif, MB 1, MB 2	
	Semangka	BT 1, BT 2	
	Sayuran	Kentang	Ping 06, GM 08, Kikondo, Repita, Tenggo, Balsa, GM 05, Andina, Kastanum, Vernei,
Bawang merah		Pikatan, Trisula, Pancasona, Varietas Mentas	
Buncis tegak		Balitsa 1, Balitsa 2, Buncis, Balitsa 3	
Cabai Merah		Lingga, Ciko, Kencana,	
Tomat		Tosca, Tomat,Ruby, Topaz	
Tanaman hias		Krisan	Puspita Kencana, Puspita Nusantara, Mustika Kaniya, Swarna Kencana, Tirta Ayuni, Wastu Kaniya, Varietas Arosuka Pelangi, Solinda Pelangi, Yulimar
		Anyelir	Alifia, Sitari
	Gladiol	Riska, Annisa	
	Lili	Deloren, Candilongi, Delina, Fomologi	
	Angrek	Spathoglottis, Puspa Enay, Spathoglottis Ani Bambang Yudoyono, Spathoglottis Sentra Ungu, Spathoglottis Koneng Layung, Spathoglottis Kartika, Phalaenopsis Puspa Tiara Kencana, Phalaenopsis Rahayuni, Phalaenopsis Sri Rahayu, Phalaenopsis Sri Mulyani, Dendrobium Varietas Balithi CFO 2223,	
	Mawar	Rosma,	
	Anthrium	Red Flaminggo, Violeta	

Lampiran 9. Beberapa contoh bibit ternak unggulan yang telah dikembangkan Balitbang Pertanian

Jenis Ternak	Bibit	Keunggulan
Domba Komposit Sumatera	Hasil persilangan antara bibit domba lokal Sumatera dengan domba St. Croix asal Virgin Islands,	Pola warna bulu seragam (putih, coklat, belang atau berpola warna Barbados Blackbelly. Dapat beradaptasi pada lingkungan tropis dan lembab
Domba Komposit Garut	Persilangan antara domba lokal garut dengan domba Moulton Charollais (Perancis) dan St. Croix (USA)	Laju pertumbuhan cepat dan jumlah kelahiran anak yang relative tinggi dan dapat beranak sepanjang tahun
Kambing Boerka	Persilangan antara kambing lokal dan kambing Boer	Menghasilkan gabungan potensi reproduksi dengan kapasitas bobot tubuh tinggi
Ayam KUB	Ayam Kampung Unggul Balitnak	Penghasil telur terseleksi dan berproduksi tinggi, bobot telur tinggi (35-45 gram), bertelur lebih awal dan lebih banyak (130-160 butir per ekor), tahan terhadap penyakit.
Itik PMP	Persilangan antara itik Peking dan itik Mojosari putih	Bobot 2-2,5 kg/ekor pada umur 10 minggu. Umur bertelur awal 5,5 bulan.
Itik Master	Persilangan antara itik Mojosari dan Alabio	Bertelur lebih cepat, Produksi telur lebih tinggi dan konsisten, anak itik pejantan dapat dibesarkan jadi itik pedaging.
Itik Serati	Hasil persilangan antara entok jantan dan itik betina melalui teknologi inseminasi buatan	Pertumbuhan lebih cepat, kandungan lemak lebih rendah, dan kadar protein daging lebih tinggi

Lampiran 10. Inovasi teknologi alsintan untuk mendukung usaha tani lahan kering

Alat	Spesifikasi	Kegunaan/Keunggulan
Alsin Pembuat Pupuk Organik (APPO) MPC-850	Motor APPO 8,5 HP, kapasitas kerja 850-1000 kg/jam, dilengkapi roda	Sebagai 1) pencacah dan melembutkan bahan baku hijauan pakan ternak, 2) membuat pupuk organik, 3) menghancurkan dan mencampur kotoran ternak. Dapat dikelola oleh petani-petani untuk luasan lahan 30 ha atau 20 ekor sapi
Instalasi Biogas Skala Rumah Tangga Siap Pakai	Inlet-digester-outlet	Mudah dirakit, dilengkapi dengan alat pengukur gas (manometer) dan kompor gas yang sudah dimodifikasi, dapat dipindahkan
Instalasi Pengolah Limbah untuk Biogas, Pupuk Cair, dan Pakan Ternak	Instalasi terdiri dari: Kandang ternak, digester, penampung slury, bak fermentasi, penampung urine, bak fermentasi urine	Untuk sanitasi lingkungan, menghasilkan biogas, pupuk organik cair, dan bahan pakan ternak
Mesin tanam biji-bijian (padi gogo, jagung, kedelai)	Traktor roda 2 menggunakan alat tanam 3 alur	Mesin tanam bijian GS-JP-FL/01, kegiatan menugal, menjatuhkan benih dan menutup lubang benih di tanah dapat dikerjakan sekaligus. Mesin ringan dan kompak. Mampu menyesuaikan dengan kontur tanah.
Mesin Penanam Kentang	Kapasitas 35 kg, kapasitas kerja 8 jam per hektar, kecepatan 1,7	Efisien penggunaan tenaga tanam, menekan biaya operasional sebesar 40 % dibanding manual
Mesin Perontok Multikomoditas (padi, jagung, kedelai)	Dengan tenaga penggerak menggunakan motor 5,5-7,5 PK, bobot 100-150 kg	Mudah dibawa, kapasitas kerja 500-700 kg per jam, pemisahan 8%, pembersihan 94% dan kerusakan gabah kurang dari 2%, dan irit bahan bakar
Mesin pengering biji-bijian	Kapasitas 2 ton/proses, lama pengeringan 10-12 jam, dengan bahan bakar Gas LPG	Sebagai pengering biji-bijian
Mesin Pemipil Jagung Berkelobot	Digerakkan dengan motor diesel 6-7 HP	Tidak perlu mengelupas kelobot, tingkat kerusakan biji rendah (<1%), kapasitas pemipil 3,6 ton jagung pipilan per jam, 1 ton pipilan per jam untuk benih dengan tingkat kebersihan 99%

Lampiran 11. Deskripsi varietas jagung, kacang hijau, kacang tanah, dan kacang kedelai tahan kekeringan

DESKRIPSI VARIETAS JAGUNG TOLERAN KEKERINGAN

LAMURU

Tanggal dilepas : 25 Februari 2000

Asal : Dibentuk dari 3 galur GK, 5 galur SW1, GM4, GM12, GM15, GM11, dan galur SW3

Umur : 50% keluar rambut : 55 hari

Masak fisiologis : 90 - 95 hari

Batang : Tegap

Warna batang : Hijau

Tinggi tanaman : + 190 cm (160 - 210 cm)

Daun : Panjang

Warna daun : Hijau

Keragaman tanaman : Agak seragam

Perakaran : Baik

Malai : Semi kompak

Warna anthera : Coklat muda (80%)

Warna rambut : Coklat keunguan (75%)

Tongkol : Panjang dan silindris

Tinggi letak tongkol : + 90 cm (85 - 110 cm)

Kelobot : Tertutup dengan baik (75%)

Tipe biji : Mutiara (flint)

Warna biji : Kuning

Baris biji : Lurus

Jumlah baris/tongkol : 12 - 16 baris

Bobot 1000 biji : + 275 g

Rata-rata hasil : 5,6 t/ha

Potensi hasil : 7,6 t/ha

Ketahanan : Cukup tahan terhadap penyakit bulai (*Penonosclerospora maydis*) dan karat

Daerah sebaran : Dataran rendah sampai 600 m dpl.

Pemulia : Mustari Basir, Marsum Dahlan, Made J. Mejaya, Arbi Mappe, dan Firdaus Kasim

SUKMARAGA

Tanggal dilepas : 14 Februari 2003

Asal : Bahan introduksi AMATL (Asian Mildew Acid Tolerance Late), asal CIMMYT

Thailand dengan Introgressi bahan lokal yang diperbaiki sifat ketahanan terhadap penyakit bulai. Populasi awalnya diseleksi pada tanah kering masam Sitiung Sumbar, dan tanah sulfat masam di Barambai (Kalsel). Hasil kombinasi diuji pada berbagai lingkungan asam dan normal.

Umur : 50% kerluar rambut : + 58 hari

Masak fisiologis : + 105 - 110 hari

Batang : Tegap

Warna batang : Hijau

Tinggi tanaman : + 195 cm (180 - 220 cm)

Daun : Panjang dan lebar

Warna daun : Hijau muda
Keragaman tanaman : Agak seragam
Perakaran : Dalam, kuat dan baik
Kerebahan : Agak tahan
Malai : Semi kompak
Warna rambut : Coklat keunguan
Tongkol : Panjang silindris
Tinggi letak tongkol : + 195 cm (90-100 cm)
Kelobot : Tertutup baik (85%)
Tipe biji : Semi mutiara (semi flint)
Warna biji : Kuning tua
Baris biji : Lurus dan rapat
Jumlah baris/tongkol : 12 - 16 baris
Bobot 1000 biji : + 270 g
Rata-rata hasil : 6,0 t/ha pipilan kering
Potensi hasil : 8,50 t/ha pipilan kering
Ketahanan : Cukup tahan terhadap penyakit bulai (*P. maydis*), penyakit bercak daun (*H. maydis*), dan penyakit karat daun (*Puccinia* sp.)
Daerah sebaran : Dataran rendah sampai 800 m dpl, adaptif tanah-tanah masam
Pemulia : Firdaus Kasim, M. Yasin HG., M. Basir, Wasmo Wakman, Syafruddin, A. Muliadi, Nurtitayani, dan Adri

BIMA-2 BANTIMURUNG

Tanggal dilepas : 7 Februari 2007
Asal : Silang tunggal antara galur murni B11-209 dengan galur Murni MR-14.
B11-209 dikembangkan dari galur Introduksi TAMNET.
Mr-14 dikembangkan dari populasi Suwan 3
Umur : Berumur dalam
50% keluar polen : + 56 hari
50% keluar rambut : + 57 hari
Masak fisiologis : + 100 hari
Batang : Besar dan tegap
Warna batang : Hijau
Tinggi tanaman : + 200 cm
Jumlah daun : 12 - 14 helai
Keragaman tanaman : Cukup seragam
Perakaran : Sangat baik
Kerebahan : Tahan rebah
Bentuk malai : Terbuka
Warna malai : Krem kehijauan
Warna anthera : Krem
Warna rambut : Merah
Tongkol : Besar dan panjang (+ 21 cm)
Bentuk tongkol : Silindris
Tinggi tongkol : + 100 cm
Kelobot : Menutup tongkol dengan baik (+ 98%)
Tipe biji : Semi mutiara (semi flint)
Baris biji : Lurus

Warna biji : Kuning

Jumlah baris/tongkol : 12 - 14 baris

Bobot 1000 biji : + 378 g

Rata-rata hasil : 8,51 t/ha pipilan kering

Potensi hasil : 11 t/ha pipilan kering

Ketahanan : Agak toleran terhadap penyakit bulai (P. maydis)

Keterangan : - Beradaptasi baik pada lahan kurang subur dan lahan subur.

- Populasi dapat mencapai 70.000 tanaman/ha

Pemulia : A. Takdir, M., R. Neni Iriani, Made J. Mejaya, Muzdalifah I, A. Muliadi,

Nuning, A. S., M. Yasin HG., dan Marsum Dahlan.

Pengusul : Balai Penelitian Tanaman Serealia, Maros

BIMA-3 BANTIMURUNG

Tanggal dilepas : 7 Februari 2007

Asal : Silang tunggal antara galur murni Nei 9008 dengan galur murni

Mr-14. Nei 9008 dikembangkan dari galur Introduksi Departemen

Pertanian Thailand. Mr-14 dikembangkan dari populasi Suwan 3

Umur : Berumur dalam

50% keluar pollen : + 55 hari

50% keluar rambut : + 56 hari

Masak fisiologis : + 100 hari

Batang : Sedang dan tegap

Warna batang : Hijau sedikit ungu

Tinggi tanaman : + 200 cm

Jumlah daun : 12 - 14 helai

Keragaman tanaman : Seragam

Perakaran : Sangat baik

Bentuk malai : Kompak

Warna malai : Krem

Warna sekam : Krem

Warna anthera : Krem

Warna rambut : Krem

Tongkol : Besar dan panjang (+ 21 cm)

Bentuk tongkol : Silindris

Kedudukan tongkol : + 98 cm

Kelobot : Menutup tongkol dengan baik (+ 98%)

Tipe biji : Setengah mutiara (semi flint)

Baris biji : Lurus

Warna biji : Jingga

Jumlah baris/tongkol : 12 - 14 baris

Bobot 1000 biji : + 359 g

Rata-rata hasil : 8,27 t/ha pipilan kering

Potensi hasil : 10 t/ha pipilan kering

Ketahanan : Toleran terhadap penyakit bulai (P. maydis)

Keterangan : - Beradaptasi baik pada lahan subur dan lahan sub-optimal

- Populasi dapat mencapai 70.000 tanaman/ha

Pemulia : Made Jana Mejaya, R. Neni Iriany, Andi Takdir M., M. Isnani,

Achmad Muliadi, dan Amrizal Nasar.

Pengusul : Balai Penelitian Tanaman Serealia, Maros.

BIMA - 5

Tanggal dilepas : 31 Oktober 2008

Asal : G 180/Mr14, G 193 dikembangkan dari populasi P5/GM25

Mr-14. Nei 9008 dikembangkan dari populasi Suwan 3

Umur : Berumur dalam

50% keluar pollen : + 60 hari

50% keluar rambut : + 58 hari

Masak fisiologis : + 103 hari

Batang : Sedang dan tegap

Warna batang : Hijau

Tinggi tanaman : + 204 cm

Jumlah daun : -

Keragaman tanaman : Seragam

Perakaran : Sangat baik

Bentuk malai : Kompak

Warna malai : Krem

Warna sekam : krem

Warna anthera : Krem

Warna rambut : Krem

Tongkol : Besar dan panjang (+ 18,2 cm)

Bentuk tongkol : Silindris

Kedudukan tongkol : + 115 cm

Kelobot : Menutup dengan baik

Tipe biji : Setengah mutiara (Semi flint)

Baris biji : Lurus

Warna biji : Jingga

Jumlah baris/tongkol : 12 - 14 baris

Bobot 1000 biji : + 270 g

Rata-rata hasil : 9,3 t/ha pipilan kering

Potensi hasil : 11,4 t/ha pipilan kering

Kandungan karbohidrat: 59,07%

Kandungan protein : 11,09%

Kandungan lemak : 4,13%

Ketahanan : Peka bulai, tahan terhadap penyakit karat dan bercak daun

Keunggulan : Potensi hasil tinggi, stay green

Keterangan : Adaptasi luas

Peneliti : Awaluddin Hipi, Andi Haris, Andi Tenri Rawe, Surtikanti,

Syahrir Pakki, Said Kontong

Teknisi : Sampara, Arifuddin, Fransikus Misi, Stepanus Misi, Usman,

Yosepina, M. Rasyid Ridho

Pengusul : Balai Penelitian Tanaman Serealia, Maros.

IMA – 7

Asal	:	Persilangan antara galur murni GJ11 sebagai tetua betina dengan galur GJ15 sebagai tetua jantan (GJ11 x GJ15)
Umur	:	<ul style="list-style-type: none">• 50% keluar rambut ± 49 hari• Masak fisiologis ± 89 hari (genjah)
Batang	:	Tegak dan kuat
Warna batang	:	Hijau
Tinggi tanaman	:	± 189 cm
Perakaran	:	Kuat
Bentuk malai	:	Besar dan terbuka
Warna malai	:	Putih kekuningan
Warna sekam	:	Hijau keunguan
Warna rambut	:	Putih kekuningan
Bentuk tongkol	:	Panjang dan silindris
Kedudukan tongkol	:	Pertengahan tinggi tanaman
Kelobot	:	Menutup rapat
Tipe biji	:	Mutiara (flint)
Baris biji	:	Lurus dan rapat
Warna biji	:	Orange
Jumlah baris/tongkol	:	14–16 baris
Bobot 1.000 biji	:	± 316 g
Rata-rata hasil	:	10,0 t/ha pipilan kering
Potensi hasil	:	12,1 t/ha pipilan kering
Kandungan karbohidrat	:	71,0%
Kandungan protein	:	10,4%
Kandungan lemak	:	4,5%
Ketahanan/toleransi	:	<ul style="list-style-type: none">• Agak toleran penyakit bulai (<i>Peronosclerospora maydis</i>)• Toleran penyakit karat daun (<i>Puccinia sorghi</i>) dan bercak daun (<i>Helminthosporium maydis</i>)
Pemulia	:	Muhammad Azrai, Sri Sunarti, Musdalifah Isnaini, dan Andi Takdir Makkulawu
Penguji	:	Roy Efendi, Idris, Wen Langgo, Wasmo Wakman, dan Demaks Masoara
Teknisi	:	Sampara, Arifuddin, Fransikus Misi, Stepanus Misi, Usman, Yosepina, dan M. Rasyid Ridho
Dilepas tahun	:	2010

BIMA – 9

Asal	:	(CML161/Nei9008-1)/Mr15(CML161/Nei9008-1) diekstrak dari galur AMNET toleran keke ringan dan tahan penyakit bulai, Mr15 dikembangkan dari populasi Suwan 3 dengan metode reciprocal recurrent selection
Umur	:	<ul style="list-style-type: none">• 50% keluar rambut ± 57 hari• Masak fisiologis ± 95 hari (agak dalam)
Batang	:	Besar dan kokoh

Warna batang	:	Hijau tua
Tinggi tanaman	:	± 199 cm
Perakaran	:	Kuat
Bentuk malai	:	Semi kompak
Warna malai	:	Krem
Warna sekam	:	Hijau krem
Warna rambut	:	Krem
Bentuk tongkol	:	Besar berucut, panjang, ± 24 cm, dan silindris
Kedudukan tongkol	:	± 90 cm pertengahan tinggi tanaman
Kelobot	:	Menutup dengan baik dan rapat
Tipe biji	:	Mutiara
Baris biji	:	Lurus dan rapat
Warna biji	:	Oranye
Jumlah baris/tongkol	:	14–16 baris
Bobot 1.000 biji	:	± 337 g
Rata-rata hasil	:	11,2 t/ha pipilan kering
Potensi hasil	:	13,4 t/ha pipilan kering
Kandungan karbohidrat	:	74,2%
Kandungan protein	:	11,9%
Kandungan lemak	:	6,6%
Ketahanan/toleransi	:	<ul style="list-style-type: none"> • Tahan penyakit bulai • Agak toleran penyakit karat dan bercak daun
Pemulia	:	Andi Takdir M., R. Neni Iriany M., M. Azrai, Musdalifah Isnaini, Sri Sunati, dan Muhammad Azrai
Teknisi	:	Sampara, Arifuddin, Fransikus Misi, Usman, Sri Wiyono dan Yunus
Penguji	:	Awaludin Hipi, Khoerul Azmi, ST. Kholiyah, Djuwari, Baiq Erawati Safruddin, Bahtiar, Wisnu Unjoyo, Demaks Masoara, A. Tenrirawe, Sutardi, Wasmo Wakman, Andi H. Talanca, Suwarji, dan Roy Efendi
Dilepas tahun	:	2010

BIMA – 10

Asal	:	N153/Mr15 N153/Mr15 diekstrak dari RILs (Recombinant inbreed lines) populasi genotipe Sygenta dengan bulk selfing plant to plant, Mr15 dikembangkan dari populasi Suwan 3 dengan metode reciprocal recurrent selection
Umur	:	<ul style="list-style-type: none"> • 50% keluar rambut (Silking) ± 57 hari • Masak fisiologis ± 100 hari (agak dalam)
Batang	:	Kokoh

Lampiran

Warna batang	:	Hijau tua
Tinggi tanaman	:	± 209 cm
Perakaran	:	Sangat baik
Bentuk malai	:	Semi kompak
Warna malai	:	Krem
Warna sekam	:	Hijau krem
Warna rambut	:	Krem
Bentuk tongkol	:	Besar berucut, panjang ± 26 cm, dan silindris
Kedudukan tongkol	:	± 117 cm pertengahan tanaman
Kelobot	:	Menutup dengan baik dan rapat
Tipe biji	:	Mutiara
Baris biji	:	Lurus
Warna biji	:	Kuning
Jumlah baris/tongkol	:	12-14 baris
Bobot 1.000 biji	:	± 414 g
Rata-rata hasil	:	11,3 t/ha pipilan kering
Potensi hasil	:	13,1 t/ha pipilan kering
Kandungan karbohidrat	:	79,7%
Kandungan protein	:	11,0%
Kandungan lemak	:	5,3%
Ketahanan/toleransi	:	<ul style="list-style-type: none">• Agak peka penyakit bulai• Tahan penyakit karat dan bercak daun
Pemulia	:	Andi Takdir M., R. Neni Iriany M., M. Azrai, Musdalifah Isnaini, Sri Sunati, dan Muhammad Azrai
Teknisi	:	Sampara, Arifuddin, Fransikus Misi, Usman, Sri Wiyono dan Yunus
Penguji	:	Awaludin Hipi, Khoerul Azmi, ST. Kholiyah, Djuwari, Baiq Erawati, Safruddin, Bahtiar, Wisnu Unjoyo, Demaks Masoara, A Tenrirawe, Sutardi, Wasmo Wakman, Andi H. Talanca, Suwarji, dan Roy Efendi
Dilepas tahun	:	2010

BIMA - 11

Asal	:	B11-126/Mr15 B11-126/Mr15 diekstrak dari galur S6(bulk selfing plant to plant, galur toleran Mr15 rizoetonia Materi Tropical Asean Maize Network (TAMNET) Set Late Line Evaluation Trial for Banded Leaf and Sheath Blight, MR15 dikembangkan dari populasi Suwan 3 dengan metode reciprocal recurrent selection
Umur	:	<ul style="list-style-type: none">• 50% keluar rambut ± 59 hari

- Masak fisiologis \pm 94 hari (agak dalam)

Batang	:	Kokoh
Warna batang	:	Hijau tua
Tinggi tanaman	:	\pm 192 cm
Warna daun	:	Hijau tua
Perakaran	:	Kuat
Kerebahan	:	Tahan rebah
Bentuk malai	:	Semi kompak
Warna malai	:	Krem
Warna sekam	:	Hijau krem
Warna rambut	:	Krem
Bentuk tongkol	:	Besar berucut, panjang \pm 25 cm, dan silindris
Kedudukan tongkol	:	\pm 96 cm pertengahan tanaman
Kelobot	:	Menutup dengan baik dan rapat
Tipe biji	:	Mutiara
Baris biji	:	Lurus dan rapat
Warna biji	:	Kuning
Jumlah baris/tongkol	:	14–16 baris
Bobot 1.000 biji	:	\pm 352 g
Rata-rata hasil	:	11,5 t/ha pipilan kering
Potensi hasil	:	13,2 t/ha pipilan kering
Kandungan karbohidrat	:	71,5%
Kandungan protein	:	12,3%
Kandungan lemak	:	5,8%
Ketahanan/toleransi	:	<ul style="list-style-type: none"> • Sangat peka penyakit bulai • Agak toleran penyakit karat dan bercak daun
Pemulia	:	Andi Takdir M., R. Neni Iriany M., M. Azrai, Musdalifah isnaini, Sri Sunati, dan Muhammad Azrai
Teknisi	:	Sampara, Arifuddin, Fransikus Misi, Usman, Sri Wiyono, dan Yunus
Penguji	:	Awaludin Hipi, Khoerul Azmi, ST. Kholiyah, Djuwari, Baiq Erawati Safruddin, Bahtiar, Wisnu Unjoyo. Demaks Masoara, A. Tenrirawe, Sutardi, Wasmo Wakman, Andi H.Talanca, Suwarji, dan Roy Efendi
Dilepas tahun	:	2010

BIMA - 14 BATARA

Asal	: N51/Mr15, N51 diekstrak dari RILs (Recombinant inbreed lines) populasi Genotipe syngenta dengan bulk selfing plant to plant, toleran kekeringan, Mr15 dikembangkan dari populasi Suwan 3 selfing plant to plant (SW3(RRS)C3-3) dengan metode reciprocal rerurrent selection
Umur	: <ul style="list-style-type: none">• 50% keluar rambut \pm 55 hari• Masak fisiologis \pm 95 hari (agak dalam)
Tinggi tanaman	: \pm 199 cm
Batang	: Besar dan kokoh
Warna batang	: Hijau tua
Warna daun	: Hijau
Perakaran	: Kuat
Kerebahan	: Tahan rebah
Bentuk malai	: Semi kompak
Warna malai	: Krem (anther)
Warna sekam	: Hijau krem (glume)
Warna rambut	: Krem
Bentuk tongkol	: Besar kerucut, panjang \pm 24 cm dan silindris
Kedudukan tongkol	: \pm 95 cm pertengahan tinggi tanaman
Kelobot	: Menutup dengan baik, rapat
Tipe biji	: Mutiara
Baris biji	: Lurus dan rapat
Warna biji	: Kuning
Jumlah baris/tongkol	: 14-16 baris
Bobot 1.000 biji	: \pm 356,50 g
Rata-rata hasil	: 10,1 t/ha pipilan kering
Potensi hasil	: 12,9 t/ha pipilan kering
Kandungan karbohidrat	: \pm 64,21%
Kandungan protein	: \pm 9,69%
Kandungan lemak	: \pm 4,29%
Ketahanan/toleransi	: Tahan penyakit bulai (<i>Peronosclerospora maydis</i> L)
Pemulia	: Andi Takdir M, R. Neni Iriany M, Muzdalifah Isnaini, Aviv Andriani, dan Muhammad Azrai
Teknisi	: Sampara, Usman, Hamsahaa, Stefanus Misi, Fransisskus Misi, M. Yunus, dan Arifuddin

Penguji : Muhammad Idris, Wasmo Wakman, Andi Haris Talanca,
Wisnu Undoyo, dan Awaluddin Hipi

Dilepas tahun : 2011

Bima 19 URI

Asal : Persilangan antara hibrida silang tunggal G193//Mr14 sebagai tetua betina dengan galur murni Nei9008P sebagai tetua jantan

Umur :

- 50% keluar rambut \pm 58 hari setelah tanam
- Masak fisiologis \pm 102 hari setelah tanam

Tinggi tanaman : \pm 213 cm

Batang : Diameter \pm 2,3 cm, bentuk bulat

Ukuran tongkol : Panjang \pm 17,9 cm dan diameter \pm 4,9 cm

Tipe/warna biji : Semi mutiara/kuning orange

Jumlah baris/tongkol : 14-16

Bobot 1.000 biji : \pm 343 g

Potensi hasil : 12,5 t/ha

Kandungan protein : \pm 15,41%

Kandungan lemak : \pm 11,98%

Kandungan karbohidrat : 58,60%

Ketahanan/toleransi : Tahan penyakit bulai, karat dan hawar daun

Pemulia : Muhammad Azrai, A. Takdir M, R. Neni I, Aviv A, Muzdalifah, Roy Efendy, dan M. Idris

Dilepas tahun : 2013

DESKRIPSI VARIETAS KACANG HIJAU TOLERAN KEKERINGAN

KUTILANG

Dilepas tahun	:	17 Maret 2004
Kode galur	:	VC 3902 A
Nomor induk	:	Mlg 1005
Asal	:	AVRDC Taiwan
Daya hasil	:	1,96 t/ha
Rata-rata hasil	:	1,13 t/ha
Tipe tumbuh	:	Determinit
Warna batang	:	Hijau tua
Bulu batang	:	jarang, pendek, kecoklatan
Warna tangkai daun	:	Hijau polos
Rambut daun	:	Jarang, pendek, kecoklatan Hija
Warna kelopak bunga	:	u
Warna mahkota bunga	:	Kuning
Warna kulit biji	:	Hijau mengkilat
Bentuk biji	:	Agak bulat-bulat
Bentuk polong	:	Besar panjang
Bulu polong	:	Pendek, kecoklatan
Panjang tangkai polong	:	Sedang (10 – 15 cm) Hija
Warna polong muda	:	u
Warna polong tua	:	Hitam
Posisi polong	:	Terkulai, melengkung ke dalam
Jumlah polong/tanaman	:	15–24 buah
Jumlah biji/polong	:	9–13 butir
Periode berbunga	:	Serempak
Umur berbunga	:	35–38 hari
Umur panen	:	60–67 hari
Tinggi tanaman	:	53–60 cm
Bobot 100 biji	:	6,0–7,0 g
Ketahanan thd penyakit	:	Tahan embun tepung
Pemulia	:	M. Anwari, Rudy Soehendi, Hadi Purnomo, Rudi Iswanto, dan Agus Supeno
Fitopatologis	:	Sumartini

VIMA - 1

Dilepas tahun	:	2008
Nama galur	:	MMC 157d-Kp-1
Asal	:	Persilangan buatan tahun 1996
Tetua jantan	:	VC 1973 A
Tetua betina	:	VC 2750A

Potensi hasil	: 1,76 t/ha
Rata-rata hasil	: 1,38 t/ha
Warna hipokotil	: Hijau
Warna daun	: Hijau
Umur berbunga 50%	: 33 hari
Umur masak 80%	: 57 hari
Warna bunga	: Kuning
Warna polong muda	: Hijau
Warna polong masak	: Hitam
Tinggi tanaman	: 53 cm
Tipe tanaman	: determinit
Warna biji	: hijau kusam
Bobot 100 butir	: 6,3 g
Kadar protein	: 28,02 % basis kering
Kadar lemak	: 0,40 % basis kering
Kadar pati	: 67,62 % basis kering
Ketahanan penyakit	: tahan penyakit embun tepung M. Anwari, Rudi Iswanto,
Pemulia	: Rudy Soehendi, Hadi Purnomo, dan Agus Supeno
Fitopatologis	: Sumartini

DESKRIPSI VARIETAS KACANG TANAH TOLERAN KEKERINGAN

JERAPAH

Dilepas tahun	: 4 November 1998
SK. Mentan	: 875/Kpts/TP. 240/11/98
Nomor galur	: LM/ICGV 86021-88-B-16
Asal	: Hasil silang tunggal varietas lokal Majalengka dengan ICGV 86021
Daya hasil	: 1,0–4,0 t/ha polong kering
Hasil rata-rata	: 1,92 t/ha polong kering
Warna batang	: Ungu
Warna daun	: Hijau
Warna bunga	: - Bagian pusat bendera: kuning muda - Matahari : ungu kemerahan
Warna ginofor	: Hijau
Warna biji	: Rose (merah muda)
Bentuk polong	: Berpinggang
Lukisan jaring (kulit)	: Tidak jelas
Bentuk tanaman	: Tegak
Bentuk biji	: Bulat
Jumlah polong/tanaman	: 15–20 buah
Jumlah biji/polong	: 2 biji
Umur berbunga	: 28–31 hari
Umur polong tua	: 90–95 hari
Bobot 100 polong	: 45–50 g
Kadar protein	: 21,5%
Kadar lemak	: 43,0%
Ketahanan thd penyakit	: - Tahan penyakit layu - Toleran penyakit karat daun dan bercak daun Toleran kekeringan, hasil
Keterangan	: - stabil, dan beradaptasi luas - Toleran lahan masam
Pemulia	: Astanto Kasno, Novita N., Trustinah, Abdul Munip, Joko Purnomo, Purwantoro, dan Harry Prasetyo
Peneliti Patologis	: Sri Hardaningsih

SINGA

Dilepas tahun	: 4 Nopember 1998
SK. Mentan	: 876/Kpts/TP. 240/11/98
Nomor induk	: 1227
Nomor galur	: GH 1697

Asal	: Seleksi massa + dari varietas lokal asal Peru, introduksi dari ICRISAT, India dengan nama ICG 1697.
Daya hasil	: 1,0–4,5 t/ha polong kering
Hasil rata-rata	: 2,60 t/ha polong kering
Warna batang	: Hijau
Warna daun	: Hijau
Warna bunga	: Kuning
Warna ginofor	: Hijau
Warna biji	: Rose (merah muda)
Bentuk polong	: Tidak berpinggang
Lukisan jaring (kulit)	: Jelas
Bentuk tanaman	: Tegak
Bentuk biji	: Persegi
Jumlah polong/tanaman	: 15–20 buah
Jumlah biji/polong	: 3–4 biji
Umur berbunga	: 28–31 hari
Umur panen	: 90–95 hari
Bobot 100 biji	: 35–40 g
Kadar protein	: 21,5%
Kadar lemak	: 43,0%
Ketahanan thd penyakit	: - Toleran penyakit layu - Tahan karat daun dan agak tahan bercak daun
Keterangan	: Toleran kekeringan, hasil stabil, dan beradaptasi luas
Pemulia	: Astanto Kasno, Novita Nugrahaeni, Trustinah, Abdul Munip, Joko Purnomo, dan Purwantoro
Peneliti Patologis	: Nasir Saleh dan Sri Hardaningsih

DESKRIPSI VARIETAS KEDELAI TOLERAN KEKERINGAN

ARGO MULYO

Dilepas tahun	:	1998
Nomor galur	:	-
Asal	:	Introduksi dari Thailand, oleh PT Nestle Indonesia pada tahun 1988 dengan nama asal Nakhon Sawan 1
Daya hasil	:	1,5–2,0 t/ha
Warna hipokotil	:	Ungu
Warna bulu	:	Coklat
Warna bunga	:	Ungu
Warna kulit biji	:	Kuning
Warna hilum	:	Putih terang
Tipe tumbuh	:	Determinit
Umur berbunga	:	35 hari
Umur saat panen	:	80–82 hari
Tinggi tanaman	:	40 cm
Percabangan	:	3–4 cabang dari batang utama
Bobot 100 biji	:	16,0 g
Kandungan protein	:	39,4%
Kandungan minyak	:	20,8%
Kerebahan	:	Tahan rebah
Ketahanan thd penyakit	:	Toleran karat daun
Keterangan	:	Sesuai untuk bahan baku susu kedelai
Pemulia	:	Rodiah S., C. Ismail, Gatot Sunyoto, dan Sumarno
Benih Penjenis (BS)	:	Dirawat dan diperbanyak oleh BPTP Karangploso, Malang

BURANGRANG

Dilepas tahun	:	1999
Nomor galur	:	C1-I-2/KRP-3
Asal	:	Segregat silangan alam, diambil dari tanaman petani di Jember
Seleksi	:	Seleksi lini murni, tiga generasi asal segregat alamiah
Daya hasil	:	1,6–2,5 t/ha
Warna hipokotil	:	Ungu
Warna bulu	:	Coklat kekuningan
Warna bunga	:	Ungu
Warna kulit biji	:	Kuning

Warna hilum	: Terang
Bentuk daun	: Oblong, ujung runcing
Tipe tumbuh	: Determinit
Umur berbunga	: 35 hari
Umur polong matang	: 80-82 hari
Tinggi tanaman	: 60-70 cm
Percabangan	: 1-2 cabang
Bobot 100 biji	: 17 g
Ukuran biji	: Besar
Kandungan protein	: 39%
Kandungan minyak	: 20%
Kerebahan	: Tidak mudah rebah
Ketahanan thd penyakit	: Toleran karat daun
Keterangan	: Sesuai untuk bahan baku susu kedelai, tempe, dan tahu
Pemulia	: Rodiah S., Ono Sutrisno, Gatot Kustiyono, Sumarno, dan Soegito
Benih Penjenis	: Dipertahankan di BPTP Karangploso, Balitkabi, dan Puslitbang Tanaman Pangan Bogor.