



PANDUAN PENGUKURAN TINGKAT KESIAPTERAPAN TEKNOLOGI



**KEMENTERIAN PERTANIAN
BADAN PENELITIAN DAN PENGEMBANGAN PERTANIAN**

KATA PENGANTAR

Kepala Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian



Kegiatan penelitian dan pengembangan lingkup Balitbangtan telah menghasilkan banyak teknologi, namun demikian tidak semua teknologi dapat diadopsi oleh pengguna secara luas. Hal ini antara lain terjadi karena sebagian teknologi yang dihasilkan tersebut belum siap atau matang untuk diadopsi oleh pengguna. Untuk mengetahui tingkat kesiapterapan atau kematangan teknologi dapat dilakukan dengan pengukuran Tingkat Kesiapterapan Teknologi (TKT) dalam rangka mendapatkan gambaran Kesiapan hasil litbang serta membantu menentukan strategi pengembangan dan pemanfaatannya.

Dalam upaya memperluas adopsi teknologi melalui peningkatan kesiapannya, maka disusun buku Panduan Pengukuran TKT yang disertai dengan alat Pengukur TKT atau Teknometer. Dengan menggunakan Teknometer tersebut memungkinkan berbagai pihak melakukan penilaian mandiri (*self assessment*) atas teknologi yang telah dihasilkan.

Buku Panduan disertai dengan Teknometer dalam bentuk *software* yang dilengkapi dengan manual operasi. panduan dan alat ini dapat digunakan sebagai acuan dalam upaya meningkatkan kesiapterapan teknologi yang telah dihasilkan.

Buku Panduan ini merupakan dokumen hidup (*living documents*) yang akan disesuaikan dan disempurnakan secara berkesinambungan. Saya berharap buku panduan ini dapat menjadi acuan dan pedoman bagi seluruh UK/UPT lingkup Balitbangtan dalam rangka alih teknologi baik secara komersial maupun non komersial.

Jakarta, Juni 2016

Kepala Badan,

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Syakir', with a long horizontal stroke extending to the left.

Dr. Ir. Muhammad Syakir, MS

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR.....	i
DAFTAR ISI.....	iii
DAFTAR TABEL.....	v
DAFTAR GAMBAR.....	xi
I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Tujuan.....	3
1.3 Sasaran.....	3
II KONSEP KESIAPTERAPAN TEKNOLOGI PERTANIAN...	4
2.1 Pengertian Kesiapterapan Teknologi.....	4
2.2 Perkembangan Konsep Kesiapterapan Teknologi.....	5
2.3 Perspektif Kesiapterapan Teknologi.....	7
2.4 Tingkat Kesiapterapan Teknologi.....	7
III PERINGKAT KESIAPTERAPAN TEKNOLOGI	
PERTANIAN.....	10
3.1 Klaster/Kelompok Teknologi Pertanian.....	10
3.2 Tingkat Kesiapterapan Teknologi Pertanian.....	12
3.3 Tingkat Kesiapterapan Teknologi Lingkup	
Balitbangtan.....	21

IV	CARA MENGUKUR TINGKAT KESIAPTERAPAN	
	TEKNOLOGI.....	77
4.1	Metode Pengukuran.....	77
4.2	Pengukuran TKT.....	80
4.3	Pengukuran Cepat Tingkat Kesiapterapan Teknologi.....	87
4.4	Contoh Dokumentasi Hasil Pengukuran Tingkat Kesiapterapan Teknologi.....	89
4.5	Penafsiran Hasil Pengukuran Tingkat Kesiapterapan Teknologi.....	89
VI	PENUTUP.....	94
	DAFTAR PUSTAKA.....	95

IV	CARA MENGUKUR TINGKAT KESIAPTERAPAN	
	TEKNOLOGI.....	77
4.1	Metode Pengukuran.....	77
4.2	Pengukuran TKT.....	80
4.3	Pengukuran Cepat Tingkat Kesiapterapan	
	Teknologi.....	87
4.4	Contoh Dokumentasi Hasil Pengukuran Tingkat	
	Kesiapterapan Teknologi.....	89
4.5	Penafsiran Hasil Pengukuran Tingkat	
	Kesiapterapan Teknologi.....	89
VI	PENUTUP.....	94
	DAFTAR PUSTAKA.....	95

DAFTAR TABEL

Tabel 1	Tingkat Kesiapterapan Teknologi	
	Varietas Tanaman : TKT 1.....	21
Tabel 2	Tingkat Kesiapterapan Teknologi	
	Varietas Tanaman : TKT 2.....	21
Tabel 3	Tingkat Kesiapterapan Teknologi	
	Varietas Tanaman : TKT 3.....	22
Tabel 4	Tingkat Kesiapterapan Teknologi	
	Varietas Tanaman : TKT 4.....	23
Tabel 5	Tingkat Kesiapterapan Teknologi	
	Varietas Tanaman : TKT 5.....	24
Tabel 6	Tingkat Kesiapterapan Teknologi	
	Varietas Tanaman : TKT 6.....	25
Tabel 7	Tingkat Kesiapterapan Teknologi	
	Varietas Tanaman : TKT 7.....	26
Tabel 8	Tingkat Kesiapterapan Teknologi	
	Varietas Tanaman : TKT 8.....	27
Tabel 9	Tingkat Kesiapterapan Teknologi	
	Varietas Tanaman : TKT 9.....	28
Tabel 10	Tingkat Kesiapterapan Teknologi	
	Galur/Rumpun Ternak : TKT 1.....	29
Tabel 11	Tingkat Kesiapterapan Teknologi	
	Galur/Rumpun Ternak : TKT 2.....	29
Tabel 12	Tingkat Kesiapterapan Teknologi	
	Galur/Rumpun Ternak : TKT 3.....	31
Tabel 13	Tingkat Kesiapterapan Teknologi	
	Galur/Rumpun Ternak : TKT 4.....	31
Tabel 14	Tingkat Kesiapterapan Teknologi	
	Galur/Rumpun Ternak : TKT 5.....	32

DAFTAR TABEL

Tabel 1	Tingkat Kesiapterapan Teknologi Varietas Tanaman : TKT 1.....	21
Tabel 2	Tingkat Kesiapterapan Teknologi Varietas Tanaman : TKT 2.....	21
Tabel 3	Tingkat Kesiapterapan Teknologi Varietas Tanaman : TKT 3.....	22
Tabel 4	Tingkat Kesiapterapan Teknologi Varietas Tanaman : TKT 4.....	23
Tabel 5	Tingkat Kesiapterapan Teknologi Varietas Tanaman : TKT 5.....	24
Tabel 6	Tingkat Kesiapterapan Teknologi Varietas Tanaman : TKT 6.....	25
Tabel 7	Tingkat Kesiapterapan Teknologi Varietas Tanaman : TKT 7.....	26
Tabel 8	Tingkat Kesiapterapan Teknologi Varietas Tanaman : TKT 8.....	27
Tabel 9	Tingkat Kesiapterapan Teknologi Varietas Tanaman : TKT 9.....	28
Tabel 10	Tingkat Kesiapterapan Teknologi Galur/Rumpun Ternak : TKT 1.....	29
Tabel 11	Tingkat Kesiapterapan Teknologi Galur/Rumpun Ternak : TKT 2.....	29
Tabel 12	Tingkat Kesiapterapan Teknologi Galur/Rumpun Ternak : TKT 3.....	31
Tabel 13	Tingkat Kesiapterapan Teknologi Galur/Rumpun Ternak : TKT 4.....	31
Tabel 14	Tingkat Kesiapterapan Teknologi Galur/Rumpun Ternak : TKT 5.....	32

Tabel 15 Tingkat Kesiapterapan Teknologi	
Galur/Rumpun Ternak : TKT 6.....	33
Tabel 16 Tingkat Kesiapterapan Teknologi	
Galur/Rumpun Ternak : TKT 7.....	34
Tabel 17 Tingkat Kesiapterapan Teknologi	
Galur/Rumpun Ternak : TKT 8.....	35
Tabel 18 Tingkat Kesiapterapan Teknologi	
Galur/Rumpun Ternak : TKT 9.....	36
Tabel 19 Tingkat Kesiapterapan Teknologi	
Pupuk (Anorganik, Organik, Hayati, dan Pembenh	
Tanah) : TKT 1.....	37
Tabel 20 Tingkat Kesiapterapan Teknologi	
Pupuk (Anorganik, Organik, Hayati, dan Pembenh	
Tanah) : TKT 2.....	37
Tabel 21 Tingkat Kesiapterapan Teknologi	
Pupuk (Anorganik, Organik, Hayati, dan Pembenh	
Tanah) : TKT 3.....	38
Tabel 22 Tingkat Kesiapterapan Teknologi	
Pupuk (Anorganik, Organik, Hayati, dan Pembenh	
Tanah) : TKT 4.....	39
Tabel 23 Tingkat Kesiapterapan Teknologi	
Pupuk (Anorganik, Organik, Hayati, dan Pembenh	
Tanah) : TKT 5.....	40
Tabel 24 Tingkat Kesiapterapan Teknologi	
Pupuk (Anorganik, Organik, Hayati, dan Pembenh	
Tanah) : TKT 6.....	40
Tabel 25 Tingkat Kesiapterapan Teknologi	
Pupuk (Anorganik, Organik, Hayati, dan Pembenh	
Tanah) : TKT 7.....	41

Tabel 26 Tingkat Kesiapterapan Teknologi Pupuk (Anorganik, Organik, Hayati, dan Pembenah Tanah) : TKT 8.....	42
Tabel 27 Tingkat Kesiapterapan Teknologi Pupuk (Anorganik, Organik, Hayati, dan Pembenah Tanah) : TKT 9.....	43
Tabel 28 Tingkat Kesiapterapan Teknologi Pestisida (Biopestisida, Pestisida Kimia, Atraktan, Zat Pengatur Tumbuh) : TKT 1.....	44
Tabel 29 Tingkat Kesiapterapan Teknologi Pestisida (Biopestisida, Pestisida Kimia, Atraktan, Zat Pengatur Tumbuh) : TKT 2.....	44
Tabel 30 Tingkat Kesiapterapan Teknologi Pestisida (Biopestisida, Pestisida Kimia, Atraktan, Zat Pengatur Tumbuh) : TKT 3.....	46
Tabel 31 Tingkat Kesiapterapan Teknologi Pestisida (Biopestisida, Pestisida Kimia, Atraktan, Zat Pengatur Tumbuh) : TKT 4.....	47
Tabel 32 Tingkat Kesiapterapan Teknologi Pestisida (Biopestisida, Pestisida Kimia, Atraktan, Zat Pengatur Tumbuh) : TKT 5.....	48
Tabel 33 Tingkat Kesiapterapan Teknologi Pestisida (Biopestisida, Pestisida Kimia, Atraktan, Zat Pengatur Tumbuh) : TKT 6.....	48
Tabel 34 Tingkat Kesiapterapan Teknologi Pestisida (Biopestisida, Pestisida Kimia, Atraktan, Zat Pengatur Tumbuh) : TKT 7.....	49
Tabel 35 Tingkat Kesiapterapan Teknologi Pestisida (Biopestisida, Pestisida Kimia, Atraktan, Zat Pengatur Tumbuh) : TKT 8.....	50

Tabel 36 Tingkat Kesiapterapan Teknologi Pestisida (Biopestisida, Pestisida Kimia, Atraktan, Zat Pengatur Tumbuh) : TKT 9.....	50
Tabel 37 Tingkat Kesiapterapan Teknologi Obat-obatan (Produk Veteriner, Obat Hewan, dan Obat lain :TKT 1.....	51
Tabel 38 Tingkat Kesiapterapan Teknologi Obat-obatan (Produk Veteriner, Obat Hewan, dan Obat lain :TKT 2.....	52
Tabel 39 Tingkat Kesiapterapan Teknologi Obat-obatan (Produk Veteriner, Obat Hewan, dan Obat lain :TKT 3.....	53
Tabel 40 Tingkat Kesiapterapan Teknologi Obat-obatan (Produk Veteriner, Obat Hewan, dan Obat lain :TKT 4.....	54
Tabel 41 Tingkat Kesiapterapan Teknologi Obat-obatan (Produk Veteriner, Obat Hewan, dan Obat lain :TKT 5.....	55
Tabel 42 Tingkat Kesiapterapan Teknologi Obat-obatan (Produk Veteriner, Obat Hewan, dan Obat lain :TKT 6.....	56
Tabel 43 Tingkat Kesiapterapan Teknologi Obat-obatan (Produk Veteriner, Obat Hewan, dan Obat lain :TKT 7.....	56
Tabel 44 Tingkat Kesiapterapan Teknologi Obat-obatan (Produk Veteriner, Obat Hewan, dan Obat lain :TKT 8.....	57
Tabel 45 Tingkat Kesiapterapan Teknologi Obat-obatan (Produk Veteriner, Obat Hewan, dan Obat lain :TKT 9.....	58
Tabel 46 Tingkat Kesiapterapan Teknologi Pengolahan dan Pascapanen :TKT 1.....	59
Tabel 47 Tingkat Kesiapterapan Teknologi Pengolahan dan Pascapanen :TKT 2.....	59
Tabel 48 Tingkat Kesiapterapan Teknologi Pengolahan dan Pascapanen :TKT 3.....	61
Tabel 49 Tingkat Kesiapterapan Teknologi Pengolahan dan Pascapanen :TKT 4.....	62
Tabel 50 Tingkat Kesiapterapan Teknologi Pengolahan dan Pascapanen :TKT 5.....	63

Tabel 51 Tingkat Kesiapterapan Teknologi Pengolahan dan Pascapanen :TKT 6.....	64
Tabel 52 Tingkat Kesiapterapan Teknologi Pengolahan dan Pascapanen :TKT 7.....	65
Tabel 53 Tingkat Kesiapterapan Teknologi Pengolahan dan Pascapanen :TKT 8.....	66
Tabel 54 Tingkat Kesiapterapan Teknologi Pengolahan dan Pascapanen :TKT 9.....	67
Tabel 55 Tingkat Kesiapterapan Teknologi Perangkat Uji, Alat dan Mesin Pertanian (Perangkat Uji, Perangkap Hama, dan lain-lain), Alat Pertanian dan Mesin-mesin beserta komponennya): TKT 1.....	68
Tabel 56 Tingkat Kesiapterapan Teknologi Perangkat Uji, Alat dan Mesin Pertanian (Perangkat Uji, Perangkap Hama, dan lain-lain), Alat Pertanian dan Mesin-mesin beserta komponennya): TKT 2.....	69
Tabel 57 Tingkat Kesiapterapan Teknologi Perangkat Uji, Alat dan Mesin Pertanian (Perangkat Uji, Perangkap Hama, dan lain-lain), Alat Pertanian dan Mesin-mesin beserta komponennya): TKT 3.....	70
Tabel 58 Tingkat Kesiapterapan Teknologi Perangkat Uji, Alat dan Mesin Pertanian (Perangkat Uji, Perangkap Hama, dan lain-lain), Alat Pertanian dan Mesin-mesin beserta komponennya): TKT 4.....	71
Tabel 59 Tingkat Kesiapterapan Teknologi Perangkat Uji, Alat dan Mesin Pertanian (Perangkat Uji, Perangkap Hama, dan lain-lain), Alat Pertanian dan Mesin-mesin beserta komponennya): TKT 5.....	72
Tabel 60 Tingkat Kesiapterapan Teknologi Perangkat Uji, Alat dan Mesin Pertanian (Perangkat Uji, Perangkap Hama, dan lain-lain), Alat Pertanian dan Mesin-mesin beserta komponennya): TKT 6.....	73

Tabel 61 Tingkat Kesiapterapan Teknologi Perangkat Uji, Alat dan Mesin Pertanian (Perangkat Uji, Perangkap Hama, dan lain-lain), Alat Pertanian dan Mesin-mesin beserta komponennya): TKT 7.....	74
Tabel 62 Tingkat Kesiapterapan Teknologi Perangkat Uji, Alat dan Mesin Pertanian (Perangkat Uji, Perangkap Hama, dan lain-lain), Alat Pertanian dan Mesin-mesin beserta komponennya): TKT 8.....	75
Tabel 63 Tingkat Kesiapterapan Teknologi Perangkat Uji, Alat dan Mesin Pertanian (Perangkat Uji, Perangkap Hama, dan lain-lain), Alat Pertanian dan Mesin-mesin beserta komponennya): TKT 9.....	76
Tabel 64 Contoh Dokumentasi Hasil Pengukuran TKT.....	89

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.	Tingkat dari TKT (Permen Ristekdikti, 2016).....	8
Gambar 2.	Tingkat Kesiapterapan Teknologi Menurut Siklus Riset (BPPT,2012).....	9
Gambar 3.	Tampilan <i>Worksheet</i> Pengukuran Termometer.....	79
Gambar 4.	Tampilan Data Input Hasil Litbang dan TKT-nya.....	81
Gambar 5.	Pengaturan batasan untuk pencapaian suatu Tingkatan TKT.....	82
Gambar 6.	Alur Proses Pengukuran TKT.....	83
Gambar 7.	Untuk mencapai TKT 4, semua pernyataan harus terpenuhi untuk batasan 100%.....	85
Gambar 8.	Indikator TKT 4 terpenuhi, delapan dari sepuluh pernyataan harus terpenuhi atau akumulasi (Σ indikator) lebih besar atau sama dengan batasan 80%.....	85
Gambar 9.	Indikator TKT 4 tidak terpenuhi (Σ indikator=65%)...	85
Gambar 10.	Tampilan Tingkat Indikator TKT yang tercapai.....	86
Gambar 11.	Pengukuran TKT secara Cepat.....	87
Gambar 12.	Pengukuran Cepat TKT (1-3) dengan Asumsi Indikator Terpenuhi.....	88

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Arah kebijakan dan strategi penelitian dan pengembangan pertanian ke depan disusun dengan mempertimbangkan sasaran pembangunan pertanian 2015 – 2019 melalui penguasaan IPTEK yang inovatif, efisien dan efektif dengan mengedepankan kaidah ilmiah dan berkontribusi terhadap perkembangan dalam mewujudkan pertanian bioindustri berkelanjutan (Balitbangtan, 2014).

Keberadaan IPTEK yang dilindungi Hak Kekayaan Intelektual (HKI) tidak lepas dari kegiatan ekonomi, industri dan perdagangan, dimana era globalisasi yang ditandai dengan perkembangan teknologi informasi dan telekomunikasi telah mendorong efisiensi dan efektivitas bagi para produsen untuk memasarkan produk-produknya ke pasar bebas terutama produk-produk teknologi mutakhir. Salah satu kunci agar dapat bertahan dalam perdagangan bebas terletak pada penguasaan teknologi dan melakukan inovasi di bidang industri (Subroto dan Suprapedi, 2005).

Saat ini sudah banyak teknologi hasil penelitian Balitbangtan yang didaftarkan HKI. Sampai akhir tahun 2014 pendaftaran HKI yang meliputi paten, merek, ciptaan, dan PVT menunjukkan peningkatan yang cukup signifikan terutama pendaftaran paten (Balai PATP, 2015).

Berdasarkan aspek adopsi oleh dunia usaha/industri, jumlah perjanjian lisensi hingga akhir tahun 2014 tercatat sebanyak 108 perjanjian terutama PVT, paten dan rahasia dagang. Jumlah paten yang didaftarkan hingga akhir 2014 sebanyak 210 invensi, namun baru diadopsi oleh industri 19,5%, sedangkan varietas tanaman yang

didaftarkan PVT sebanyak 59 varietas telah diadopsi oleh dunia usaha sebanyak 74,5%, namun demikian masih terdapat berbagai kendala dalam melakukan alih teknologi yang perlu dipecahkan.

Teknologi atau invensi hasil penelitian banyak yang belum dimanfaatkan sepenuhnya atau hanya berakhir sebagai dokumen dan tidak dapat diadopsi oleh masyarakat. Permasalahan yang terjadi adalah hasil penelitian tersebut baru berbentuk prototipe skala laboratorium, dan belum diuji pada skala *pilot plant* sehingga belum siap untuk dipromosikan ke calon pengguna atau industri, akibatnya tidak siap untuk diadopsi. Berbagai permasalahan ini seharusnya tidak terjadi jika kronologi hasil penelitian dan pengembangan teknologi telah siap terapan atau matang untuk diuji dan dikembangkan pada skala industri.

Masalah utama dalam adopsi teknologi adalah tingkat kesiapannya untuk digunakan dan dikembangkan menjadi inovasi, dan salah satu karakteristik inovasi adalah tingkat kesiapterapannya untuk digunakan (BPPT, 2012). Namun untuk bisa menentukan apakah sebuah teknologi dapat dikatakan siap untuk diadopsi oleh pengguna, dikomersialisasikan atau dijual, diperlukan suatu indikator dalam mengukur teknologi. Untuk mendapatkan gambaran kesiapterapan teknologi hasil penelitian serta membantu menentukan strategi pengembangan dan pemanfaatannya diperlukan pengukuran tingkat kesiapterapan teknologi (TKT)/*Technology Readiness Level* (TRL).

Pengukuran TKT merupakan pendekatan sistematis yang digunakan untuk menilai kematangan atau kesiapterapan dari suatu teknologi tertentu dan perbandingan kematangan atau kesiapterapan antara jenis teknologi yang berbeda. Salah satu keuntungan

melakukan penilaian kesiapterapan teknologi adalah dapat mengestimasi risiko dan biaya untuk pengembangan produk selanjutnya serta memutuskan kapan teknologi tersebut siap untuk dialih teknologikan ke industri.

1.2 Tujuan

Maksud penyusunan Panduan Umum Pengukuran dan Penetapan TKT adalah untuk menyediakan pedoman operasional dalam penyusunan TKT hasil-hasil penelitian UK/UPT lingkup Balitbangtan. Dalam rangka menentukan peringkat kesiapterapan teknologi dan cara mengukur TKT adalah menggunakan teknometer. Tujuan penyusunan Panduan Umum Pengukuran dan Penetapan TKT adalah:

- a. Menyediakan pedoman tentang cara menentukan peringkat kesiapterapan teknologi.
- b. Menyediakan cara pengukuran tingkat kesiapterapan teknologi.
- c. Menentukan peringkat TKT dari teknologi yang dihasilkan UK/UPT.
- d. Mengevaluasi pelaksanaan program dan kegiatan peneliti dan pengembangan serta pemanfaatannya.

1.3 Sasaran

Buku Panduan ini disusun untuk menjadi pedoman bagi seluruh UK/UPT lingkup Balitbangtan dalam melakukan evaluasi kegiatan penelitian/perekayasaan dan pengembangan, agar invensi yang dihasilkan mudah dialih teknologikan.

melakukan penilaian kesiapterapan teknologi adalah dapat mengestimasi risiko dan biaya untuk pengembangan produk selanjutnya serta memutuskan kapan teknologi tersebut siap untuk dialih teknologikan ke industri.

1.2 Tujuan

Maksud penyusunan Panduan Umum Pengukuran dan Penetapan TKT adalah untuk menyediakan pedoman operasional dalam penyusunan TKT hasil-hasil penelitian UK/UPT lingkup Balitbangtan. Dalam rangka menentukan peringkat kesiapterapan teknologi dan cara mengukur TKT adalah menggunakan teknometer. Tujuan penyusunan Panduan Umum Pengukuran dan Penetapan TKT adalah:

- a. Menyediakan pedoman tentang cara menentukan peringkat kesiapterapan teknologi.
- b. Menyediakan cara pengukuran tingkat kesiapterapan teknologi.
- c. Menentukan peringkat TKT dari teknologi yang dihasilkan UK/UPT.
- d. Mengevaluasi pelaksanaan program dan kegiatan peneliti dan pengembangan serta pemanfaatannya.

1.3 Sasaran

Buku Panduan ini disusun untuk menjadi pedoman bagi seluruh UK/UPT lingkup Balitbangtan dalam melakukan evaluasi kegiatan penelitian/perekayasaan dan pengembangan, agar invensi yang dihasilkan mudah dialih teknologikan.

II. KONSEP KESIAPTERAPAN TEKNOLOGI PERTANIAN

2.1 Pengertian Kesiapterapan Teknologi

Berdasarkan Peraturan Pemerintah Nomor 20 Tahun 2005, teknologi adalah cara atau metode serta proses atau produk yang dihasilkan dari penerapan dan pemanfaatan berbagai disiplin ilmu pengetahuan yang menghasilkan nilai bagi pemenuhan kebutuhan, kelangsungan, dan peningkatan mutu kehidupan manusia.

Mankin (1995) menyatakan bahwa TKT adalah suatu ukuran (*metric*) sistematis yang memberikan ukuran objektif kematangan (*maturity*) dari suatu teknologi. Selanjutnya BPPT (2012) menyatakan bahwa ukuran tingkatan kesiapterapan teknologi yang diartikan sebagai indikator yang menunjukkan seberapa siap atau matang suatu teknologi dapat diterapkan dan diadopsi oleh pengguna/calon pengguna. TKT adalah suatu sistem pengukuran sistematis yang mendukung penilaian kematangan atau kesiapterapan dari suatu teknologi tertentu untuk dapat diadopsi baik bagi industri, pemerintah, maupun pengguna lainnya.

Kesiapterapan teknologi menunjukkan seberapa siap atau matang suatu teknologi untuk dapat diterapkan sesuai dengan fungsi yang ditunjukkannya (Suhendri, 2014). Pengertian "ketersiapan" menunjukkan adanya kemungkinan perbedaan antara "siap", "tidak siap" dan "belum siap"-nya suatu teknologi atau perbedaan tingkatan kesiapterapan teknologi untuk dimanfaatkan atau diterapkan sesuai kegunaannya.

Pada hakekatnya TKT merupakan sebuah indikator yang menunjukkan seberapa siap/matang suatu teknologi untuk diterapkan (dalam perspektif obyektif). TKT merupakan ukuran yang menun-

II. KONSEP KESIAPTERAPAN TEKNOLOGI PERTANIAN

2.1 Pengertian Kesiapterapan Teknologi

Berdasarkan Peraturan Pemerintah Nomor 20 Tahun 2005, teknologi adalah cara atau metode serta proses atau produk yang dihasilkan dari penerapan dan pemanfaatan berbagai disiplin ilmu pengetahuan yang menghasilkan nilai bagi pemenuhan kebutuhan, kelangsungan, dan peningkatan mutu kehidupan manusia.

Mankin (1995) menyatakan bahwa TKT adalah suatu ukuran (*metric*) sistematis yang memberikan ukuran objektif kematangan (*maturity*) dari suatu teknologi. Selanjutnya BPPT (2012) menyatakan bahwa ukuran tingkatan kesiapterapan teknologi yang diartikan sebagai indikator yang menunjukkan seberapa siap atau matang suatu teknologi dapat diterapkan dan diadopsi oleh pengguna/calon pengguna. TKT adalah suatu sistem pengukuran sistematis yang mendukung penilaian kematangan atau kesiapterapan dari suatu teknologi tertentu untuk dapat diadopsi baik bagi industri, pemerintah, maupun pengguna lainnya.

Kesiapterapan teknologi menunjukkan seberapa siap atau matang suatu teknologi untuk dapat diterapkan sesuai dengan fungsi yang ditunjukkannya (Suhendri, 2014). Pengertian "ketersiapan" menunjukkan adanya kemungkinan perbedaan antara "siap", "tidak siap" dan "belum siap"-nya suatu teknologi atau perbedaan tingkatan kesiapterapan teknologi untuk dimanfaatkan atau diterapkan sesuai kegunaannya.

Pada hakekatnya TKT merupakan sebuah indikator yang menunjukkan seberapa siap/matang suatu teknologi untuk diterapkan (dalam perspektif obyektif). TKT merupakan ukuran yang menun-

jukkan tingkat kematangan atau kesiapterapan teknologi pada skala 1-9. Ukuran ini sebagai indikator yang menunjukkan seberapa siap atau matang suatu teknologi dapat diterapkan dan diadopsi oleh pengguna/calon pengguna dimana antara satu tingkat dengan tingkat yang lain saling terkait dan menjadi landasan bagi tingkatan berikutnya.

Pengukuran dan penetapan TKT dimaksudkan untuk menjadi acuan bagi:

1. Pengambil kebijakan dalam merumuskan, melaksanakan, memetakan, dan mengevaluasi program penelitian, pengembangan dan inovasi teknologi pertanian.
2. Pelaku kegiatan penelitian, pengembangan dan inovasi dalam menentukan tingkat kesiapterapan atau kematangan suatu teknologi yang dapat diterapkan dan diadopsi oleh pengguna/calon pengguna.
3. Industri dalam mengadopsi teknologi hasil penelitian dan pengembangan.

2.2. Perkembangan Konsep Kesiapterapan Teknologi

Tingkat Kesiapterapan Teknologi diterapkan oleh *National Aeronautics and Space Administration* (NASA) sebagai alat untuk mengukur kesiapan teknologi yang dikembangkan oleh Stan Sadin pada tahun 1974, dan pertama kali digunakan oleh Ray Chase untuk melakukan *assessment* terhadap *Jupiter Orbiter Spacecraft Design*. TKT tersebut dikembangkan oleh NASA pada tahun 1980 yang konsep semula hanya terdiri atas 7 tingkat (*level*), kemudian dikembangkan menjadi 9 tingkat (Sadin *et al.*, 1988). Pada tahun 2003, pengukuran TKT pertama kali dilakukan oleh NASA, digunakan sebagai alat untuk menyeleksi *vendor* teknologi yang sesuai dengan

kebutuhannya, dalam rangka mengurangi risiko kegagalan. Selanjutnya Kementerian Pertahanan Amerika Serikat juga mengadopsi metoda pengukuran ini untuk mengevaluasi tingkat kesiapterapan teknologi baru dan panduan pengembangannya di masa datang sampai siap secara operasional (BPPT, 2012).

Di Indonesia penggunaan TKT telah diterapkan oleh Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi (BPPT) sejak tahun 2006. Pada tahun yang sama, BPPT mengadopsi pola pengukuran TKT dan melakukan modifikasi dengan mengembangkan metodologinya. BPPT dan Kementerian Riset dan Teknologi (Ristek) selanjutnya meluncurkan TRL Meter BPPT-Ristek versi 10 xls, kemudian pada tahun 2012 menerbitkan Panduan Pengukuran TKT (BPPT, 2012). Puslitbang Sosial, Ekonomi dan Lingkungan Badan Litbang Pekerjaan Umum (PU) juga telah mengadopsi penerapan TKT dalam rangka Penyusunan Rekomendasi Kesiapterapan Teknologi Hasil Litbang untuk Keberlanjutan Pemanfaatan oleh masyarakat (Puslitbang Sosek dan Lingkungan, Badan Litbang PU, 2011) dan beberapa Lembaga Litbang Kementerian lainnya juga menerapkan TKT.

Alasan perlunya dilakukan pengukuran dan penetapan TKT adalah:

- a. Dengan mempertimbangkan risiko-risiko teknologi, pasar, dan pengelolaan maka akan dapat melalui transisi dari tahapan litbang menuju komersialisasi teknologi.
- b. Memahami dengan baik beberapa persyaratan dalam validasi kematangan teknologi dan mendukung model komersialisasinya.

2.3. Perspektif Kesiapterapan Teknologi

Kesiapterapan teknologi dapat dikembangkan setidaknya dari dua perspektif yang berbeda namun saling berkaitan (Taufik, 2003), yaitu:

1. Perspektif Obyektif

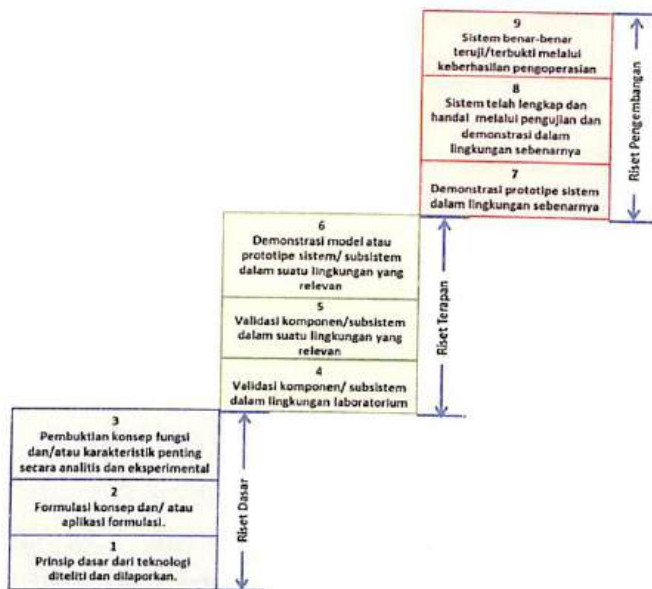
Perspektif ini menunjukkan seberapa siap atau matang suatu teknologi dapat diterapkan sesuai dengan fungsi yang ditujukannya (rancangan kegunaannya). Indikator ini juga menunjukkan seberapa siap atau matang suatu teknologi untuk diterapkan dalam dunia nyata dan diadopsi oleh calon pengguna.

2. Perspektif Subyektif

Perspektif ini menunjukkan seberapa siap pengguna (masyarakat) menerima dan mengadopsi suatu teknologi baru untuk diterapkan sesuai dengan fungsi yang ditujukannya. Indikator ini juga menyangkut pengetahuan, kemampuan dan/atau persepsi risiko calon pengguna tentang teknologi baru.

2.4. Tingkat Kesiapterapan Teknologi

Tingkat Kesiapterapan Teknologi dinilai dari sembilan tingkat yang terbagi lagi menjadi tiga kategori atau bagian tahapan penelitian yaitu: Penelitian Dasar (tingkat 1-3), Penelitian Terapan (tingkat 4-6) dan Penelitian Pengembangan (tingkat 7-9), sesuai Gambar 1 dan Gambar 2.

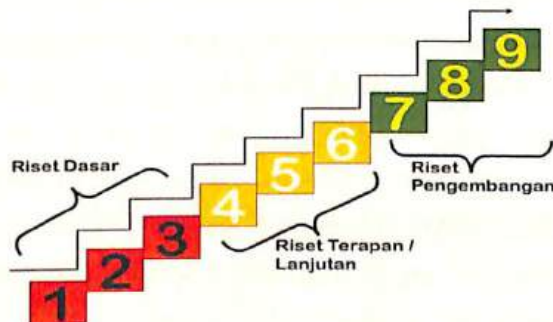


Gambar 1. Tingkat dari TKT (Permen Ristekdikti, 2016)

Pada tingkat 1-3 pengukuran masih dilakukan pada tiap-tiap komponen teknologi (belum terintegrasi) dengan tiga pendekatan: studi analitik, modeling dan simulasi, serta eksperimen laboratorium. Untuk tingkat 4-6 pengukuran sudah dilakukan dalam satuan sistem terintegrasi, namun hasil ujinya masih dalam akurasi yang rendah (*Low Fidelity*). Validasi komponen pada lingkungan laboratorium dilakukan untuk menguji apakah prototipe lolos melalui “valley of death 1” (lembah kematian), jika mampu melalui lembah ini maka dapat dinyatakan bahwa prototype “*idea feasible*” dan siap menuju *pilot plant*.

Pada tingkat 5 dan 6 terjadi perkembangan dari akurasi rendah ke akurasi tinggi. Demonstrasi prototipe pada lingkungan relevan tersebut melewati "*valley of death 2*". Jika mampu melewati lembah kematian dua, maka prototipe dapat dinyatakan telah layak secara teknis (*engineering feasibility*) dan layak secara ekonomi (*economy feasibility*), serta siap *scale up*, artinya pada tingkat ini risiko teknis mulai berkurang.

Pada tingkat 7-9, uji sistem terintegrasi sudah dalam akurasi yang tinggi (*High Fidelity*). Pengukuran sudah memunculkan kesiapterapan fabrikasi yang ditandai dengan perkiraan investasi dan prospek bisnis, serta disain gambar/diagram sudah tidak ada perubahan yang signifikan. Pada tingkat 7 sudah ada kesiapterapan untuk produksi awal (*Low Rate Initial Product*), pada tingkat 8 sudah siap untuk produksi penuh dan pada tingkat 9 produktivitas sudah stabil. Pada tingkat 9 ini, sistem benar-benar telah teruji dan terbukti melalui keberhasilan pengoperasian. Pada tingkat ini terdapat fase "*valley of death 3*", yang akan menentukan apakah teknologi yang dikembangkan berhasil atau gagal di pasar.



Gambar 2. Tingkat Kesiapterapan Teknologi Menurut Siklus Riset (BPPT, 2012)

III. PERINGKAT KESIAPTERAPAN TEKNOLOGI PERTANIAN

3.1. Klaster/Kelompok Teknologi Pertanian

Klaster teknologi pertanian dikelompokkan berdasarkan Peraturan Menteri Pertanian (Permentan) Nomor 99/Permentan/OT.140/10/2013 tentang Perubahan Kedua atas Peraturan Menteri Pertanian Nomor 6/Permentan/OT.140/2/2012 tentang Pedoman Kerjasama Penelitian dan Pengembangan Pertanian, yang terdiri atas 6 klaster sebagai berikut: (a) Bibit/Benih (hasil pemuliaan), (b) Pupuk, (c) Pestisida, (d) Obat-obatan, (e) Teknologi Pengolahan dan Pascapanen, dan (f) Perangkat Uji, Alat dan Mesin Pertanian. Jenis-jenis teknologi yang dihasilkan Balitbangtan sesuai peraturan di atas diuraikan sebagai berikut:

3.1.1. Benih/Bibit Tanaman Atau Bibit Unggul Ternak

a. Varietas Tanaman

Penilaian TKT dilakukan terhadap teknologi dan varietas hasil pemuliaan tanaman. Untuk kegiatan alih teknologi komersial diperlukan varietas yang dilindungi dengan Hak Perlindungan Varietas Tanaman (PVT). Selanjutnya untuk memperoleh hak PVT maka calon varietas yang akan dilindungi harus didaftarkan di Pusat Perlindungan Varietas Tanaman dan Perizinan Pertanian dan lolos uji BUSS (Baru, Unik, Stabil dan Seragam).

III. PERINGKAT KESIAPTERAPAN TEKNOLOGI PERTANIAN

3.1. Klaster/Kelompok Teknologi Pertanian

Klaster teknologi pertanian dikelompokkan berdasarkan Peraturan Menteri Pertanian (Permentan) Nomor 99/Permentan/OT.140/10/2013 tentang Perubahan Kedua atas Peraturan Menteri Pertanian Nomor 6/Permentan/OT.140/2/2012 tentang Pedoman Kerjasama Penelitian dan Pengembangan Pertanian, yang terdiri atas 6 klaster sebagai berikut: (a) Bibit/Benih (hasil pemuliaan), (b) Pupuk, (c) Pestisida, (d) Obat-obatan, (e) Teknologi Pengolahan dan Pascapanen, dan (f) Perangkat Uji, Alat dan Mesin Pertanian. Jenis-jenis teknologi yang dihasilkan Balitbangtan sesuai peraturan di atas diuraikan sebagai berikut:

3.1.1. Benih/Bibit Tanaman Atau Bibit Unggul Ternak

a. Varietas Tanaman

Penilaian TKT dilakukan terhadap teknologi dan varietas hasil pemuliaan tanaman. Untuk kegiatan alih teknologi komersial diperlukan varietas yang dilindungi dengan Hak Perlindungan Varietas Tanaman (PVT). Selanjutnya untuk memperoleh hak PVT maka calon varietas yang akan dilindungi harus didaftarkan di Pusat Perlindungan Varietas Tanaman dan Perizinan Pertanian dan lolos uji BUSS (Baru, Unik, Stabil dan Seragam).

b. Galur/rumpun Ternak

Penilaian TKT galur/rumpun ternak (bibit unggul ternak) diarahkan pada galur/rumpun yang akan dilepas sesuai ketentuan yang berlaku. Bibit ternak yang diserahkan kepada mitra kerja sama alih teknologi adalah benih/bibit sumber dari galur yang telah dilepas berdasar SK Menteri Pertanian, untuk bahan perbanyakkan bibit unggul.

3.1.2. Pupuk

Penilaian TKT dilakukan terhadap formula atau produk pupuk anorganik, organik, hayati, dan pembenah tanah hasil penelitian laboratorium. Selanjutnya akan dihasilkan bentuk prototipe laboratorium hingga pengujian lapang sampai terbentuk produk hasil pengujian di lingkungan yang sebenarnya (komersial).

3.1.3. Pestisida

Penilaian TKT pestisida dilakukan terhadap formula atau produk pestisida (biopestisida, pestisida kimia, atraktan, dan zat pengatur tumbuh) yang dihasilkan sejak berupa prototipe laboratorium hingga teruji di lapang. Selanjutnya akan terbentuk produk yang teruji di lingkungan yang sebenarnya dan siap dikomersialkan.

3.1.4. Obat-obatan

Klaster obat-obatan meliputi produk veteriner, obat hewan dan obat lainnya (seperti jamu untuk manusia dan ternak). Penilaian dilakukan terhadap prototipe hasil penelitian laboratorium dan lapang dalam lingkungan yang relevan sehingga dihasilkan obat-obatan yang teruji pada lingkungan yang sebenarnya.

3.1.5. Teknologi Pengolahan dan Pascapanen

Teknologi Pengolahan dan Pascapanen meliputi teknologi penanganan segar dan pengolahan yang mencakup proses atau produk di bidang makanan, minuman, dan lainnya (pakan, penyedap, penyegar dan lain-lain). Teknologi ini menghasilkan produk dalam bentuk prototipe laboratorium dan skala industri yang siap diproduksi secara masal melalui aktivitas industri.

3.1.6. Perangkat Uji, Alat, dan Mesin Pertanian

Klaster ini meliputi perangkat uji (tingkat laboratorium maupun lapangan), perangkat (hama dan lainnya), alat pertanian (manual maupun masinal) dan mesin-mesin pertanian (termasuk komponennya). Teknologi ini menghasilkan produk dalam bentuk prototipe laboratorium dan skala industri yang siap diproduksi secara masal melalui aktivitas industri.

3.2. Tingkat Kesiapterapan Teknologi Pertanian

Tingkat Kesiapterapan Teknologi merupakan ukuran yang menunjukkan kematangan atau kesiapterapan teknologi pada skala 1-9, dimana antara satu tingkat dengan tingkat yang lain saling terkait dan menjadi landasan bagi tingkat berikutnya. Tingkat dan Indikator TKT mengacu Pedoman Pengukuran TKT yang diterbitkan oleh Kementerian Ristekdikti (2016) dan digunakan sebagai TKT generik, kemudian indikator tersebut dimodifikasi sesuai karakteristik penelitian di Balitbangtan.

Adapun detail penjelasan setiap tingkat adalah sebagai berikut:

3.2.1. Tingkat Kesiapterapan Teknologi 1

Status pengembangan teknologi: **Prinsip dasar dari teknologi telah diteliti dan dilaporkan.** Penelitian ilmu pengetahuan mulai diterjemahkan ke dalam penelitian terapan dan pengembangan teknologi. Studi literatur yang terkait sifat-sifat dasar suatu teknologi dilakukan. Pada tingkatan ini, penelitian ilmiah mulai diterjemahkan ke dalam rencana penelitian terapan dan pengembangan. Isi TKT 1 dijabarkan dalam Proposal Penelitian terdiri atas 3 indikator sebagai berikut:

1. Asumsi dan hukum dasar (fisika/kimia) yang akan digunakan pada teknologi (baru) telah ditentukan.
2. Studi literatur (teori/empiris-penelitian terdahulu) tentang prinsip dasar teknologi yang akan dikembangkan.
3. Formulasi hipotesis penelitian.

Penelitian yang bertujuan untuk menghasilkan produk atau proses dan varietas harus menyajikan literatur baik ilmiah maupun HKI tentang invensi terdahulu (*prior art*) guna menunjukkan adanya unsur kebaruan calon teknologi atau varietas yang akan dihasilkan. Kebaruan ini ditunjukkan dengan adanya hasil-hasil penelusuran paten (khususnya Paten produk atau proses) dan penelusuran PVT untuk bahan pembandingan dalam pengujian BUSS.

3.2.2. Tingkat Kesiapterapan Teknologi 2

Status pengembangan teknologi: **Formulasi konsep dan/atau aplikasi formulasi.** Prinsip-prinsip dasar teknologi diamati, formulasi teknologi digali dan dikembangkan. Rencana aplikasi masih bersifat spekulatif dan belum ada bukti atau pun analisis rinci yang

mendukung asumsi yang digunakan. Pada tingkatan ini teknologi telah diformulasikan dalam bentuk konsep sesuai aplikasinya berdasar hasil studi literatur yang dituangkan dalam rencana operasional kegiatan penelitian. Indikator TKT 2 terdiri dari:

1. Peralatan dan sistem yang akan digunakan, telah teridentifikasi.
2. Studi literatur (teoritis/empiris) teknologi yang akan dikembangkan memungkinkan untuk diterapkan.
3. Desain secara teoritis dan empiris telah teridentifikasi.
4. Elemen-elemen dasar dari teknologi yang akan dikembangkan telah diketahui.
5. Karakterisasi komponen teknologi yang akan dikembangkan telah dikuasai dan dipahami.
6. Kinerja dari masing-masing elemen penyusun teknologi yang akan dikembangkan telah diprediksi.
7. Analisis awal menunjukkan bahwa fungsi utama yang dibutuhkan dapat bekerja dengan baik.
8. Model dan simulasi untuk menguji kebenaran prinsip dasar.
9. Penelitian analitik untuk menguji kebenaran prinsip dasarnya.
10. Komponen-komponen teknologi yang akan dikembangkan, secara terpisah dapat bekerja dengan baik.
11. Peralatan yang digunakan harus *valid* dan *reliable*.
12. Diketahui tahapan eksperimen yang akan dilakukan.

3.2.3. Tingkat Kesiapterapan Teknologi 3

Status pengembangan teknologi: **Pembuktian konsep fungsi dan/atau karakteristik penting secara analitis dan eksperimental.** Penelitian dan pengembangan teknologi secara aktif dimulai.

Kegiatan ini menyangkut studi analitis dan studi laboratorium untuk memvalidasi secara fisik bahwa hipotesa secara analitik adalah benar. Komponen-komponen tersebut belum terintegrasi atau masih terpisah. Indikator TKT 3 terdiri dari:

1. Studi analitik mendukung prediksi kinerja elemen-elemen teknologi.
2. Karakteristik/sifat dan kapasitas unjuk kerja sistem dasar telah diidentifikasi dan diprediksi.
3. Telah dilakukan percobaan laboratorium untuk menguji kelayakan penerapan teknologi tersebut.
4. Model dan simulasi mendukung prediksi kemampuan elemen-elemen teknologi.
5. Pengembangan teknologi tersebut dengan langkah awal menggunakan model matematik sangat dimungkinkan dan dapat disimulasikan.
6. Penelitian laboratorium untuk memprediksi kinerja tiap elemen teknologi.
7. Secara teoritis, empiris dan eksperimen telah diketahui komponen-komponen sistem teknologi tersebut dapat bekerja dengan baik.
8. Telah dilakukan penelitian di laboratorium dengan menggunakan data *dummy*.
9. Teknologi layak secara ilmiah (studi analitik, model/simulasi, eksperimen).

3.2.4. Tingkat Kesiapterapan Teknologi 4

Status pengembangan teknologi: **Validasi komponen/subsistem dalam lingkungan laboratorium.** Komponen-komponen teknologi yang mendasari diintegrasikan untuk memastikan agar bagian-bagian tersebut secara bersama-sama dapat bekerja/berfungsi. Pada tahap ini sistem masih memiliki kehandalan yang relatif rendah jika dibanding dengan sistem akhir teknologi. Indikator TKT 4 terdiri dari:

1. Tes laboratorium komponen-komponen secara terpisah telah dilakukan.
2. Persyaratan sistem untuk aplikasi menurut pengguna telah diketahui (keinginan adopter).
3. Hasil percobaan laboratorium terhadap komponen-komponen menunjukkan bahwa komponen tersebut dapat beroperasi.
4. Percobaan fungsi utama teknologi dalam lingkungan yang relevan
5. Prototipe teknologi skala laboratorium telah dibuat.
6. Penelitian integrasi komponen telah dimulai.
7. Proses kunci untuk manufakturnya telah diidentifikasi dan dikaji di laboratorium.
8. Integrasi sistem teknologi dan rancang bangun skala laboratorium telah selesai (*low fidelity*).

3.2.5. Tingkat Kesiapterapan Teknologi 5

Status pengembangan teknologi: **Validasi komponen/subsistem dalam suatu lingkungan yang relevan.** Pada tahap ini, kehandalan teknologi yang telah diintegrasikan meningkat secara signifikan. Komponen-komponen teknologi yang mendasari telah diintegrasikan dengan elemen-elemen pendukung yang terkait,

sehingga teknologi tersebut dapat diuji dalam suatu lingkungan tiruan/simulasi. Indikator TKT 5 terdiri dari:

1. Persiapan produksi perangkat keras telah dilakukan.
2. Penelitian pasar (*marketing research*) dan penelitian laboratorium untuk memilih proses fabrikasi.
3. Prototipe telah dibuat.
4. Peralatan dan mesin pendukung telah diujicoba dalam laboratorium.
5. Integrasi sistem selesai dengan akurasi tinggi (*high fidelity*), siap diuji pada lingkungan nyata/simulasi.
6. Akurasi/ *fidelity* sistem prototipe meningkat.
7. Kondisi laboratorium dimodifikasi sehingga mirip dengan lingkungan yang sesungguhnya.
8. Proses produksi telah direview oleh bagian manufaktur.

3.2.6. Tingkat Kesiapterapan Teknologi 6

Status pengembangan teknologi: **Demonstrasi model atau prototipe sistem/subsistem dalam suatu lingkungan yang relevan.** Implementasi teknologi mulai dilakukan secara aktif. Hal ini dapat menyangkut studi analitis dan uji coba lingkungan sebenarnya di laboratorium untuk memvalidasi kinerja atas elemen-elemen terpisah dari teknologi. Contohnya adalah tentang integrasi komponen-komponen dalam bentuk prototipe di laboratorium dan diujicoba pada simulasi kondisi lingkungan sebenarnya. Indikator TKT 6 terdiri dari:

1. Kondisi lingkungan operasi sesungguhnya telah diketahui.
2. Kebutuhan investasi untuk peralatan dan proses pabrikasi teridentifikasi.
3. Perawatan dan pelayanan untuk kinerja sistem teknologi pada lingkungan operasi.
4. Bagian manufaktur/pabrikasi menyetujui dan menerima hasil pengujian laboratorium.
5. Prototipe telah teruji dengan akurasi/*fidelitas* laboratorium yang tinggi pada simulasi lingkungan operasional (yang sebenarnya di luar laboratorium).
6. Hasil Uji membuktikan layak secara teknis (*engineering feasibility*).

3.2.7. Tingkat Kesiapterapan Teknologi 7

Status pengembangan teknologi: **Demonstrasi prototipe sistem dalam lingkungan sebenarnya.** Prototipe mendekati bentuk nyata atau sejalan dengan rencana pengoperasionalannya. Keadaan ini mencerminkan langkah perkembangan setelah tingkat kesiapterapan teknologi mencapai TKT 6 yang membutuhkan demonstrasi dari prototipe ukuran nyata dalam lingkungan operasional/sebenarnya. Indikator TKT 7 terdiri dari:

1. Peralatan, proses, metode dan desain teknik telah diidentifikasi.
2. Proses dan prosedur fabrikasi peralatan mulai diujicobakan.
3. Perlengkapan proses dan peralatan tes/inspeksi diujicobakan didalam lingkungan produksi.
4. Draft gambar desain telah lengkap.

5. Peralatan, proses, metode dan desain teknik telah dikembangkan dan mulai diujicobakan.
6. Perhitungan perkiraan biaya telah divalidasi (*design to cost*).
7. Proses fabrikasi secara umum telah dipahami dengan baik.
8. Hampir semua fungsi dapat berjalan dalam lingkungan/kondisi operasi.
9. Prototipe lengkap telah didemonstrasikan pada simulasi lingkungan operasional.
10. Prototipe sistem telah teruji pada ujicoba lapangan.
11. Siap untuk produksi awal (*Low Rate Initial Production-LRIP*).

3.2.8. Tingkat Kesiapterapan Teknologi 8

Status pengembangan teknologi: **Sistem telah lengkap dan handal melalui pengujian dan demonstrasi dalam lingkungan sebenarnya.** Teknologi telah terbukti dapat bekerja/berfungsi dalam kondisi sebagaimana yang direncanakan. Pengembangan teknologi telah memasuki tahap akhir. Contohnya adalah tes perkembangan dan evaluasi sistem dalam sistem senjata untuk menentukan apakah sistem telah memenuhi spesifikasi desainnya. Termasuk pula integrasi teknologi baru ke dalam sistem yang ada. Indikator TKT 8 terdiri dari:

1. Bentuk, kesesuaian dan fungsi komponen kompatibel dengan sistem operasi.
2. Mesin dan peralatan telah diuji dalam lingkungan produksi.
3. Diagram akhir selesai dibuat.
4. Proses fabrikasi diujicobakan pada skala percontohan (*pilot-line* atau LRIP).

5. Uji proses fabrikasi menunjukkan hasil dan tingkat produktifitas yang dapat diterima.
6. Uji seluruh fungsi dilakukan dalam simulasi lingkungan operasi.
7. Semua bahan/material dan peralatan tersedia untuk digunakan dalam produksi.
8. Sistem memenuhi kualifikasi melalui test dan evaluasi.
9. Siap untuk produksi skala penuh (kapasitas penuh).

3.2.9. Tingkat Kesiapterapan Teknologi 9

Status pengembangan teknologi: **Sistem benar-benar teruji/terbukti melalui keberhasilan pengoperasian.** Aplikasi teknologi secara nyata telah mencapai bentuk akhir dan sukses beroperasi pada kondisi sebenarnya sebagaimana hasil pengujian dan evaluasi operasional. Tahap ini merupakan akhir dari keseluruhan pengembangan teknologi. Indikator TKT 9 terdiri dari:

1. Konsep operasional telah benar-benar dapat diterapkan.
2. Perkiraan investasi teknologi sudah dibuat.
3. Tidak ada perubahan desain yang signifikan.
4. Teknologi telah teruji pada kondisi sebenarnya.
5. Produktivitas pada tingkat stabil.
6. Semua dokumentasi telah lengkap.
7. Estimasi harga produksi dibandingkan kompetitor telah diketahui.
8. Teknologi kompetitor diketahui.

3.3. Tingkat Kesiapterapan Teknologi Lingkup Balitbangan

3.3.1. Benih/Bibit Unggul Varietas Tanaman dan Galur Ternak

3.3.1.a. Varietas Tanaman

Tabel 1. Tingkat Kesiapterapan Teknologi Varietas Tanaman: TKT 1

Indikator		Persentase Keterpenuhan Indikator				
(1)		(2)				
Indikator TKT 1 Prinsip Dasar dari Teknologi telah Diteliti dan Dilaporkan (Proposal RPTP)		20%	40%	60%	80%	100%
1	Teori dasar (genetika/pemuliaan tanaman) dan metode seleksi yang akan digunakan pada perakitan varietas tanaman (baru) telah ditentukan					
2	Studi literatur (teori dan HKI/PVT pada penelitian-penelitian terdahulu) terkait dengan tujuan perakitan varietas baru telah dilakukan					
3	Hipotesis sudah ditetapkan sebelum dilakukan penelitian					
RATA-RATA NILAI PERSENTASE KETERPENUHAN INDIKATOR TKT 1						

Tabel 2. Tingkat Kesiapterapan Teknologi Varietas Tanaman: TKT 2

Indikator		Persentase Keterpenuhan Indikator				
(1)		(2)				
Indikator TKT 2 Formulasi Konsep dan/atau Aplikasi Formulasi (Rancangan dan Metode Penelitian, ROPP)		20%	40%	60%	80%	100%
1	Peralatan dan metode yang akan digunakan telah teridentifikasi					
2	Literatur (teoritis/empiris) terkait perakitan varietas baru yang akan dikembangkan telah terpilih dan siap untuk digunakan					
3	Metode pemuliaan yang akan digunakan telah teridentifikasi secara teoritis dan empiris					
4	Tetua persilangan atau sumber					

Indikator		Persentase Keterpenuhan Indikator				
(1)		(2)				
	gen untuk karakter target telah diketahui					
5	Rancangan persilangan, metode seleksi, dan metode skrining yang akan digunakan dalam proses perakitan varietas telah dikuasai dan dipahami					
6	Sifat genetik (pola pewarisan dan aksi gen) dari karakter yang akan diperbaiki sudah diketahui					
7	Evaluasi dilakukan terhadap karakter target yang akan diperbaiki					
8	Gen yang mengendalikan suatu karakter target dapat diekspresikan dengan baik					
9	Peralatan yang digunakan harus valid dan reliable					
10	Tahapan eksperimen yang akan dilakukan telah diketahui					
RATA-RATA NILAI PERSENTASE KETERPENUHAN INDIKATOR TKT 2						

Tabel 3. Tingkat Kesiapterapan Teknologi Varietas Tanaman: TKT 3

Indikator		Persentase Keterpenuhan Indikator				
(1)		(2)				
Indikator TKT 3. Pembuktian Konsep, Fungsi dan/atau Karakteristik Penting Secara Analitis dan Eksperimental (Kegiatan Penelitian Mulai Dilaksanakan)		20%	40%	60%	80%	100%
1	Studi genetik mendukung prediksi kemajuan karakter target telah dilakukan pada penelitian-penelitian sebelumnya					
2	Peluang keberhasilan perbaikan karakter target dapat diprediksi					
3	Telah dilakukan kegiatan pemuliaan (persilangan, mutasi, dan kegiatan pemuliaan lainnya) serta dihasilkan nomor-nomor hasil persilangan atau hasil metode lainnya					
4	Telah dilakukan evaluasi, skrining (<i>phenotypic/genotypic</i>) dan uji da-					

Tabel 5. Tingkat Kesiapterapan Teknologi Varietas Tanaman: TKT 5

Indikator (1)		Persentase Keterpenuhan Indikator (2)				
Indikator TKT 5 Validasi Komponen/Sub Sistem dalam Suatu Lingkungan yang Relevan (Validasi Calon Varietas dalam Lingkungan Target)		20%	40%	60%	80%	100%
1	Dilakukan uji preferensi pada petani					
2	Galur-galur hasil pemuliaan telah terpilih					
3	Galur hasil pemuliaan siap diuji pada lingkungan target					
4	Keunggulan galur-galur hasil pemuliaan telah diidentifikasi berdasarkan seleksi di lingkungan target					
5	Penelitian untuk menyusun teknik budidaya calon varietas baru telah dilakukan					
RATA-RATA NILAI PERSENTASE KETERPENUHAN INDIKATOR TKT 5						

Tabel 6. Tingkat Kesiapterapan Teknologi Varietas Tanaman TKT 6

Indikator		Persentase Keterpenuhan Indikator				
(1)		(2)				
Indikator TKT 6 Demonstrasi Model atau Prototipe Sistem/Sub Sistem dalam Lingkungan yang Relevan (Pengujian dan Demonstrasi Galur Harapan pada Lingkungan Target yang Terkendali)		20%	40%	60%	80%	100%
1	Kondisi lingkungan pengujian telah diketahui					
2	Galur-galur yang diuji menunjukkan keunggulan dibandingkan varietas pembanding yang digunakan dan data yang dihasilkan menunjukkan akurasi yang tinggi serta layak digunakan untuk pengusulan pelepasan/ <i>launching</i> dan/atau pendaftaran perlindungan varietas tanaman					
3	Galur-galur yang diusulkan telah direkomendasikan untuk dilepas/ <i>launching</i>					
4	Perencanaan perbenihan atas galur-galur yang siap dilepas telah dilakukan					
5	Unit Produksi Benih Sumber (UPBS) mulai memproduksi benih sumber varietas baru yang dihasilkan					
6	Produksi benih inti dan benih penjenis telah dilakukan					
RATA-RATA NILAI PERSENTASE KETERPENUHAN INDIKATOR TKT 6						

Tabel 7. Tingkat Kesiapterapan Teknologi Varietas Tanaman: TKT 7

Indikator		Persentase Keterpenuhan Indikator				
(1)		(2)				
Indikator TRL 7 Demonstrasi Prototipe Sistem dalam Lingkungan Sebenarnya (Demonstrasi Plot di Lahan Petani)		20%	40%	60%	80%	100%
1	Benih dasar dan benih pokok mulai diproduksi sesuai standar operasional prosedur yang berlaku					
2	Balai Pengawasan dan Sertifikasi Benih menyetujui untuk memberikan sertifikat terhadap benih yang dihasilkan					
3	Benih dasar dan benih pokok bersertifikat tersedia dalam jumlah memadai untuk keperluan demonstrasi plot					
4	Demonstrasi plot dilakukan di beberapa sentra produksi					
5	Anjuran wilayah pengembangan telah ditetapkan					
6	Perhitungan perkiraan biaya produksi benih telah divalidasi					
7	Produsen benih telah mengenal dan memahami karakteristik varietas baru dan dapat melakukan produksi benih sesuai SOP yang telah ditetapkan					
8	SOP produksi benih dan/atau teknik budidaya varietas baru dapat diterapkan dengan baik					
9	Varietas unggul baru menunjukkan keunggulan di beberapa daerah sentra produksi					
10	Siap produksi massal untuk diseminasi varietas baru pada skala lebih luas					
RATA-RATA NILAI PERSENTASE KETERPENUHAN INDIKATOR TKT 7						

Tabel 8. Tingkat Kesiapterapan Teknologi Varietas Tanaman: TKT 8

Indikator (1)		Persentase Keterpenuhan Indikator (2)				
Indikator TKT 8 Sistem Telah Lengkap dan Handal Melalui Pengujian dan Demonstrasi dalam Lingkungan yang Sebenarnya (Demfarm Varietas dan Teknik Budidaya dalam Lingkungan yang Sebenarnya)		20%	40%	60%	80%	100%
1	Varietas sesuai dengan preferensi konsumen (petani, pedagang, dan konsumen lainnya)					
2	Teknologi budidaya spesifik varietas telah teridentifikasi					
3	Berdasarkan produktivitas pada demfarm, varietas baru dapat dinyatakan layak untuk dikomersialisasikan					
4	Seluruh proses diseminasi atas varietas baru yang dihasilkan, dilakukan pada lingkungan target pada skala yang lebih luas					
5	Semua faktor produksi dan peralatan tersedia untuk digunakan dalam produksi benih varietas baru					
6	Benih varietas baru yang dihasilkan siap dikomersialisasikan					
RATA-RATA NILAI PERSENTASE KETERPENUHAN INDIKATOR TKT 8						

Tabel 9. Tingkat Kesiapterapan Teknologi Varietas Tanaman: TKT 9

Indikator		Persentase Keterpenuhan Indikator				
(1)		(2)				
Indikator TKT 9 Sistem Benar-Benar Teruji/Terbukti Melalui Keberhasilan Pengoperasian (Sistem Produksi Spesifik Varietas Sudah Teruji Melalui Keberhasilan Demfarm)		20%	40%	60%	80%	100%
1	Standar Operasional Prosedur dapat diterapkan					
2	Program pengembangan benih varietas baru sudah dibuat					
3	Tidak ada perubahan karakteristik varietas baru yang signifikan (varietas baru telah menunjukkan kinerja yang stabil dan seragam)					
4	Varietas baru telah teruji pada lingkungan target					
5	Tingkat produktivitas varietas baru sudah stabil					
6	Semua dokumentasi varietas baru telah lengkap					
7	Prospek bisnis varietas baru telah dibuat					
8	Teknologi kompetitor varietas baru telah diketahui					
RATA-RATA NILAI PERSENTASE KETERPENUHAN INDIKATOR TKT 9						

3.3.1.b. Galur Ternak

**Tabel 10. Tingkat Kesiapterapan Teknologi Galur/Rumpun Ternak:
TKT 1**

Indikator (1)		Persentase Keterpenuhan Indikator (2)				
Indikator TKT 1 Prinsip Dasar dari Teknologi telah Diteliti dan Dilaporkan (Proposal RPTP)		20%	40%	60%	80%	100%
1	Teori dasar (genetika/pemuliaan ternak) dan metode pemuliaan yang akan digunakan pada perakitan galur/rumpun ternak (baru) telah ditentukan					
2	Studi literatur (teori dan perakitan galur ternak pada penelitian terdahulu) terkait dengan tujuan perakitan galur/rumpun ternak baru telah dilakukan					
3	Hipotesis sudah ditetapkan sebelum penelitian					
RATA-RATA NILAI PERSENTASE KETERPENUHAN INDIKATOR TKT 1						

**Tabel 11. Tingkat Kesiapterapan Teknologi Galur/Rumpun Ternak:
TKT 2**

Indikator (1)		Persentase Keterpenuhan Indikator (2)				
Indikator TKT 2 Formulasi Konsep dan/atau Aplikasi Formulasi (Rancangan dan Metode Penelitian, ROPP)		20%	40%	60%	80%	100%
1	Peralatan dan metode yang akan digunakan telah teridentifikasi					
2	Literatur (teoritis/empiris) terkait perakitan Galur/Rumpun ternak baru yang akan dikembangkan telah terpilih dan siap untuk digunakan					
3	Metode pemuliaan yang akan digunakan telah teridentifikasi secara teoritis dan empiris					
4	Materi pemuliaan untuk karakter target telah diketahui					

Indikator		Persentase Keterpenuhan Indikator				
(1)		(2)				
5	Rancangan perkawinan, metode seleksi, dan metode skrining yang akan digunakan dalam proses perakitan galur/rumpun ternak telah dikuasai dan dipahami					
6	Parameter genetik (pola pewarisan dan aksi gen) dari karakter yang akan diperbaiki sudah diketahui					
7	Evaluasi dilakukan terhadap parameter genetik khususnya terhadap karakter target					
8	Evaluasi dilakukan terhadap kesesuaian metode pemuliaan yang digunakan					
9	Peralatan yang digunakan harus <i>valid</i> dan <i>reliable</i>					
10	Tahapan eksperimen yang akan dilakukan telah diketahui					
RATA-RATA NILAI PERSENTASE KETERPENUHAN INDIKATOR TKT 2						

**Tabel 12. Tingkat Kesiapterapan Teknologi Galur/Rumpun Ternak:
TKT 3**

Indikator		Persentase Keterpenuhan Indikator				
(1)		(2)				
Indikator TKT 3 Pembuktian Konsep, fungsi dan/atau Karakteristik Penting Secara Analitis dan Eksperimental (Kegiatan Penelitian Mulai Dilaksanakan)		20%	40%	60%	80%	100%
1	Studi genetik mendukung prediksi kemajuan karakter target telah dilakukan pada penelitian-penelitian sebelumnya					
2	Peluang keberhasilan perbaikan karakter target dapat diprediksi					
3	Telah dilakukan kegiatan pemuliaan (persilangan, seleksi, dan kegiatan pemuliaan lainnya) serta dihasilkan keturunannya					
4	Telah dilakukan evaluasi (<i>phenotypic/genotypic</i>) dan uji performan terhadap galur/rumpun ternak hasil pemuliaan di laboratorium atau lapangan					
5	Galur/rumpun ternak yang dihasilkan layak secara ilmiah (eksperimen dan analisis)					
RATA-RATA NILAI PERSENTASE KETERPENUHAN INDIKATOR TKT 3						

**Tabel 13. Tingkat Kesiapterapan Teknologi Galur/Rumpun Ternak:
TKT 4**

Indikator		Persentase Keterpenuhan Indikator				
(1)		(2)				
Indikator TKT 4 Validasi Komponen/Subsistem dalam Lingkungan Laoratorium (Validasi Hasil Pemuliaan pada Lingkungan Pengujian)		20%	40%	60%	80%	100%
1	Target pemuliaan telah ditentukan					
2	Uji laboratorium/lapangan galur hasil pemuliaan telah dilakukan					
3	Persyaratan sistem untuk aplikasi menurut pengguna telah diketahui (keinginan adopter)					

4	Hasil percobaan laboratorium/lapangan menunjukkan bahwa galur/rumpun ternak hasil pemuliaan memiliki keunggulan tertentu					
5	Dilakukan uji performan galur/rumpun ternak pemuliaan di lingkungan target					
6	Bibit/benih hasil pemuliaan telah tersedia dalam jumlah cukup untuk proses pengembangan selanjutnya					
7	Penelitian komponen sistem produksi (nutrisi, <i>biosecurity</i> , dan komponen lainnya) telah dilakukan					
8	Seluruh karakter target pada galur/rumpun ternak hasil pemuliaan telah terintegrasi dan stabil					
RATA-RATA NILAI PERSENTASE KETERPENUHAN INDIKATOR TKT 4						

**Tabel 14. Tingkat Kesiapterapan Teknologi Galur/Rumpun Ternak:
TKT 5**

Indikator		Persentase Keterpenuhan Indikator				
(1)		(2)				
Indikator TKT 5						
Validasi Komponen/Sub Sistem dalam Suatu Lingkungan yang Relevan (Validasi Calon Galur/Rumpun Ternak dalam Lingkungan Target)		20%	40%	60%	80%	100%
1	Persiapan perangkat keras produksi (kandang, mesin tetas, <i>biosecurity</i> , dan perangkat lainnya) telah dilakukan					
2	Dilakukan uji preferensi pada peternak dan pelaku pasar					
3	Galur/rumpun ternak hasil pemuliaan telah terpilih					
4	Peralatan dan mesin pendukung telah diuji coba di laboratorium					
5	Galur/rumpun ternak hasil pemuliaan siap diuji pada lingkungan target					
6	Keunggulan galur/rumpun ternak hasil pemuliaan telah diidentifikasi berdasarkan performen di lingkungan target					
7	Penelitian untuk menyusun teknik budidaya calon galur/rumpun ternak baru telah dilakukan					

8	Proses produksi bibit/benih galur/rumpun ternak baru telah di-review oleh bagian produksi bibit/benih					
RATA-RATA NILAI PERSENTASE KETERPENUHAN INDIKATOR TKT 5						

Tabel 15. Tingkat Kesiapterapan Teknologi Galur/Rumpun Ternak: TKT 6

Indikator		Persentase Keterpenuhan Indikator				
(1)		(2)				
Indikator TKT 6 Demonstrasi Model atau Prototipe Sistem/Sub Sistem dalam Lingkungan yang Relevan (Pengujian dan Demonstrasi Galur/Rumpun Ternak Harapan pada Lingkungan Terkendal)		20%	40%	60%	80%	100%
1	Kondisi lingkungan pengujian telah diketahui					
2	Galur/rumpun ternak yang diuji menunjukkan keunggulan dibandingkan galur/rumpun ternak pembandingan yang digunakan dan data yang dihasilkan menunjukkan akurasi yang tinggi serta layak digunakan untuk pengusulan pelepasan					
3	Galur/rumpun ternak yang diusulkan telah direkomendasikan untuk dilepas/ <i>launching</i> secara nasional					
4	Perencanaan Perbanyakan ternak hasil pemuliaan telah dilakukan					
5	Unit produksi benih/bibit sumber (UPBS) menyetujui untuk memproduksi benih/bibit, galur/rumpun ternak baru yang dihasilkan					
6	Produksi benih/bibit tingkat GPS telah dilakukan					
RATA-RATA NILAI PERSENTASE KETERPENUHAN INDIKATOR TKT 6						

**Tabel 16. Tingkat Kesiapterapan Teknologi Galur/Rumpun Ternak:
TKT 7**

Indikator		Persentase Keterpenuhan Indikator				
(1)		(2)				
Indikator TRL 7 Demonstrasi Prototipe Sistem dalam Lingkungan Sebenarnya (Demonstrasi Plot di Tingkat Peternak)		20%	40%	60%	80%	100%
1	Demonstrasi plot dilakukan di beberapa lokasi calon pengguna					
2	Anjuran wilayah pengembangan telah ditetapkan					
3	Peralatan, proses, metode dan sistem produksi mulai diujicobakan					
4	Perhitungan perkiraan biaya produksi bibit/benih telah divalidasi					
5	Produsen benih telah mengenal dan memahami karakteristik galur baru dan dapat melakukan produksi bibit/benih galur/rumpun ternak baru sesuai SOP yang telah ditetapkan					
6	SOP produksi bibit/benih galur/rumpun ternak baru dan teknik budidaya dapat diterapkan dengan baik					
7	Galur/rumpun ternak baru menunjukkan keunggulan di lokasi demplot					
8	Bibit/benih ternak yang baru siap diproduksi untuk diseminasi pada skala lebih luas					
RATA-RATA NILAI PERSENTASE KETERPENUHAN INDIKATOR TKT 7						

**Tabel 17. Tingkat Kesiapterapan Teknologi Galur/Rumpun Ternak:
TKT 8**

Indikator		Persentase Keterpenuhan Indikator				
(1)		(2)				
Indikator TKT 8						
Sistem Telah Lengkap dan Handal Melalui Pengujian dan Demonstrasi dalam Lingkungan yang Sebenarnya (Demfarm Galur/Rumpun Ternak dan Teknik Budidaya dalam Lingkungan yang Sebenarnya)		20%	40%	60%	80%	100%
1	Galur/rumpun ternak baru sesuai dengan preferensi konsumen (peternak, pedagang dan konsumen lainnya)					
2	Teknologi budidaya galur/rumpun ternak baru spesifik lokasi telah teridentifikasi					
3	Seluruh proses diseminasi galur/rumpun ternak baru telah dilakukan pada lingkungan target					
4	Semua faktor produksi dan peralatan tersedia untuk digunakan dalam produksi bibit/benih galur/rumpun ternak baru					
5	Bibit/benih galur/rumpun ternak baru yang dihasilkan siap dikomersialisasikan					
RATA-RATA NILAI PERSENTASE KETERPENUHAN INDIKATOR TKT 8						

**Tabel 18. Tingkat Kesiapterapan Teknologi Galur/Rumpun Ternak:
TKT 9**

Indikator (1)		Persentase Keterpenuhan Indikator (2)				
Indikator TKT 9 Sistem Benar-Benar Teruji/Terbukti Melalui Keberhasilan Pengoperasian (Sistem Produksi Spesifik Galur/Rumpun Ternak Sudah Teruji Melalui Proses Diseminasi)		20%	40%	60%	80%	100%
1	Standar Operasional Prosedur dapat diterapkan					
2	Program pengembangan galur/rumpun ternak baru sudah dibuat					
3	Tidak ada perubahan karakteristik galur/rumpun ternak baru yang signifikan					
4	Galur/rumpun ternak baru telah teruji pada lingkungan target					
5	Tingkat produktivitas galur/rumpun ternak baru sudah stabil					
6	Semua dokumentasi galur/rumpun ternak baru telah lengkap					
7	Prospek bisnis galur/rumpun ternak baru telah dibuat					
8	Teknologi kompetitor galur/rumpun ternak baru telah diketahui					
RATA-RATA NILAI PERSENTASE KETERPENUHAN INDIKATOR TKT9						

3.3.2. Pupuk

Tabel 19. Tingkat Kesiapterapan Teknologi Pupuk (Anorganik, Organik, Hayati, dan Pembenah Tanah): TKT 1

Indikator		Persentase Keterpenuhan Indikator				
(1)		(2)				
Indikator TKT 1 Prinsip Dasar dari Teknologi yang Telah Diteliti dan Dilaporkan (Proposal RPTP)		20%	40%	60%	80%	100%
1	Asumsi dan hukum dasar (fisika/kimia/biologi) yang akan digunakan pada teknologi (baru) telah ditentukan					
2	Studi literatur (Teori ilmiah dan HKI/Paten pada penelitian-penelitian terdahulu) tentang prinsip dasar teknologi baru yang akan dikembangkan telah dilakukan					
3	Hipotesis sudah ditetapkan sebelum dilakukan penelitian					
RATA-RATA NILAI PERSENTASE KETERPENUHAN INDIKATOR TKT 1						

Tabel 20. Tingkat Kesiapterapan Teknologi Pupuk (Anorganik, Organik, Hayati, dan Pembenah Tanah): TKT 2

Indikator		Persentase Keterpenuhan Indikator				
(1)		(2)				
Indikator TKT 2 Formulasi konsep dan/atau aplikasi formulasi (Rancangan dan Metode Penelitian, ROPP)		20%	40%	60%	80%	100%
1	Peralatan, bahan dan metode yang akan digunakan telah teridentifikasi					
2	Studi literatur (teoritis/empiris) teknologi yang akan dikembangkan memungkinkan untuk digunakan					
3	Desain secara teoritis dan empiris telah teridentifikasi					
4	Elemen-elemen dasar dari teknologi yang akan dikembangkan telah diketahui					
5	Karakterisasi komponen teknologi yang akan dikembangkan telah dipahami dan dikuasai					

Indikator		Persentase Keterpenuhan Indikator				
(1)		(2)				
6	Kinerja dari masing-masing elemen penyusun teknologi yang akan dikembangkan telah diprediksi					
7	Penelitian analitik untuk menguji kebenaran prinsip dasarnya					
8	Peralatan yang digunakan harus <i>valid</i> dan <i>reliable</i>					
9	Tahapan eksperimen yang akan dilakukan telah diketahui					
RATA-RATA NILAI PERSENTASE KETERPENUHAN INDIKATOR TKT 2						

Tabel 21. Tingkat Kesiapterapan Teknologi Pupuk (Anorganik, Organik, Hayati, dan Pembenh Tanah): TKT 3

Indikator		Persentase Keterpenuhan indikator				
(1)		(2)				
Indikator TKT 3 Pembuktian Konsep, Fungsi dan/atau Karakteristik Penting Secara Analitis dan Eksperimental (Kegiatan Penelitian Mulai Dilaksanakan)		20%	40%	60%	80%	100%
1	Percobaan laboratorium telah dilakukan untuk menguji kelayakan teknologi pupuk tersebut					
2	Model dan simulasi mendukung prediksi kemampuan elemen-elemen teknologi					
3	Pengembangan teknologi pupuk yang baru sangat dimungkinkan dan dapat disimulasikan					
4	Prediksi kinerja tiap elemen teknologi telah dilakukan dengan penelitian laboratorium					
5	Kinerja komponen-komponen sistem teknologi terbukti dapat bekerja dengan baik melalui eksperimen					
6	Teknologi pupuk yang dihasilkan layak secara ilmiah (simulasi, analitik, dan eksperimen)					
RATA-RATA NILAI PERSENTASE KETERPENUHAN INDIKATOR TKT 3						

Tabel 22. Tingkat Kesiapterapan Teknologi Pupuk (Anorganik, Organik, Hayati, dan Pembenh Tanah): TKT 4

Indikator		Persentase Keterpenuhan indikator				
(1)		(2)				
Indikator TKT 4 Validasi Komponen/Subsistem Dalam Lingkungan Laboratorium/Lapang (Validasi Teknologi Pupuk pada Lingkungan Pengujian)		20%	40%	60%	80%	100%
1	Uji laboratorium/lapang kompone- komponen secara terpisah telah dilakukan					
2	Mekanisme kerja komponen tek- nologi pupuk menurut pengguna telah diketahui					
3	Hasil percobaan laboratorium/la- pang terhadap komponen-kom- ponen teknologi pupuk menun- jukkan bahwa kinerja komponen tersebut telah efektif					
4	Percobaan fungsi utama teknologi efektif diterapkan dalam ling- kungan yang relevan					
5	Prototipe pupuk telah dibuat pada skala laboratorium					
6	Proses kunci untuk teknologi produksi pupuk telah diidentifikasi dan dikaji di laboratorium					
7	Integrasi sistem teknologi dan rancang bangun skala labora- torium telah selesai					
RATA-RATA NILAI PERSENTASE KETERPENUHAN INDIKATOR TKT 4						

Tabel 23. Tingkat Kesiapterapan Teknologi Pupuk (Anorganik, Organik, Hayati, dan Pembenh Tanah): TKT 5

Indikator		Persentase Keterpenuhan indikator				
(1)		(2)				
Indikator TKT 5 Validasi Komponen/Subsistem dalam Suatu Lingkungan yang Relevan (Validasi Teknologi/Formula Pupuk dalam Lingkungan Target)		20%	40%	60%	80%	100%
1	Formula pupuk skala labotarorium telah dibuat					
2	Peralatan pendukung dalam rekayasa formula pupuk telah diujicoba di laboratorium					
3	Integrasi komponen teknologi/formula pupuk telah selesai dengan akurasi tinggi dan siap diuji di rumah kaca/lapang					
RATA-RATA NILAI PERSENTASE KETERPENUHAN INDIKATOR TKT 5						

Tabel 24. Tingkat Kesiapterapan Teknologi Pupuk (Anorganik, Organik, Hayati, dan Pembenh Tanah): TKT 6

Indikator		Persentase Keterpenuhan Indikator				
(1)		(2)				
Indikator TKT 6 Demonstrasi Model atau Prototipe Sistem/Subsistem dalam Suatu Lingkungan yang Relevan (Pengujian dan Demonstrasi Prototipe pada Lingkungan Target yang Terkendali)		20%	40%	60%	80%	100%
1	Kondisi lingkungan produksi pupuk telah diketahui					
2	Proses produksi pupuk yang telah dirancang dapat disimulasikan pada lingkungan yang sebenarnya					
3	Prototipe pupuk telah teruji dengan akurasi tinggi pada simulasi lingkungan operasional					
4	Hasil uji prototipe pupuk membuktikan layak secara teknis					
RATA-RATA NILAI PERSENTASE KETERPENUHAN INDIKATOR TKT 6						

Tabel 25. Tingkat Kesiapterapan Teknologi Pupuk (Anorganik, Organik, Hayati, dan Pembenh Tanah): TKT 7

Indikator (1)		Persentase Keterpenuhan Indikator (2)				
Indikator TKT 7 Demonstrasi Prototipe Sistem dalam Lingkungan Sebenarnya (Demonstrasi Plot pada Lahan Petani/Mitra Potensial)		20%	40%	60%	80%	100%
1	Peralatan dan teknik produksi pupuk telah diidentifikasi					
2	Proses dan teknik produksi pupuk secara masal mulai diujicobakan dalam skala <i>pilot plant</i>					
3	<i>Quality Control</i> pupuk yang di-produksi telah dilakukan					
4	Perhitungan perkiraan biaya telah divalidasi					
5	Teknologi produksi pupuk skala <i>pilot plant</i> telah dipahami dengan baik					
6	Pupuk telah diujicoba pada skala demplot dan kerjasama dengan mitra potensial telah dibangun					
7	Produksi skala <i>pilot plant</i> telah siap dilaksanakan					
8	Prototipe teknologi Pupuk telah siap untuk didaftarkan paten					
RATA-RATA NILAI PERSENTASE KETERPENUHAN INDIKATOR TKT 7						

Tabel 26. Tingkat Kesiapterapan Teknologi Pupuk (Anorganik, Organik, Hayati, dan Pembenh Tanah): TKT 8

Indikator (1)		Persentase Keterpenuhan Indikator (2)				
Indikator TKT 8 Sistem Telah Lengkap dan Handal Melalui Pengujian dan Demonstrasi dalam Lingkungan Sebenarnya (Demfarm Pupuk dan Teknik Aplikasi dalam Lingkungan yang Sebenarnya)		20%	40%	60%	80%	100%
1	Bentuk, kesesuaian dan fungsi komponen teknologi pupuk kompatibel dengan sistem operasi					
2	SOP produksi pupuk telah dibuat					
3	Proses fabrikasi diujicobakan pada skala percontohan					
4	Uji seluruh fungsi dilakukan dalam simulasi lingkungan operasi					
5	Semua bahan/material dan peralatan tersedia untuk digunakan dalam produksi					
6	Sistem memenuhi kualifikasi melalui <i>quality control</i> internal					
7	Pupuk siap untuk diproduksi skala penuh (kapasitas penuh)					
RATA-RATA NILAI PERSENTASE KETERPENUHAN INDIKATOR TKT 8						

Tabel 27. Tingkat Kesiapterapan Teknologi Pupuk (Anorganik, Organik, Hayati, dan Pembenh Tanah): TKT 9

Indikator		Persentase Keterpenuhan Indikator				
(1)		(2)				
Indikator TKT 9 Sistem Benar-Benar Teruji/Terbukti Melalui Keberhasilan Pengoperasian (Sistem Produksi Pupuk Sudah Teruji Melalui Keberhasilan Demfarm)		20%	40%	60%	80%	100%
1	Konsep operasional telah dapat diterapkan dalam sistem produksi					
2	Perkiraan investasi teknologi pupuk sudah dibuat					
3	Tidak ada perubahan metode teknologi produksi pupuk yang signifikan					
4	Teknologi telah teruji pada kondisi lingkungan yang sebenarnya					
5	Tingkat produktivitas pupuk telah stabil					
6	Semua dokumentasi telah lengkap (termasuk dokumen hasil-hasil penelitian dan HKI)					
7	Prospek bisnis pupuk telah dibuat					
8	Teknologi dan harga pupuk kompetitor telah diketahui					
RATA-RATA NILAI PERSENTASE KETERPENUHAN INDIKATOR TKT9						

3.3.3. Pestisida

Tabel 28. Tingkat Kesiapterapan Teknologi Pestisida (Biopestisida, Pestisida Kimia, Atraktan, Zat Pengatur Tumbuh): TKT 1

Indikator (1)		Persentase Keterpenuhan Indikator (2)				
Indikator TKT 1 Prinsip Dasar dari Teknologi telah Diteliti dan Dilaporkan (Proposal RPTP)		20%	40%	60%	80%	100%
1	Teori dasar dan metode yang akan digunakan dalam pembuatan formula dan proses pembuatan pestisida atau produk lainnya telah diidentifikasi					
2	Studi literatur (teori ilmiah dan HKI/Paten pada penelitian-penelitian terdahulu) terkait dengan tujuan penelitian/pembuatan inventi pestisida telah dilakukan					
3	Hipotesis sudah ditetapkan sebelum dilakukan penelitian					
RATA-RATA NILAI PERSENTASE KETERPENUHAN INDIKATOR TKT 1						

Tabel 29. Tingkat Kesiapterapan Teknologi Pestisida (Biopestisida, Pestisida Kimia, Atraktan, Zat Pengatur Tumbuh): TKT2

Indikator (1)		Persentase Keterpenuhan Indikator (2)				
Indikator TKT 2 Formulasi Konsep dan/atau Aplikasi Formulasi (Rancangan dan Metode Penelitian, ROPP)		20%	40%	60%	80%	100%
1	Peralatan dan metode yang akan digunakan telah teridentifikasi					
2	Studi Literatur (teoritis/empiris) teknologi yang akan dikembangkan memungkinkan untuk digunakan					
3	Bahan aktif dan bahan pembawa pestisida telah teridentifikasi					
4	Formulasi secara teoritis dan empiris telah teridentifikasi					
5	Sasaran bahan aktif terhadap patogen dan keamanan lingkungan (tanaman dan hewan) telah teridentifikasi					

Indikator		Persentase Keterpenuhan Indikator				
(1)		(2)				
6	Kinerja dari masing-masing elemen penyusun teknologi pestisida yang akan dikembangkan telah diprediksi					
7	Analisis awal menunjukkan bahwa fungsi utama teknologi pestisida yang dibutuhkan dapat bekerja dengan baik					
8	Model dan simulasi untuk menguji kebenaran prinsip dasar teknologi pestisida telah ditentukan					
9	Komponen-komponen teknologi pestisida yang akan dikembangkan harus kompatibel satu sama lain					
10	Peralatan yang digunakan harus <i>valid</i> dan <i>reliable</i>					
11	Tahapan eksperimen yang akan dilakukan telah diketahui					
RATA-RATA NILAI PERSENTASE KETERPENUHAN INDIKATOR TKT 2						

Tabel 30. Tingkat Kesiapterapan Teknologi Pestisida (Biopestisida, Pestisida Kimia, Atraktan, Zat Pengatur Tumbuh): TKT 3

Indikator		Persentase Keterpenuhan Indikator				
(1)		(2)				
Indikator TKT 3 Pembuktian Konsep, Fungsi dan/atau Karakteristik Penting Secara Analitis dan Eksperimental (Kegiatan Penelitian Mulai Dilaksanakan)		20%	40%	60%	80%	100%
1	Studi analitik digunakan untuk mendukung kinerja formula pestisida yang akan dikembangkan					
2	Karakteristik/sifat dan kinerja formula pestisida yang akan dikembangkan telah diidentifikasi dan diprediksi					
3	Percobaan laboratorium untuk menguji kelayakan penerapan teknologi pestisida telah dilakukan					
4	Simulasi efektivitas formula pestisida terhadap OPT di laboratorium telah dilakukan					
5	Pengembangan formula pestisida terhadap OPT tertentu dengan menggunakan model matematik sangat dimungkinkan dan dapat disimulasikan					
6	Secara teoritis, empiris dan eksperimen telah diketahui formula pestisida dapat bekerja dengan baik					
7	Teknologi pestisida yang dihasilkan layak secara ilmiah (simulasi, analitik, dan eksperimen)					
RATA-RATA NILAI PERSENTASE KETERPENUHAN INDIKATOR TKT 3						

Tabel 31. Tingkat Kesiapterapan Teknologi Pestisida (Biopestisida, Pestisida Kimia, Atraktan, Zat Pengatur Tumbuh): TKT 4

Indikator		Persentase Keterpenuhan Indikator				
(1)		(2)				
Indikator TKT 4 Validasi Komponen/Subsistem Dalam Lingkungan Laboratorium (Validasi Teknologi Pestisida pada Lingkungan Pengujian)		20%	40%	60%	80%	100%
1	Uji laboratorium bahan aktif pestisida telah dilakukan					
2	Hasil percobaan laboratorium terhadap formula pestisida menunjukkan kinerja elemen formula yang kompatibel dan aman terhadap lingkungan (tanaman dan hewan)					
3	Percobaan fungsi utama teknologi terhadap jenis sasaran OPT efektif diterapkan dalam lingkungan yang relevan					
4	Prototipe teknologi pestisida skala laboratorium telah dibuat					
5	Proses kunci untuk formulasi pestisida telah dikaji di laboratorium					
6	Integrasi sistem teknologi dan formulasi pestisida skala laboratorium telah selesai					
RATA-RATA NILAI PERSENTASE KETERPENUHAN INDIKATOR TKT 4						

Tabel 32. Tingkat Kesiapterapan Teknologi Pestisida (Biopestisida, Pestisida Kimia, Atraktan, Zat Pengatur Tumbuh): TKT 5

Indikator		Persentase Keterpenuhan Indikator				
(1)		(2)				
Indikator TKT 5						
Validasi komponen/subsistem dalam suatu lingkungan yang relevan (Validasi Teknologi/Formula Pestisida dalam Lingkungan Target)		20%	40%	60%	80%	100%
1	Persiapan produksi prototipe pestisida telah dilakukan					
2	Peralatan pendukung dalam rekayasa formula pestisida telah diujicoba di laboratorium					
3	Prototipe pestisida dengan akurasi tinggi, telah siap diuji pada lingkungan terkontrol					
RATA-RATA NILAI PERSENTASE KETERPENUHAN INDIKATOR TKT 5						

Tabel 33. Tingkat Kesiapterapan Teknologi Pestisida (Biopestisida, Pestisida Kimia, Atraktan, Zat Pengatur Tumbuh): TKT 6

Indikator		Persentase Keterpenuhan Indikator				
(1)		(2)				
Indikator TKT 6						
Demonstrasi Model atau Prototipe Sistem/Subsistem dalam Suatu Lingkungan yang Relevan (Uji Multi Lokasi)		20%	40%	60%	80%	100%
(Pengujian dan Demonstrasi Prototipe Pestisida pada Lingkungan Target yang Terkendali)						
1	Aplikasi prototipe pestisida telah diuji pada lingkungan target yang terkendali					
2	Kelayakan teknis dan ekonomis aplikasi pestisida telah diketahui					
3	Hasil Uji membuktikan bahwa prototipe pestisida telah layak secara teknis dan ekonomi					
RATA-RATA NILAI PERSENTASE KETERPENUHAN INDIKATOR TKT 6						

Tabel 34. Tingkat Kesiapterapan Teknologi Pestisida (Biopestisida, Pestisida Kimia, Atraktan, Zat Pengatur Tumbuh): TKT 7

Indikator (1)		Persentase Keterpenuhan Indikator (2)				
Indikator TKT 7 Demonstrasi Prototipe Sistem dalam Lingkungan Sebenarnya (Demonstrasi Plot pada Skala Lapangan)		20%	40%	60%	80%	100%
1	Peralatan, proses, dan metode produksi Pestisida telah diidentifikasi					
2	Proses dan prosedur fabrikasi pestisida telah diujicobakan pada skala <i>pilot plan</i>					
3	Perlengkapan proses produksi dan peralatan uji telah diujicobakan					
4	Peralatan, metode dan prosedur kerja telah dikembangkan dan mulai diujicobakan					
5	Perhitungan perkiraan biaya produksi pestisida telah divalidasi					
6	Proses fabrikasi secara umum telah dipahami dengan baik					
7	Hampir semua fungsi produksi pestisida dapat diterapkan dalam skala industri					
8	Prototipe pestisida telah didemonstrasikan pada lingkungan yang sebenarnya					
9	Prototipe pestisida telah teruji pada ujicoba lapangan					
10	Produksi pestisida pada tahap awal telah siap dilakukan					
11	Prototipe teknologi Pestisida telah siap untuk didaftarkan paten					
RATA-RATA NILAI PERSENTASE KETERPENUHAN INDIKATOR TKT 7						

Tabel 35. Tingkat Kesiapterapan Teknologi Pestisida (Biopestisida, Pestisida Kimia, Atraktan, Zat Pengatur Tumbuh): TKT 8

Indikator		Persentase Keterpenuhan Indikator				
(1)		(2)				
Indikator TKT 8 Sistem Telah Lengkap dan Handal Melalui Pengujian dan Demonstrasi dalam Lingkungan Sebenarnya (Demfarm Pestisida dan Teknik Aplikasi dalam Lingkungan yang Sebenarnya)		20%	40%	60%	80%	100%
1	Formula pestisida telah sesuai dengan sistem operasi					
2	Pestisida telah diuji pada demfarm lingkungan sebenarnya					
3	Proses produksi pestisida telah diujicobakan pada skala <i>pilot plant</i>					
4	Uji proses fabrikasi pestisida menunjukkan hasil dengan tingkat produktivitas yang dapat diterima					
5	Semua bahan/material dan peralatan tersedia dalam proses produksi pestisida					
6	Sistem memenuhi kualifikasi melalui test dan evaluasi					
7	Pestisida siap untuk diproduksi skala penuh (kapasitas penuh)					
RATA-RATA NILAI PERSENTASE KETERPENUHAN INDIKATOR TKT 8						

Tabel 36. Tingkat Kesiapterapan Teknologi Pestisida (Biopestisida, Pestisida Kimia, Atraktan, Zat Pengatur Tumbuh): TKT 9

Indikator		Persentase Keterpenuhan Indikator				
(1)		(2)				
Indikator TKT 9 Sistem Benar-Benar Teruji/Terbukti Melalui Keberhasilan Pengoperasian (Sistem Produksi Pestisida Sudah Teruji Melalui Keberhasilan Demfarm)		20%	40%	60%	80%	100%
1	Konsep operasional telah dapat diterapkan dalam sistem produksi					
2	Perkiraan investasi teknologi pestisida sudah dibuat					
3	Tidak ada perubahan metode teknologi produksi pestisida yang signifikan					
4	Teknologi telah teruji pada kondisi lingkungan yang sebenarnya					

Indikator		Persentase Keterpenuhan Indikator				
(1)		(2)				
5	Tingkat produktivitas pestisida telah stabil					
6	Semua dokumentasi telah lengkap (termasuk dokumen hasil-hasil penelitian dan HKI)					
7	Prospek bisnis pestisida telah dibuat					
8	Teknologi dan harga pestisida kompetitor telah diketahui					
RATA-RATA NILAI PERSENTASE KETERPENUHAN INDIKATOR TKT 9						

3.3.4. Obat-obatan

Tabel 37. Tingkat Kesiapterapan Teknologi Obat-obatan (Produk Vetriner, Obat Hewan dan Obat lainnya): TKT 1

Indikator		Persentase Keterpenuhan Indikator				
(1)		(2)				
Indikator TKT 1						
Prinsip Dasar dari Teknologi Telah Diteliti dan Dilaporkan (Proposal RTP)		20%	40%	60%	80%	100%
1	Teori dasar dan metode yang akan digunakan dalam pembuatan formula dan proses pembuatan produk veteriner dan obat lainnya telah diidentifikasi					
2	Studi literatur (teori ilmiah dan HKI/Paten pada penelitian-penelitian terdahulu) tentang prinsip dasar teknologi veteriner dan obat lainnya yang akan dikembangkan telah dilakukan					
3	Tujuan dan Hipotesis sudah ditetapkan sebelum dilakukan penelitian					
RATA-RATA NILAI PERSENTASE KETERPENUHAN INDIKATOR TKT 1						

Tabel 38. Tingkat Kesiapterapan Teknologi Obat-obatan (Produk Vetriner, Obat Hewan dan Obat lainnya): TKT 2

Indikator		Persentase Keterpenuhan Indikator				
(1)		(2)				
Indikator TKT 2 Formulasi Konsep dan/atau Aplikasi Formulasi (Rancangan dan Metode Penelitian, ROPP)		20%	40%	60%	80%	100%
1	Peralatan yang digunakan telah diidentifikasi dan harus <i>valid</i> dan <i>reliable</i>					
2	Desain secara teoritis dan empiris telah teridentifikasi					
3	Elemen-elemen dasar dari teknologi veteriner dan obat lainnya yang akan dikembangkan telah diketahui					
4	Karakterisasi dan kinerja komponen (elemen) teknologi veteriner dan obat lainnya yang akan dikembangkan telah diprediksi, dikuasai, dan dipahami					
5	Analisis awal menunjukkan bahwa fungsi utama teknologi veteriner dan obat lainnya yang akan dikembangkan dapat bekerja dengan baik					
6	Model dan simulasi skala laboratorium untuk menguji kebenaran prinsip dasar teknologi veteriner dan obat lainnya telah ditentukan					
7	Komponen-komponen teknologi veteriner dan obat lainnya yang akan dikembangkan, secara terpisah dapat bekerja dengan baik					
8	Tahapan eksperimen yang akan dilakukan telah diketahui					
RATA-RATA NILAI PERSENTASE KETERPENUHAN INDIKATOR TKT 2						

Tabel 39. Tingkat Kesiapterapan Teknologi Obat-obatan (Produk Vetriner, Obat Hewan dan Obat lainnya): TKT 3

Indikator		Persentase Keterpenuhan Indikator				
(1)		(2)				
Indikator TKT 3 Pembuktian Konsep, Fungsi dan/atau Karakteristik Penting dalam Analisis dan Eksperimental (Kegiatan Penelitian Mulai Dilaksanakan)		20%	40%	60%	80%	100%
1	Studi analitis digunakan untuk mendukung prediksi kinerja elemen-elemen teknologi veteriner dan obat lainnya					
2	Penelitian laboratorium digunakan untuk mendukung prediksi kemampuan elemen-elemen teknologi veteriner dan obat lainnya					
3	Percobaan laboratorium untuk menguji kelayakan penerapan teknologi veteriner dan obat lainnya telah dilakukan					
4	Secara teoritis, empiris dan eksperimen telah diketahui komponen-komponen sistem teknologi veteriner dan obat lainnya dapat bekerja dengan baik					
5	Teknologi veteriner dan obat lainnya yang dihasilkan layak secara ilmiah (simulasi, analitik dan eksperimen)					
RATA-RATA NILAI PERSENTASE KETERPENUHAN INDIKATOR TKT 3						

Tabel 40. Tingkat Kesiapterapan Teknologi Obat-obatan (Produk Vetriner, Obat Hewan dan Obat lainnya): TKT 4

Indikator		Persentase Keterpenuhan Indikator				
(1)		(2)				
Indikator TKT 4						
Validasi Komponen/Subsistem dalam Lingkungan Laboratorium (Validasi Teknologi Veteriner dan Obat Lainnya pada Lingkungan Pengujian)		20%	40%	60%	80%	100%
1	Uji laboratorium komponen-komponen teknologi veteriner dan obat lainnya secara terpisah telah dilakukan					
2	Hasil percobaan laboratorium terhadap komponen-komponen teknologi veteriner dan obat lainnya menunjukkan bahwa komponen tersebut dapat beroperasi					
3	Percobaan fungsi utama teknologi veteriner dan obat lainnya telah dilakukan di lingkungan yang relevan					
4	Prototipe teknologi veteriner dan obat lainnya skala laboratorium telah dibuat					
RATA-RATA NILAI PERSENTASE KETERPENUHAN INDIKATOR TKT 4						

Tabel 41. Tingkat Kesiapterapan Teknologi Obat-obatan (Produk Vetriner, Obat Hewan dan Obat lainnya): TKT 5

Indikator		Persentase Keterpenuhan Indikator				
(1)		(2)				
Indikator TKT 5						
Validasi Komponen/subsistem dalam suatu Lingkungan yang Relevan (Validasi Teknologi/Formulasi Vetriner dan Obat Lainnya dalam Lingkungan Target)		20%	40%	60%	80%	100%
1	Prototipe teknologi veteriner dan obat lainnya telah dibuat					
2	Prototipe dengan akurasi tinggi, telah siap diuji pada lingkungan terkontrol					
3	Beberapa produk veteriner dan obat lainnya memerlukan modifikasi kondisi laboratorium sehingga mirip dengan lingkungan yang sesungguhnya					
RATA-RATA NILAI PERSENTASE KETERPENUHAN INDIKATOR TKT 5						

Tabel 42. Tingkat Kesiapterapan Teknologi Obat-obatan (Produk Vetriner, Obat Hewan dan Obat lainnya): TKT 6

Indikator		Persentase Keterpenuhan Indikator				
(1)		(2)				
Indikator TKT 6		20%	40%	60%	80%	100%
Demonstrasi Model Atau Prototipe Sistem/Subsistem dalam Suatu Lingkungan Yang Relevan (Uji Multi Lokasi/Validasi Lapang) (Pengujian dan Demonstrasi Prototipe Veteriner dan Obat Lainnya pada Lingkungan Target yang Terkendali)						
1	Aplikasi prototipe teknologi veteriner dan obat lainnya telah diuji pada lingkungan yang terkendali					
2	Prototipe telah teruji dengan akurasi yang tinggi di laboratorium pada simulasi lingkungan operasional di lingkungan yang terkendali					
3	Hasil Uji multi lokasi/validasi lapang membuktikan bahwa prototipe teknologi veteriner dan obat lainnya telah layak secara teknis dan ekonomi					
RATA-RATA NILAI PERSENTASE KETERPENUHAN INDIKATOR TKT 6						

Tabel 43. Tingkat Kesiapterapan Teknologi Obat-obatan (Produk Vetriner, Obat Hewan dan Obat lainnya): TKT 7

Indikator		Persentase Keterpenuhan Indikator				
(1)		(2)				
Indikator TKT 7		20%	40%	60%	80%	100%
Validasi Rototipe dalam Lingkungan Sebenarnya (Demonstrasi Plot pada Skala Lapangan)						
1	Peralatan, proses, dan metode produksi teknologi veteriner dan obat lainnya telah diidentifikasi					
2	Metode dan teknik produksi telah dikembangkan dan diujicobakan pada lingkungan terbatas di lapangan					
3	Proses <i>scaling up</i> secara umum telah dipahami dengan baik					
4	Semua komponen produk vete-					

Indikator		Persentase Keterpenuhan Indikator				
(1)		(2)				
	riner dan obat lainnya dapat berjalan dalam lingkungan/kondisi operasi					
5	Prototipe teknologi veteriner dan obat lainnya telah teruji pada kondisi lapangan					
6	Teknologi veteriner dan obat lainnya siap untuk diproduksi pada tahap awal					
RATA-RATA NILAI PERSENTASE KETERPENUHAN INDIKATOR TKT 7						

Tabel 44. Tingkat Kesiapterapan Teknologi Obat-obatan (Produk Vetriner, Obat Hewan dan Obat lainnya): TKT 8

Indikator		Persentase Keterpenuhan Indikator				
(1)		(2)				
Indikator TKT 8 Prototipe Telah Lengkap dan Handal Melalui Pengujian dan Demonstrasi dalam Lingkungan Sebenarnya (Demfarm Teknologi Veteriner dan Obat Lainnya serta Teknik Aplikasi dalam Lingkungan yang Sebenarnya)		20%	40%	60%	80%	100%
1	Hasil pengujian proses produksi menunjukkan tingkat produktivitas yang layak					
2	Semua bahan/material dan peralatan tersedia untuk digunakan dalam produksi teknologi veteriner dan obat lainnya					
3	Produk veteriner dan obat lainnya memenuhi kualifikasi melalui uji dan evaluasi efektivitasnya					
RATA-RATA NILAI PERSENTASE KETERPENUHAN INDIKATOR TKT 8						

Tabel 45. Tingkat Kesiapterapan Teknologi Obat-Obatan (Produk Vetriner, Obat Hewan dan Obat lainnya): TKT 9

Indikator		Persentase Keterpenuhan Indikator				
(1)		(2)				
Indikator TKT 9						
Prototipe Benar-Benar Teruji/Terbukti Melalui Keberhasilan Pengoperasian (Sistem Produksi Teknologi Veteriner dan Obat Lainnya Sudah Teruji Melalui Keberhasilan Pengoperasian)		20%	40%	60%	80%	100%
1	Konsep operasional telah dapat diterapkan dalam sistem produksi					
2	Tidak ada perubahan efektivitas teknologi veteriner dan obat lainnya yang signifikan					
3	Teknologi veteriner dan obat lainnya telah teruji pada kondisi sebenarnya					
4	Kestabilan produk veteriner dan obat lainnya pada periode yang telah ditentukan (masa kadaluwarsa)					
5	Semua dokumentasi telah lengkap (termasuk dokumen hasil-hasil penelitian dan HKI)					
6	Prospek bisnis produk veteriner dan obat lainnya telah dibuat					
7	Kompetitor teknologi dan harga produk veteriner dan obat lainnya telah diketahui					
RATA-RATA NILAI PERSENTASE KETERPENUHAN INDIKATOR TKT 9						

3.3.5. Pengolahan dan Pascapanen

Tabel 46. Tingkat Kesiapterapan Teknologi pada Teknologi Pengolahan dan Pascapanen: TKT 1

Indikator		Persentase Keterpenuhan Indikator				
(1)		(2)				
Indikator TKT 1 Prinsip Dasar dari Teknologi telah Diteliti dan Dilaporkan (Proposal RPTP)		20%	40%	60%	80%	100%
1	Studi literatur yang mencakup teori dasar, hasil penelitian terdahulu dan penelusuran Paten sudah dilakukan					
2	Hipotesis sudah ditetapkan sebelum dilakukan penelitian					
RATA-RATA NILAI PERSENTASE KETERPENUHAN INDIKATOR TKT 1						

Tabel 47. Tingkat Kesiapterapan Teknologi pada Teknologi Pengolahan dan Pascapanen: TKT 2

Indikator		Persentase Keterpenuhan Indikator				
(1)		(2)				
Indikator TKT 2 Formulasi Konsep dan/atau Aplikasi Formulasi (Rancangan dan Metode Penelitian, Sub Kegiatan)		20%	40%	60%	80%	100%
1	Metodologi yang akan digunakan, telah teridentifikasi, mencakup rancangan percobaan, bahan dan alat, metode, serta pengamatan/karakterisasi					
2	Kerangka teoritis dan empiris telah teridentifikasi termasuk literatur (teoritis/empiris) teknologi pengolahan dan pascapanen yang akan dikembangkan memungkinkan untuk digunakan					
3	Perlitan dan bahan yang akan digunakan telah teridentifikasi					
4	Metode dari teknologi pengolahan dan pascapanen yang akan dikembangkan telah dikuasai dan dipahami					
5	Kinerja dari masing-masing elemen yang digunakan untuk mengembangkan teknologi teknologi pengolahan dan pascapanen telah					

Indikator		Persentase Keterpenuhan Indikator				
(1)		(2)				
	diprediksi					
6	Analisis awal menunjukkan bahwa fungsi utama teknologi pengolahan dan pascapanen yang dibutuhkan dapat bekerja dengan baik					
7	Analisa/karakterisasi digunakan untuk menguji kebenaran prinsip dasarnya					
8	Komponen-komponen teknologi pengolahan dan pascapanen yang akan dikembangkan, secara terpisah dapat bekerja dengan baik					
9	Peralatan yang digunakan harus <i>valid</i> dan <i>reliable</i>					
10	Tahapan eksperimen yang akan dilakukan telah diketahui					
RATA-RATA NILAI PERSENTASE KETERPENUHAN INDIKATOR TKT 2						

Tabel 48. Tingkat Kesiapterapan Teknologi pada Teknologi Pengolahan dan Pascapanen: TKT 3

Indikator		Persentase Keterpenuhan Indikator				
(1)		(2)				
Indikator TKT 3 Pembuktian Konsep, Fungsi dan/atau Karakteristik Penting dalam Analisis dan Eksperimental (Mulai Pelaksanaan Kegiatan Penelitian)		20%	40%	60%	80%	100%
1	Studi analitik digunakan untuk mendukung prediksi kinerja elemen-elemen teknologi pengolahan dan pascapanen					
2	Karakteristik/sifat dan kapasitas unjuk kerja sistem dasar telah diidentifikasi dan diprediksi					
3	Model dan simulasi digunakan untuk mendukung prediksi kemampuan elemen-elemen teknologi pengolahan dan pascapanen tertentu					
4	Penelitian laboratorium digunakan untuk memprediksi kinerja tiap elemen teknologi pengolahan dan pascapanen					
5	Secara teoritis, empiris dan eksperimen telah diketahui komponen-komponen sistem teknologi pascapanen dapat bekerja dengan baik					
6	Teknologi pengolahan dan pascapanen yang dihasilkan layak secara ilmiah (simulasi, analitik, dan eksperimen)					
RATA-RATA NILAI PERSENTASE KETERPENUHAN INDIKATOR TKT 3						

Tabel 49. Tingkat Kesiapterapan Teknologi pada Teknologi Pengolahan dan Pascapanen: TKT 4

Indikator		Persentase Keterpenuhan Indikator				
(1)		(2)				
Indikator TKT 4						
Validasi Komponen/Subsistem Dalam Lingkungan Laboratorium (Optimasi Teknologi Pascapanen)		20%	40%	60%	80%	100%
1	Uji laboratorium masing-masing komponen teknologi sudah dilakukan dan dapat beroperasi					
2	Penyusunan formula produk pengolahan dan pascapanen telah disesuaikan dengan kebutuhan pengguna					
3	Prototipe teknologi pengolahan dan pascapanen skala laboratorium telah dibuat					
4	Penelitian formula pengolahan dan pascapanen telah dimulai dan telah dimuat disain proses pada skala laboratorium					
5	Proses manufaktur telah diidentifikasi dan dikaji di laboratorium					
RATA-RATA NILAI PERSENTASE KETERPENUHAN INDIKATOR TKT 4						

Tabel 50. Tingkat Kesiapterapan Teknologi pada Teknologi Pengolahan dan Pascapanen: TKT 5

Indikator		Persentase Keterpenuhan Indikator				
(1)		(2)				
Indikator TKT 5 Validasi Komponen/Subsistem dalam Suatu Lingkungan yang Relevan (Validasi Pengolahan dan Pascapanen dalam Lingkungan Target)		20%	40%	60%	80%	100%
1	Persiapan penggandaan skala (<i>scaling up</i>) teknologi pengolahan dan pascapanen telah dilakukan					
2	Peralatan dan mesin pendukung telah diujicoba dalam laboratorium					
3	Penghitungan penggandaan skala digunakan untuk menentukan proses fabrikasi					
4	Disain proses penggandaan skala teknologi pengolahan dan pascapanen telah dibuat					
5	Validasi rekayasa proses telah dilakukan					
RATA-RATA NILAI PERSENTASE KETERPENUHAN INDIKATOR TKT 5						

Tabel 51. Tingkat Kesiapterapan Teknologi pada Teknologi Pengolahan dan Pascapanen: TKT 6

Indikator		Persentase Keterpenuhan Indikator				
(1)		(2)				
Indikator TKT 6		20%	40%	60%	80%	100%
Demonstrasi Model atau Prototipe Sistem/Subsistem dalam Suatu Lingkungan yang Relevan (Uji Multi Lokasi/Validasi Lapang) (Demonstrasi Model Skala Pilot dan Uji Kelayakan Tekno Ekonomi)						
1	Kondisi lingkungan operasi sesungguhnya telah diketahui					
2	Simulasi dilakukan untuk mengevaluasi kinerja teknologi pengolahan dan pascapanen pada lingkungan relevan (mirip dengan kondisi lingkungan industri yang sebenarnya)					
3	Prototipe telah teruji dengan akurasi tinggi di laboratorium pada simulasi lingkungan yang relevan					
4	Analisis kelayakan teknoekonomis sudah dilakukan					
5	Kebutuhan investasi untuk peralatan dan proses fabrikasi teknologi pengolahan dan pascapanen telah teridentifikasi					
6	Uji preferensi konsumen sudah dilakukan					
RATA-RATA NILAI PERSENTASE KETERPENUHAN INDIKATOR TKT 6						

Tabel 52. Tingkat Kesiapterapan Teknologi pada Teknologi Pengolahan dan Pascapanen: TKT 7

Indikator		Persentase Keterpenuhan Indikator				
(1)		(2)				
Indikator TKT 7 Demonstrasi Prototipe Sistem dalam Lingkungan Sebenarnya (Validasi Model dalam Lingkungan Sebenarnya)		20%	40%	60%	80%	100%
1	Disain proses pilot plant sudah dibuat					
2	Proses dan prosedur fabrikasi peralatan mulai diujicobakan					
3	Perlengkapan dan peralatan test /inspeksi diujicobakan di dalam lingkungan produksi					
4	Draft gambar desain telah lengkap					
5	Peralatan, proses, metode dan de-sain teknik telah dikembangkan dan mulai diujicobakan					
6	Perhitungan perkiraan biaya telah divalidasi					
7	Proses fabrikasi secara umum telah dipahami dengan baik					
8	Semua fungsi dapat berjalan dalam lingkungan/kondisi operasi melalui uji coba produksi di lapangan					
9	Prototipe lengkap telah didemonstrasikan pada lingkungan operasional					
10	Teknologi pengolahan dan pascapanen telah siap untuk uji coba produksi skala pilot plant					
11	Prototipe teknologi pengolahan dan pascapanen telah siap untuk didaftarkan paten					
RATA-RATA NILAI PERSENTASE KETERPENUHAN INDIKATOR TKT 7						

Tabel 53. Tingkat Kesiapterapan Teknologi pada Teknologi Pengolahan dan Pascapanen: TKT 8

Indikator (1)		Persentase Keterpenuhan Indikator (2)				
Indikator TKT 8 Sistem Telah Lengkap dan Handal Melalui Pengujian dan Demonstrasi dalam Lingkungan yang Sebenarnya Model Telah Lengkap dan Handal Melalui Pengujian dan Demonstrasi dalam Lingkungan Sebenarnya		20%	40%	60%	80%	100%
1	Bentuk, kesesuaian dan fungsi komponen telah kompatibel dengan sistem operasi					
2	Mesin dan peralatan telah diuji dalam lingkungan produksi					
3	Proses replikasi model telah dilakukan dalam Skala Pilot					
4	Uji proses replikasi menunjukkan hasil dan tingkat produktivitas yang layak					
5	Semua bahan/material dan peralatan tersedia untuk digunakan dalam produksi					
6	Sistem telah memenuhi standar mutu produk					
7	Teknologi pengolahan dan pascapanen siap untuk produksi skala komersial					
RATA-RATA NILAI PERSENTASE KETERPENUHAN INDIKATOR TKT 8						

Tabel 54. Tingkat Kesiapterapan Teknologi pada Teknologi Pengolahan dan Pascapanen: TKT 9

Indikator		Persentase Keterpenuhan Indikator				
(1)		(2)				
TKT 9						
Sistem Benar-Benar Teruji/Terbukti Melalui Keberhasilan Pengoperasian		20%	40%	60%	80%	100%
Model Pilot Benar-Benar Teruji/Terbukti Melalui Keberhasilan Pengoperasian						
1	Konsep operasional telah dapat diterapkan dalam sistem produksi komersial					
2	Perkiraan investasi teknologi pengolahan dan pascapanen sudah dibuat					
3	Tidak ada perubahan desain yang signifikan					
4	Teknologi pengolahan dan pascapanen telah teruji pada kondisi sebenarnya					
5	Kestabilan produk pengolahan dan pascapanen telah teruji pada periode yang telah ditentukan					
6	Semua dokumentasi telah lengkap (termasuk dokumen hasil-hasil penelitian dan HKI)					
7	Prospek bisnis produk pengolahan dan pascapanen telah dibuat					
RATA-RATA NILAI PERSENTASE KETERPENUHAN INDIKATOR TKT 9						

Tabel 56. Tingkat Kesiapterapan Teknologi Perangkat Uji, Alat dan Mesin Pertanian {Perangkat Uji, Perangkat (Hama dan lain-lain), Alat Pertanian dan Mesin-Mesin Beserta Komponennya}: TKT 2

Indikator		Persentase Keterpenuhan Indikator				
(1)		(2)				
Indikator TKT 2						
Formulasi Konsep dan/atau Aplikasi		20%	40%	60%	80%	100%
Formulasi						
(Rancangan dan Metode						
Penelitian/perekayasaan, ROPP :						
Formulasi dan Aplikasi Rancangan)						
1	Parameter rancangan telah teridentifikasi dengan baik					
2	Desain konseptual, desain rinci dan desain model telah dibuat					
3	Draft gambar desain telah lengkap					
4	Peralatan dan instrumen yang akan digunakan, telah teridentifikasi					
5	Karakterisasi bahan komponen yang akan digunakan telah dikuasai dan dipahami					
6	Model/simulasi digunakan untuk menguji dan menganalisis tingkat validasi rancangan					
RATA-RATA NILAI PERSENTASE KETERPENUHAN INDIKATOR TKT 2						

Tabel 57. Tingkat Kesiapterapan Teknologi Perangkat Uji, Alat dan Mesin Pertanian (Perangkat Uji, Perangkat (Hama dan Lain-Lain), Alat Pertanian dan Mesin-Mesin Beserta Komponennya): TKT 3

Indikator		Persentase Keterpenuhan Indikator				
(1)		(2)				
Indikator TKT 3 Pembuktian Konsep, Fungsi dan/atau Karakteristik Penting Secara Analitis dan Eksperimental (Kegiatan Penelitian Mulai Dilaksanakan : Fabrikasi dan Perakitan <i>Prototype</i>)		20%	40%	60%	80%	100%
1	Proses dan prosedur fabrikasi secara umum telah dipahami dan dikuasai dengan baik					
2	Pembuatan komponen prototipe berdasarkan gambar desain detail					
3	Pembuatan <i>sub assembly</i> berdasarkan gambar desain detail					
4	Pembuatan <i>main assembly</i> berdasarkan gambar desain detail disimpulkan					
5	Verifikasi dan fungsional prototipe yang dirakit telah diuji					
RATA-RATA NILAI PERSENTASE KETERPENUHAN INDIKATOR TKT 3						

Tabel 58. Tingkat Kesiapterapan Teknologi Perangkat Uji, Alat Dan Mesin Pertanian {Perangkat Uji, Perangkap (Hama dan Lain-Lain), Alat Pertanian dan Mesin-Mesin Beserta Komponennya}: TKT 4

Indikator		Persentase Keterpenuhan Indikator				
(1)		(2)				
Indikator TKT 4 Validasi Komponen/Subsistem dalam Lingkungan Laboratorium/Lapang (Validasi Prototipe dalam Lingkungan Laboratorium)		20%	40%	60%	80%	100%
1	Peralatan dan instrumen uji yang akan digunakan telah disiapkan					
2	Metode uji telah dipahami					
3	Uji unjuk kerja prototipe di laboratorium					
4	Hasil uji unjuk kerja prototipe di laboratorium telah dianalisis					
5	Prototipe teknologi telah diuji pada skala laboratorium					
RATA-RATA NILAI PERSENTASE KETERPENUHAN INDIKATOR TKT 4						

Tabel 59. Tingkat Kesiapterapan Teknologi Perangkat Uji, Alat dan Mesin Pertanian {Perangkat Uji, Perangkap (Hama dan Lain-Lain), Alat Pertanian dan Mesin-Mesin Beserta Komponennya}: TKT 5

Indikator (1)		Persentase Keterpenuhan Indikator (2)				
Indikator TKT 5 Validasi Komponen/Subsistem dalam Suatu Lingkungan yang Relevan (Validasi Prototipe dalam Suatu Lingkungan yang Relevan)		20%	40%	60%	80%	100%
1	Persiapan peralatan dan instrumen uji unjuk kerja lapang telah dilakukan					
2	Persiapan metode uji unjuk kerja di lingkungan yang relevan telah dilakukan					
3	Uji unjuk kerja prototipe telah dilakukan di lingkungan yang relevan					
4	Hasil uji unjuk kerja di lingkungan yang relevan telah dianalisis					
5	Modifikasi untuk penyempumaan unjuk kerja prototipe di lingkungan yang relevan telah dilakukan					
RATA-RATA NILAI PERSENTASE KETERPENUHAN INDIKATOR TKT 5						

Tabel 60. Tingkat Kesiapterapan teknologi Perangkat Uji, Alat dan Mesin Pertanian {Perangkat Uji, Perangkap (Hama dan Lain-Lain), Alat Pertanian dan Mesin-Mesin Beserta Komponennya}:TKT 6

Indikator (1)		Persentase Keterpenuhan Indikator (2)				
Indikator TKT 6						
Demonstrasi Model atau Prototipe Sistem/Subsistem dalam Suatu Lingkungan yang Relevan (Demonstrasi Prototipe dalam Suatu Lingkungan yang Relevan)		20%	40%	60%	80%	100%
1	Kondisi lingkungan operasi sesungguhnya telah diketahui					
2	Pelaksanaan uji unjuk kerja di lingkungan yang relevan telah dilaksanakan					
3	Hasil uji unjuk kerja di lingkungan yang relevan telah dianalisis dan dievaluasi					
4	Prototipe telah teruji dengan akurasi yang tinggi pada lingkungan lingkungan yang relevan					
5	Informasi spesifikasi prototipe, hasil unjuk kerja dan biaya produksi untuk pembuatan prototipe telah teridentifikasi					
RATA-RATA NILAI PERSENTASE KETERPENUHAN INDIKATOR TKT 6						

Tabel 61. Tingkat Kesiapterapan Teknologi Perangkat Uji, Alat dan Mesin Pertanian {Perangkat Uji, Perangkat (Hama dan Lain-Lain), Alat Pertanian dan Mesin-Mesin Beserta Komponennya}: TKT 7

Indikator		Persentase Keterpenuhan Indikator				
(1)		(2)				
Indikator TKT 7 Demonstrasi Prototipe Sistem dalam Lingkungan Sebenarnya (Demonstrasi Prototipe dalam Lingkungan Sebenarnya)		20%	40%	60%	80%	100%
1	Analisis aspek sosial telah dilakukan di lingkungan sesungguhnya (masyarakat)					
2	Biaya produksi untuk pembuatan prototipe telah dihitung					
3	Perhitungan perkiraan biaya produksi telah divalidasi					
4	Prototipe telah dikaji dari teknis, ekonomis dan sosial di lingkungan sesungguhnya					
5	Kajian teknis, ekonomis, dan sosial di lingkungan sesungguhnya telah dianalisis					
6	Prototipe alsin telah siap untuk didaftarkan paten					
RATA-RATA NILAI PERSENTASE KETERPENUHAN INDIKATOR TKT 7						

Tabel 62. Tingkat Kesiapterapan Teknologi Perangkat Uji, Alat dan Mesin Pertanian {Perangkat Uji, Perangkap (Hama dan Lain-Lain), Alat Pertanian dan Mesin-Mesin Beserta Komponennya}: TKT 8

Indikator (1)		Persentase Keterpenuhan Indikator (2)				
Indikator TKT 8 Sistem Telah Lengkap dan Handal Melalui Pengujian dan Demonstrasi dalam Lingkungan Sebenarnya (Prototipe Telah lengkap dan Handal Melalui Pengujian dan Demonstrasi dalam Lingkungan Sebenarnya)		20%	40%	60%	80%	100%
1	Prototipe telah memiliki laporan uji (<i>test report</i>) dari laboratorium uji yang terakreditasi					
2	Semua dokumentasi telah lengkap (termasuk dokumentasi hasil-hasil perekayasaan)					
3	Prototipe telah memenuhi kualifikasi untuk dikomersialisasikan					
4	Produk alsin telah siap diproduksi pada skala massal					
RATA-RATA NILAI PERSENTASE KETERPENUHAN INDIKATOR TKT 8						

Tabel 63. Tingkat Kesiapterapan Teknologi Perangkat Uji, Alat dan Mesin Pertanian {Perangkat Uji, Perangkap (Hama dan Lain-Lain), Alat Pertanian dan Mesin-Mesin Beserta Komponennya}: TKT 9

Indikator		Persentase Keterpenuhan Indikator				
(1)		(2)				
Indikator TKT 9 Sistem Benar-Benar Teruji/Terbukti Melalui Keberhasilan Pengoperasian (Prototipe Benar-Benar Teruji/Terbukti Melalui Keberhasilan Pengoperasian)		20%	40%	60%	80%	100%
1	Konsep operasional telah benar-benar dapat diterapkan dalam sistem produksi					
2	Perkiraan investasi produk alsin sudah dibuat					
3	Tidak ada perubahan desain yang signifikan pada produk alsin					
4	Prospek perencanaan bisnis produk alsin telah dibuat					
5	Teknologi dan harga produk kompetitor telah diketahui					
RATA-RATA NILAI PERSENTASE KETERPENUHAN INDIKATOR TKT 9						

IV. CARA MENGUKUR TINGKAT KESIAPTERAPAN TEKNOLOGI

4.1. Metode Pengukuran

4.1.1. Alat Ukur TKT

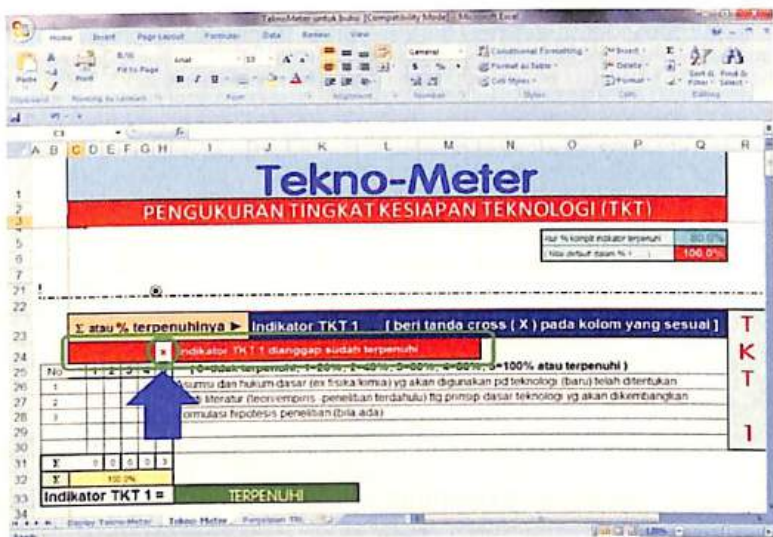
Pengukuran TKT dilakukan dengan menggunakan Teknometer mengacu Panduan Pengukuran TKT yang diterbitkan BPPT (2012). Teknometer adalah sebuah perangkat lunak (*software*) berbasis *spreadsheet* dari *Microsoft Excel* yang menghimpun beberapa pertanyaan standar untuk setiap tingkatan dan menampilkan TKT yang dicapai secara grafis. Perangkat lunak ini cukup membantu dalam proses pengukuran TKT yang dapat dilakukan berulang. Teknometer dapat memberikan gambaran sesaat (*snap shot*) tentang status kematangan teknologi pada waktu tertentu. Disamping itu, juga dapat digunakan untuk mengevaluasi proses historis pencapaian kesiapan/kematangan teknologi dari program pengembangan yang dilakukan dalam suatu teknologi. Pengukuran TKT dapat dilakukan secara mandiri (*self assessment*) dimaksudkan untuk memetakan kapasitas dan kapabilitas teknologinya. Penggunaan untuk teknologi tertentu, diperlukan *customization* terhadap kumpulan pertanyaan standar pada setiap tingkat, sehingga sesuai dan relevan dengan teknologi tersebut.

Pada tahun 2010, BPPT melakukan pengukuran tingkat Kesiapterapan teknologi 54 hasil penelitian BPPT dari 11 bidang teknologi dengan menggunakan *TRL Meter*. Hasil pengukuran menunjukkan bahwa 50 % hasil penelitian BPPT telah berada pada tingkat di atas 6. Kesimpulan ini membantu pengelola program

penelitian untuk mengambil keputusan apakah berupa kolaborasi untuk melanjutkan penelitian atau masuk ke arah komersialisasi. Pada tahun 2011, *TRL-Meter* digunakan untuk mengukur TKT beberapa hasil penelitian Lembaga Pemerintah Non Kementerian (LPNK) dibawah koordinasi Kementerian Ristek. Pada kegiatan ini juga telah dilakukan penyempurnaan *TRL-Meter* versi 1.0 dan penyusunan buku Panduan Pengukuran Tingkat Kesiapterapan Teknologi. Alat ukur TKT selanjutnya diberi nama Teknometer.

4.1.2. Teknometer

Teknometer adalah program *Microsoft Excel* dengan 3 (tiga) lembaran kerja/*worksheet* (Gambar 3, 4 dan 5). *Worksheet 1* merupakan tampilan berupa ringkasan hasil pengukuran TKT berisikan informasi: nama/judul teknologi, bidang teknologi dan alamat lembaga atau penanggungjawabnya dan menampilkan pencapaian TKT secara grafis. *Worksheet 2* merupakan himpunan pernyataan atau komponen indikator pada setiap tingkatan TKT. Terdapat pula bagian yang dapat digunakan untuk mengukur TKT secara cepat (TKT Cepat) bilamana diperlukan. Akan tetapi pengukuran TKT secara penuh harus tetap dilanjutkan dengan menandai terpenuhi atau tidak terpenuhinya pernyataan yang ada untuk setiap tingkatan TKT. *Worksheet 3* merupakan tingkatan TKT dan penjelasan untuk setiap tingkatannya.



Gambar 3. Tampilan *Worksheet* Pengukuran Teknomoter

4.1.3. Proses Pengukuran TKT

Berdasarkan dokumen teknologi atau hasil Balitbangtan dan data pendukungnya, TKT diukur dengan cara memberikan tanda terpenuhi atau tidak terpenuhinya *checklist* persyaratan dan ketentuan setiap tingkatan TKT yang telah disepakati atau menjadi konsensus sebelumnya. Pengukuran dimulai dengan memberikan tanda pada *checklist* persyaratan dan ketentuan dari TKT yang paling rendah (TKT 1) sebagai berikut:

1. Bila semua persyaratan dan ketentuan untuk TKT 1 terpenuhi (batasan terpenuhi termasuk yang harus disepakati atau menjadi konsensus dan nilai biasanya berkisar antara 80 sampai 100%) dilanjutkan dengan *checklist* persyaratan dan ketentuan untuk TKT 2 dan seterusnya ke tingkat TKT yang lebih tinggi.

2. Tingkatan TKT paling tinggi yang terpenuhi persyaratan dan ketentuannya, menunjukkan tingkat pencapaian TKT untuk teknologi yang diukur. Ukuran ini memberikan gambaran sesaat (*snap shot*) tentang status kematangan teknologi pada waktu tertentu. Bila pengukuran TKT dilakukan secara berulang pada periode waktu tertentu, maka hasil TKT dapat digunakan untuk mengevaluasi proses historis dari apa yang telah dilakukan dalam suatu program teknologi dan pencapaian kesiapan/kematangan teknologinya.
3. Hasil pengukuran TKT dapat menjadi informasi dan data untuk mendukung proses pengambilan keputusan tentang pemanfaatan dan investasi teknologi atau penyusunan program prioritas teknologi.
4. Pengukuran TKT dari beberapa teknologi dapat memberikan informasi tentang teknologi yang dihasilkan beserta tingkat kesiapannya. Hasil ini dapat digunakan untuk mendukung usulan prioritas program, seleksi, dan alokasi anggaran kegiatan Balitbangtan.

4.2. Pengukuran TKT

4.2.1. Pengukuran dengan Teknometer

Langkah-langkah pengukuran TKT dengan Teknometer :

1. Lengkapi terlebih dahulu lembaran pertama (*worksheet 1*) dengan mengisi informasi tentang teknologi/hasil Balitbangtan, mulai dari judul, bidang, lembaga, penanggungjawab, alamat dan tanggal pengukuran TKT dilakukan (Gambar 4). Untuk kode identifikasi

hasil pengukuran TKT, isi dengan format: yyyyymmdd-xxx (4 digit tahun, 2 digit bulan dan 2 digit tanggal, 3 digit nomor urut).

RINGKASAN HASIL PENGUKURAN TINGKAT KESIAPAN TEKNOLOGI (TKT)		
Nama/Judul Teknologi		XXXXX
Bidang Teknologi		YYYYY
Pimpinan Program / Kegiatan		Mr. P
Lembaga / Unit Pelaksana		OOOO
Alamat / Kontak		BBBBB
		Telp / Fax / email
Tanggal Pengukuran TKT		10-Jan-11
TKT yang dicapai :	(dari 9 level)	% Komplit Indikator = 80%

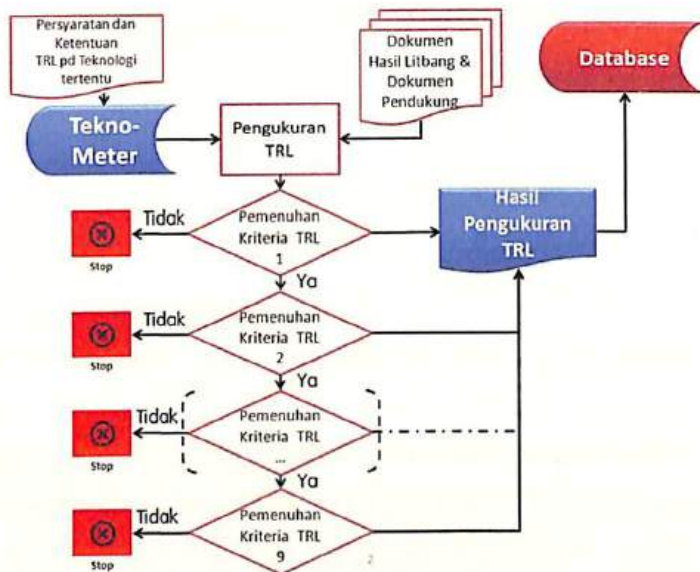
Gambar 4. Tampilan Data Input Hasil Litbang dan TKT-nya

2. Tentukanlah terlebih dulu batasan (persentase indikator terpenuhi) untuk pemenuhan pencapaian indikator TKT pada setiap tingkatan (Gambar 5). Nilai standar (*default*) adalah 100%, yang berarti untuk mencapai tingkat TKT tertentu, semua komponen indikator harus semuanya (100%) terpenuhi.



Gambar 5. Pengaturan batasan untuk pencapaian suatu tingkatan TKT.

3. Pengukuran TKT dimulai dengan memberikan tanda silang (x) pada pernyataan TKT yang paling rendah (TKT 1), diteruskan ke pernyataan pada TKT 2 dan seterusnya ke TKT lebih tinggi (Gambar 6). Tingkat TKT yang dicapai adalah tingkat TKT yang indikator atau pernyataannya dapat terpenuhi. Bila indikator suatu tingkatan TKT tidak terpenuhi, pengukuran selesai (dihentikan) dan TKT yang dicapai adalah tingkatan TKT di bawahnya yang terpenuhi.



Gambar 6. Alur Proses Pengukuran TKT

4. Pada setiap tingkatan TKT terdapat sejumlah indikator. Untuk setiap indikator tersedia 5 (lima) kolom pilihan yaitu 1 = 20%, 2 = 40%, 3 = 60%, 4 = 80%, dan 5 = 100% (terpenuhi), pada pilihan 1-4 masing-masing untuk kegiatan yang masih berlangsung atau belum selesai (1=20%; 2=40%; 3=60%; 4=80%). Setiap indikator harus diberi tanda silang (X) pada pilihan yang sesuai, apakah terpenuhi atau tidak terpenuhinya.
5. Penghitungan jumlah (%) indikator terpenuhi adalah dengan menjumlahkan % masing-masing indikator kemudian membandingkan jumlah tersebut dengan nilai batasan. Jumlah (Σ) indikator dihitung dengan rumus berikut:

$$\Sigma(\text{indikator}) = \frac{(0,2 \times \Sigma(1)) + (0,4 \times \Sigma(2)) + (0,6 \times \Sigma(3)) + (0,8 \times \Sigma(4)) + (1,0 \times \Sigma(5))}{\Sigma(\text{jumlah pernyataan})} \times 100\%$$

di mana:

$\Sigma(1)$, $\Sigma(2)$, $\Sigma(3)$, $\Sigma(4)$, $\Sigma(5)$ masing-masing adalah jumlah pilihan/jawaban kolom 1, 2, 3, 4, 5.

Bila jumlah % indikator (Σ indikator) lebih besar atau sama dengan batasan, maka tingkatan TKT tersebut telah terpenuhi/tercapai. Bila jumlahnya lebih kecil berarti tingkat TKT tersebut belum terpenuhi.

6. Contoh pengukuran TKT tertinggi dicapai. Pada TKT 4 terdapat 8 (delapan) indikator, maka untuk mencapai TKT 4 (dengan batasan 100%), semua indikator harus terpenuhi atau semua jawaban pada kolom 5 (100%) (Gambar 7). Bila batasan yang dipilih, misalnya 80%, maka untuk mencapai TKT 4, berarti indikator yang ada harus 80% terpenuhi, atau akumulasi semua indikator menghasilkan angka lebih besar atau sama dengan 80% (Gambar 8). Nilai batasan ini kadangkala diperlukan untuk mengukur TKT suatu teknologi atau hasil Balitbangtan yang masih berlangsung atau merupakan program *multi years*. Nilai batasan 80-100% dianggap dapat diterima untuk pemenuhan indikator suatu tingkatan TKT. Bila hasil pengukuran berada dibawah nilai batasan ($< 80\%$) maka hasilnya menunjukkan untuk TKT 4 tidak terpenuhi (Gambar 9).

Σ atau % terpenuhinya ▶ Indikator TKT 4						T K T 4
(beni tanda cross (X) pada kolom yang sesuai)						
No	1	2	3	4	5	
	(0=tidak terpenuhi; 1=20%; 2=40%; 3=60%; 4=80%; 5=100% atau terpenuhi)					
1					x	4
2					x	
3					x	
4					x	
5					x	
6					x	
7					x	
8					x	
Σ	0	0	0	0	8	
Σ	100.0%					
Indikator TKT 4 = TERPENUHI						

Gambar 7. Untuk mencapai TKT 4, semua pernyataan harus terpenuhi untuk batasan 100%

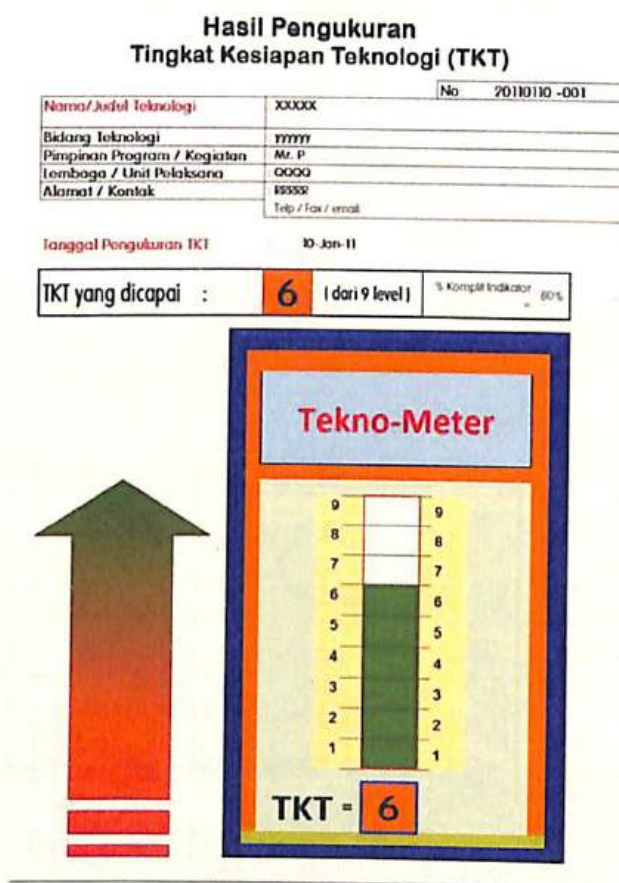
Σ atau % terpenuhinya ▶ Indikator TKT.4						T K T 4
(beni tanda cross (X) pada kolom yang sesuai)						
No	1	2	3	4	5	
(0=tidak terpenuhi; 1=20%; 2=40%; 3=60%; 4=80%; 5=100% atau terpenuhi)						
1					x	4
2					x	
3					x	
4					x	
5					x	
6					x	
7	X					
8	X					
Σ	2	0	0	0	6	
Σ	80.0%					
Indikator TKT 4 = TERPENUHI						

Gambar 8. Indikator TKT 4 terpenuhi, delapan dari sepuluh pernyataan harus terpenuhi atau akumulasi (Σ indikator) lebih besar atau sama dengan batasan 80%

Σ atau % terpenuhinya ▶ Indikator TKT 4						T K T 4
(beni tanda cross (X) pada kolom yang sesuai)						
No	1	2	3	4	5	
(0=tidak terpenuhi; 1=20%; 2=40%; 3=60%; 4=80%; 5=100% atau terpenuhi)						
1					x	Test laboratorium komponen-komponen secara terpisah telah dilakukan
2					x	Persyaratan sistem untuk aplikasi menurut pengguna telah diketahui (keinginan adopter)
3					x	Hasil percobaan laboratorium terhadap komponen2 menunjukkan bahwa komponen tsb dpt beroperasi
4						Percobaan fungsi utama teknologi dalam lingkungan yang relevan
5			X			Prototipe teknologi skala lab telah dibuat
6			X			Penelitian integrasi komponen telah dimulai
7	X					Proses "kunci" untuk manufakturnya telah diidentifikasi dan dikaji di lab
8	X					Integrasi sistem teknologi dan rancang bangun skala lab telah selesai (<i>low fidelity</i>)
Σ	3	1	1	1	3	
Σ	65.0%					
Indikator TKT 4 =						TIDAK TERPENUHI

Gambar 9. Indikator TKT 4 tidak terpenuhi (Σ indikator=65%)

7. Tampilan untuk hasil TKT yang tercapai seperti pada Gambar 10 (TKT yang dicapai adalah TKT 6).



Gambar 10. Tampilan Tingkat Indikator TKT yang tercapai

4.3. Pengukuran Cepat Tingkat Kesiapterapan Teknologi

Pada saat hendak diketahui secara cepat status TKT dari suatu teknologi atau hasil Balitbangtan, maka dapat dilakukan pengukuran cepat. Pengukuran dilakukan dengan memberi tanda titik (•) (Gambar 11) pada salah satu pilihan (di bagian ukur TKT cepat) yang paling sesuai dengan kondisi dan status teknologi/hasil penelitian pada saat pengukuran dilakukan. Misalnya, sebuah prototipe alat pengolah minyak jarak sedang diuji di laboratorium, tandailah pada pilihan yang sesuai dan TKT cepat akan menampilkan tingkat TKT yang dicapai. Pengukuran cepat lainnya juga dapat dilakukan dengan memberikan pilihan jawaban bahwa indikator masing-masing untuk TKT 1 sampai 3 dianggap terpenuhi (Gambar 12). Akan tetapi pemenuhan indikator TKT 4 dan yang lebih tinggi tetap harus lebih detail.

The screenshot shows an Excel spreadsheet titled "Tekno-Meter" with the subtitle "PENGUKURAN TINGKAT KESIAPAN TEKNOLOGI (TKT)". The spreadsheet is in "Compatibility Mode" for Microsoft Excel 2003. The main content area is divided into sections. The first section is a header with the title "Tekno-Meter" in large blue font and the subtitle "PENGUKURAN TINGKAT KESIAPAN TEKNOLOGI (TKT)" in red font. Below this, there is a section titled "Pengukuran Cepat TKT" with a sub-instruction "(beri tanda (•) pada pilihan dibawah ini yang sesuai)". This section contains a table with a vertical column labeled "UKUR CEPAT (TRL QUICK)" and a table of indicators. The indicators are listed in a table with columns for "Indikator" and "Status". The "Status" column has a dropdown menu with options "Ya" and "Tidak". The "TKT Cepat" result is shown as 6.

Indikator	Status
Sistem teknologi / hasil litbang berbasis (terpadu dan terintegrasi) dalam penggunaan yang efisien (seperti sebelumnya)	
Sistem telah lengkap dan memenuhi standar (qualified) melalui pengujian dalam lingkungan (aplikasi) sebelumnya	
Model atau prototipe sistem / sub-sistem telah didemonstrasikan / dipaparkan dalam lingkungan (aplikasi) sebelumnya	
Model atau prototipe sistem / sub-sistem telah didemonstrasikan / dipaparkan dalam lingkungan (aplikasi) sebelumnya	
Validasi kode / komponen (breadboard / validation) teknologi / hasil litbang dalam lingkungan simulasi	
Validasi kode / komponen (breadboard / validation) teknologi / hasil litbang dalam lingkungan laboratorium (terkontrol)	
Telah dilakukan pengujian analisis dan eksperimen untuk membuktikan konsep (proof of concept) teknologi / hasil litbang	
Formula konsep atau aplikasi teknologi / hasil litbang telah dilakukan	
Penyempurnaan teknologi / hasil litbang telah dipaparkan (identik dan disipikan)	
Tidak ada pilihan yang sesuai	

TKT Cepat= 6

Gambar 11. Pengukuran TKT secara Cepat

Σ atau % terpuenuhnya ▶ Indikator TKT 1 [beri tanda cross (X) pada kolom yang sesuai]						T K T 1
			X			
No	1	2	3	4	5	
1						
2						
3						
Σ	0	0	0	0	0	
Σ	0.0%					
Indikator TKT 1 = TERPENUHI						

Σ atau % terpenuhnya ▶ Indikator TKT 2 [beri tanda cross (X) pada kolom yang sesuai]						T K T 2
	X Indikator TKT 2 dianggap sudah terpenuhi					
No	1	2	3	4	5	
	(0 = tidak terpenuhi = 20%, 1 = 40%, 2 = 60%, 3 = 80%, 4 = 100% atau terpenuhi)					
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						
9						
10						
11						
12						
Σ	0	0	0	0	0	
Σ	0.0%					
Indikator TKT 2 = TERPENUHI						

Σ atau % terpuenuhnya						Indikator TKT 3	[beri tanda cross (X) pada kolom yang sesuai]	T K T 3
X						Indikator TKT 3 dianggap sudah terpuenuh		
No	1	2	3	4	5			
1						[0= tidak terpuenuh, 1=20%, 2=40%, 3=60%, 4=80%, 5=100% atau terpuenuh]		
2						Studi analitis mendukung prediksi kinerja elemen-elemen teknologi		
3						Efektifitas/sifat dan kapasitas untuk kerja sistem dasar telah diidentifikasi; dan diprediksi		
4						telah dilakukan percobaan laboratorium untuk menguji kelayakan penerapan teknologi tersebut		
5						Model dan simulasi mendukung prediksi kemampuan elemen-elemen teknologi		
6						Perancangan teknologi tsb dgn langkah awal menggunakan model matematis kadang dimungkinkan dan dapat disimulasikan		
7						Penelitian laboratorium untuk memprediksi kinerja tiap elemen teknologi		
8						Secara teoritis, empiris dan eksperimen telah diketahui komponen2 sistem teknologi tsb dpt bekerja dgn baik		
9						Telah dilakukan penelitian di laboratorium dengan menggunakan data dummy		
						Teknologi layak secara ilmiah (studi analitis, model / simulasi, eksperimen)		
Σ	0	0	0	0	0			
Σ	0.0%							
Indikator TKT 3 =						TERPENUHI		

Gambar 12. Pengukuran Cepat TKT (1-3) dengan Asumsi Indikator Terpenuhi.

4.4. Contoh Dokumentasi Hasil Pengukuran Tingkat Kesiapterapan Teknologi

Contoh dokumentasi hasil pengukuran TKT disajikan pada Tabel 64 sebagai berikut.

Tabel 64. Contoh Dokumentasi Hasil Pengukuran TKT

No.	DOKUMEN HASIL PENGUKURAN TKT No.KODE:	No. Kode:
1	Nama Teknologi	
2	Penanggungjawab/ Unit Kerja/ Alamat/ Kontak/ Telp/Faks. Email	
3	Tipe <i>Teknologi</i>	H (<i>hardware</i>), Perangkat Keras S (<i>software</i>), Perangkat Lunak B (<i>both</i>), Kombinasi keduanya
4	Deskripsi / Abstrak	
5	Tanggal Pengukuran	
6	Pencapaian TKT	
7	Catatan/ Komentar	
8	Evaluator	

4.5. Penafsiran Hasil Pengukuran Tingkat Kesiapterapan Teknologi

Kesiapterapan teknologi (*technology readiness*) dapat diartikan sebagai seberapa siap/matang suatu teknologi untuk bisa diterapkan. Pengertian "kesiapan" menunjukkan adanya kemungkinan perbedaan antara "siap", "tidak siap" dan "belum siap"-nya suatu teknologi atau perbedaan tingkatan Kesiapterapan teknologi untuk dimanfaatkan atau diterapkan sesuai kegunaannya. Tingkat kesiapterapan Teknologi dapat diterapkan dan dikembangkan untuk berbagai keperluan khususnya dalam pengembangan teknologi (dapat dirancang sesuai kegunaannya).

Pada dasarnya Teknometer merupakan panduan umum yang memberikan gambaran tingkat kematangan sebuah teknologi secara universal, akan tetapi Teknometer juga dapat diterapkan guna mengukur satu jenis teknologi tertentu. Pengukuran TKT dapat disesuaikan untuk diterapkan baik secara spesifik atau generik, dengan memodifikasi perangkat kuesioner pengukuran karena setiap bidang teknologi tertentu mempunyai karakter yang berbeda antara satu teknologi dengan teknologi yang lain.

Konsep kesiapterapan ini perlu dikembangkan untuk dapat ditafsirkan secara sama oleh pihak yang berkepentingan. Perbedaan penafsiran mungkin saja terjadi antara pihak penyedia teknologi dengan pengguna/calon pengguna teknologi. Penyedia teknologi mungkin mengartikan bahwa hasil penelitian (proses pembuatan produk atau prototipe teknologi) sebagai teknologi yang dapat diterapkan. Sementara pihak pengguna/calon pengguna belum menganggapnya sebagai teknologi yang siap untuk diterapkan dan memenuhi kebutuhannya. Dengan demikian diperlukan dua jenis Teknometer yang berbeda, yaitu generik dan spesifik. Panduan yang bersifat generik selanjutnya dapat dikembangkan menjadi Teknometer spesifik sesuai bidang teknologi yang akan diukur kesiapannya oleh komunitas peneliti/perekayasa yang spesifik.

4.5.1. Teknometer Generik

Secara umum Teknometer dapat mengukur semua hasil teknologi yang telah dikembangkan. Akan tetapi terhadap hal-hal khusus terkadang Teknometer yang dibuat generik itu tidak dapat menunjukkan hasil pengukuran yang tepat. Hal ini menyangkut pada kompleksitas teknologi yang dikembangkan. Beberapa hal khusus

terkadang ada yang tidak dapat terdefinisikan dalam *customization* komponen indikator pada tiap tingkat dalam Teknometer, sehingga kesimpulan akhir dari hasil pengukuran secara generik lebih bersifat sebuah pendekatan terhadap kesiapterapan teknologi tersebut. Prinsip dasar pengukuran dengan Teknometer Generik, harus melampaui 9 tahapan sebagai berikut :

1. Studi awal (penelitian ilmiah) tentang teori-teori yang mendukung suatu teknologi yang akan dikembangkan.
2. Formulasi teknologi yang akan dikembangkan telah dalam bentuk konsep dan sudah sesuai aplikasinya.
3. Uji di laboratorium/*workshop* terhadap beberapa komponen teknologi yang akan dikembangkan.
4. Pengujian konsep dasar, komponen teknologi dasar telah diintegrasikan dan prototipe (skala laboratorium) telah dibuat dan diuji pada lingkungan laboratorium.
5. Validasi Prototipe teknologi (skala laboratorium) telah diuji pada lingkungan yang relevan.
6. Validasi Prototipe teknologi (skala laboratorium) telah diuji pada lingkungan yang sebenarnya.
7. Prototipe teknologi dibuat dalam skala yang sebenarnya (1:1) dan telah diuji pada lingkungan yang sebenarnya.
8. Perhitungan perkiraan investasi teknologi secara matang telah dilakukan.
9. Teknologi benar-benar telah teruji/terbukti melalui keberhasilan pengoperasian.

4.5.2. Teknometer Spesifik

Hasil pengukuran TKT terhadap suatu hasil pengembangan teknologi yang menggunakan Teknometer yang dibuat generik kadangkala tidak dapat diterapkan untuk maksud pengukuran terhadap bidang-bidang teknologi yang spesifik karena trayektori pengembangan teknologi yang berbeda-beda. Sebagai contoh adalah pengukuran TKT dalam bidang industri otomotif dengan industri farmasi, meskipun pengukuran TKT dapat dilakukan menggunakan Teknometer yang generik akan tetapi dapat menghasilkan penafsiran yang tidak tepat. Hal ini terjadi ketika terdapat hal-hal teknis yang tidak dapat diterjemahkan ke dalam pertanyaan dan/atau pernyataan yang sama untuk dua bidang teknologi yang berbeda.

Untuk itu, selain dibuat Teknometer generik perlu dibuat juga Teknometer yang spesifik. Secara umum, sebenarnya tidak ada perbedaan prinsip antara hasil ukur yang menggunakan Teknometer yang generik ataupun yang spesifik. Perbedaan sebenarnya, adalah pada saat proses pengukuran yang membutuhkan daya analisis dan sintesis pelaku teknologi untuk melakukan interpretasi perangkat ukur yang digunakan dalam menentukan pilihan ukuran nilai yang tepat.

Pengukuran secara spesifik membutuhkan pemahaman substansi teknis teknologi terkait, guna menyusun perangkat ukur yang lebih fokus dan kontekstual. Perangkat ukur spesifik mempunyai keuntungan karena mudah difahami oleh responden (pelaku teknologi).

Dalam Teknometer spesifik telah ditetapkan penjelasan dan penentuan komponen indikator TKT untuk bidang teknologi tertentu berdasarkan hasil konsensus. Mengingat bahwa bidang teknologi yang ada sangat beragam, pembuatan Teknometer yang spesifik

4.5.2. Teknometer Spesifik

Hasil pengukuran TKT terhadap suatu hasil pengembangan teknologi yang menggunakan Teknometer yang dibuat generik kadangkala tidak dapat diterapkan untuk maksud pengukuran terhadap bidang-bidang teknologi yang spesifik karena trayektori pengembangan teknologi yang berbeda-beda. Sebagai contoh adalah pengukuran TKT dalam bidang industri otomotif dengan industri farmasi, meskipun pengukuran TKT dapat dilakukan menggunakan Teknometer yang generik akan tetapi dapat menghasilkan penafsiran yang tidak tepat. Hal ini terjadi ketika terdapat hal-hal teknis yang tidak dapat diterjemahkan ke dalam pertanyaan dan/atau pernyataan yang sama untuk dua bidang teknologi yang berbeda.

Untuk itu, selain dibuat Teknometer generik perlu dibuat juga Teknometer yang spesifik. Secara umum, sebenarnya tidak ada perbedaan prinsip antara hasil ukur yang menggunakan Teknometer yang generik ataupun yang spesifik. Perbedaan sebenarnya, adalah pada saat proses pengukuran yang membutuhkan daya analisis dan sintesis pelaku teknologi untuk melakukan interpretasi perangkat ukur yang digunakan dalam menentukan pilihan ukuran nilai yang tepat.

Pengukuran secara spesifik membutuhkan pemahaman substansi teknis teknologi terkait, guna menyusun perangkat ukur yang lebih fokus dan kontekstual. Perangkat ukur spesifik mempunyai keuntungan karena mudah difahami oleh responden (pelaku teknologi).

Dalam Teknometer spesifik telah ditetapkan penjelasan dan penentuan komponen indikator TKT untuk bidang teknologi tertentu berdasarkan hasil konsensus. Mengingat bahwa bidang teknologi yang ada sangat beragam, pembuatan Teknometer yang spesifik

mempunyai tingkat kesulitan yang lebih tinggi. Penentuan kriteria unsur dalam proses *customization* TKT pada tiap tingkat Teknometer yang dibuat spesifik bergantung pada kompetensi penyusunnya. Untuk mengawali prakarsa pengukuran kesiapterapan teknologi, panduan ini disusun untuk menilai secara umum dan selanjutnya disebut Teknometer generik.

Berdasar Permentan Nomor 99/Permentan/OT.140/10/ 2013 teknologi pertanian dikelompokkan menjadi 6 klaster sebagai berikut: (1) Benih/Bibit (hasil pemuliaan tanaman dan ternak), (2) Pupuk, (3) Pestisida, (4) Obat-obatan, (5) Teknologi Pengolahan dan Pascapanen, dan (6) Perangkat Uji, Alat dan Mesin Pertanian. Teknometer spesifik dari masing-masing klaster tersebut disajikan pada Lampiran.

V. PENUTUP

Panduan Pengukuran TKT yang dilengkapi dengan cara pengukurannya menggunakan Teknometer diharapkan dapat menjadi acuan dalam melakukan pengukuran dan penetapan TKT pada UK/UPT Balitbangtan. Panduan ini sebagai alat atau sarana untuk melakukan evaluasi hasil-hasil penelitian dalam penilaian TKT, sehingga sejauh mana teknologi tersebut dapat diterapkan atau diadopsi oleh pengguna terutama bagi dunia industri dan memberikan rekomendasi pendanaan selanjutnya.

Tingkat Kesiapterapan Teknologi merupakan ukuran yang menunjukkan kematangan atau Kesiapterapan teknologi pada skala 1-9, dimana antara satu tingkat dengan tingkat yang lain saling terkait dan menjadi landasan bagi tingkat berikutnya. Teknometer spesifik pada panduan ini dibagi menjadi 6 klaster yaitu: (1) Benih/Bibit (hasil pemuliaan tanaman dan ternak), (2) Pupuk, (3) Pestisida, (4) Obat-obatan, (5) Teknologi Pengolahan dan Pascapanen, dan (6) Perangkat Uji, Alat dan Mesin Pertanian.

Pengukuran TKT hasil penelitian Balitbangtan diharapkan dapat memberikan umpan balik bagi institusi dalam mempercepat dan memperluas alih dan diseminasi teknologi.

DAFTAR PUSTAKA

- Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian, 2014. Rencana Strategis Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian Tahun 2015 – 2019. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian, Kementerian Pertanian.
- Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi. 2012. Panduan Pengukuran Teknologi/TKT (TRL/*Technology Readiness Level*).
- Mankin, J. C. 1995. Technology readiness levels: A white paper. Advanced Concepts Office. Office of Space Access and Technology And Technology. NASA.
- Peraturan Menteri Pertanian No. 99 tahun 2013 tentang Perubahan Kedua atas Peraturan Menteri Pertanian Nomor 06 tahun 2012 tentang Pedoman Kerjasama Penelitian dan Pengembangan Pertanian.
- Peraturan Menteri Riset dan Teknologi, dan Pendidikan Tinggi. Nomor 42 Tahun 2016 Tentang Pengukuran Tingkat Kesiapterapan Teknologi. Kemen Ristekdikti. Jakarta.
- Prayitno, K. B. dan A. Hardianto. 2005. Mekanisme difusi teknologi. Buku Difusi Teknologi. Penerbit Pusat Pengkajian Kebijakan Difusi Teknologi, BPPT.
- Puslitbang Sosial, Ekonomi dan Lingkungan. 2011. Penyusunan Rekomendasi Kesiapterapan Teknologi Hasil Litbang untuk Kebelanjutan Pemanfaatan oleh Masyarakat. Badan Litbang, Kementerian Pekerjaan Umum.
- Sadin, S. R., F. P. Povinelli, R. Rosen. 1988. The NASA technology push towards future space mission systems. Paper presented at IAF, International Astronautical Congress 39th, Bangalore, India.
- Subroto, A. dan Suprapedi. 2005. Eksplorasi konsep kekayaan intelektual untuk penumbuhan inovasi. LIPI Press. Jakarta.

- Suhendri, D. 2014. Pengukuran Tingkat Kesiapterapan Teknologi dengan Teknometer. Pusat Pengkajian Kebijakan Peningkatan Daya Saing (PPKPDS). Badan Pengkajian Dan Penerapan Teknologi. Makalah disampaikan di BPATP Bogor, 18 November 2014.
- Taufik, T. 2003. Tingkat Kesiapterapan Teknologi/TKT (Technology Readiness Level/TRL): Konsep dan beberapa isu kebijakan. P2KT PUDPKM, PB PKT-BPPT. Makalah pada Workshop Peningkatan Kapasitas Perencanaan Teknologi dan Pengukuran Tingkat Kesiapterapan Teknologi. BPPT, Jakarta 29-30 November 2003
- Utomo, Y. W. 2013. Teknometer atasi Inefisiensi Riset. <http://sains.kompas.com/read/2013/10/24>

