

TEKNOLOGI TEPAT GUNA

Teknologi Tepat Guna (TTG) adalah teknologi yang sesuai dengan kebutuhan masyarakat dirancang dengan penyesuaian terhadap aspek-aspek lingkungan, budaya, sosial, politik dan ekonomi dari suatu masyarakat dengan prinsip sederhana, terjangkau, mudah diimplementasikan serta dapat dimanfaatkan dalam jangka waktu yang lama. TTG bertujuan mempermudah pekerjaan dan aktivitas sehari-hari dengan biaya yang terjangkau oleh masyarakat penggunaannya. Penerapan TTG langsung ke masyarakat sangat diperlukan untuk mengatasi permasalahan-permasalahan yang menyangkut lingkungan, Usaha Mikro, Kecil dan Menengah (UMKM), kesehatan, pertanian, dan masalah-masalah dalam konteks perkotaan.

Nilai manfaat teknologi dipengaruhi oleh beragam faktor, baik yang menyangkut teknologi yang bersangkutan maupun faktor di luar teknologi tersebut. Di antara aspek yang penting adalah menyangkut kesiapan (readiness). Aspek kesiapan/kematangan menjadi sangat penting mengingat "arti nyata" suatu teknologi bagi kepentingan manusia/masyarakat pada akhirnya bergantung pada peran kemanfaatannya. Konsep kesiapan teknologi perlu dikembangkan untuk dapat ditafsirkan dengan baik oleh para pihak yang berkepentingan.

Dalam konteks Pendidikan Tinggi, implementasi TTG dalam rangka membantu pemecahan masalah yang dihadapi masyarakat, sangat tepat jika dikaitkan dengan pengamalan dharma ketiga yaitu pengabdian kepada masyarakat. Pengabdian kepada masyarakat (PkM), menjadi sangat penting dan wajib bagi kalangan dosen karena sudah tercantum dalam Tridharma. Melalui pengabdian kepada masyarakat inilah para dosen memiliki kesempatan untuk bisa menerapkan ilmu yang dimiliki dan ditekuninya secara langsung dan mendatangkan manfaat bagi masyarakat luas.

Mohammad Ischak, dkk

TEKNOLOGI TEPAT GUNA

Mohammad Ischak | Astri Rinanti | Wegig Murwonugroho
Mustamina Maulani | Ida Busnetty | Wawan Kurniawan
Ciptadhi Tri Oka Binartha | Emelia Sari | Abdul Aziz
Dzikra Yuhasyra | Asrilia Montimi



TEKNOLOGI TEPAT GUNA



PENERBIT WAWASAN ILMU
Anggota IKAPI (215/JTE/2021)
Email : naskah.wawasanilmu@gmail.com
WA : 089 535 969 2310
FB : Penerbit Wawasan Ilmu
IG : @penerbitwawasanilmu
@tokowawasanilmu
Web : www.wawasanilmu.co.id

UMUM



Sertifikat

Bukti Terbit Buku
No: 276/02/05/i/2023

Diberikan Kepada :

**Mohammad Ischak | Astri Rinanti | Wegig Murwonugroho | Mustamina Maulani
Ida Busnetty | Wawan Kurniawan | Ciptadhi Tri Oka Binartha | Emelia Sari
Abdul Aziz | Dzikra Yuhasyra | Asrilia Montimi**

Judul Buku :

Teknologi Tepat Guna

ISBN :

978-623-5493-98-5

**Yang Diterbitkan di Penerbit Wawasan Ilmu
Pada Tahun 2023**

Purwokerto, 26 Januari 2023

Direktur Penerbit Wawasan Ilmu


WAWASANILMU

Nur Wahid



Teknologi Tepat Guna

Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 28 Tahun 2014 tentang Hak Cipta

Fungsi dan sifat hak cipta Pasal 4

Hak Cipta sebagaimana dimaksud dalam Pasal 3 huruf a merupakan hak eksklusif yang terdiri atas hak moral dan hak ekonomi.

Fungsi dan sifat hak cipta Pasal 4

Ketentuan sebagaimana dimaksud dalam Pasal 23, Pasal 24, dan Pasal 25 tidak berlaku terhadap:

- a. Penggunaan kutipan singkat Ciptaan dan/atau produk Hak Terkait untuk pelaporan peristiwa aktual yang ditujukan hanya untuk keperluan penyediaan informasi aktual;
- b. Penggandaan Ciptaan dan/atau produk Hak Terkait hanya untuk kepentingan penelitian ilmu pengetahuan;
- c. Penggandaan Ciptaan dan/atau produk Hak Terkait hanya untuk keperluan pengajaran, kecuali pertunjukan dan Fonogram yang telah dilakukan Pengumuman sebagai bahan ajar; dan
- d. Penggunaan untuk kepentingan pendidikan dan pengembangan ilmu pengetahuan yang memungkinkan suatu Ciptaan dan/atau produk Hak Terkait dapat digunakan tanpa izin Pelaku Pertunjukan, Produser Fonogram, atau Lembaga Penyiaran.

Sanksi Pelanggaran Pasal 113

1. Setiap Orang yang dengan tanpa hak melakukan pelanggaran hak ekonomi sebagaimana dimaksud dalam Pasal 9 ayat (1) huruf i untuk Penggunaan Secara Komersial dipidana dengan pidana penjara paling lama 1 (satu) tahun dan/atau pidana denda paling banyak Rp100.000.000 (seratus juta rupiah).
2. Setiap Orang yang dengan tanpa hak dan/atau tanpa izin Pencipta atau pemegang Hak Cipta melakukan pelanggaran hak ekonomi Pencipta sebagaimana dimaksud dalam Pasal 9 ayat (1) huruf c, huruf d, huruf f, dan/atau huruf h untuk Penggunaan Secara Komersial dipidana dengan pidana penjara paling lama 3 (tiga) tahun dan/atau pidana denda paling banyak Rp500.000.000,00 (lima ratus juta rupiah).

**Mohammad Ischak, Astri Rinanti, Wegig Murwonugroho,
Mustamina Maulani, Ida Busnetty, Wawan Kurniawan
Ciptadhi Tri Oka Binartha, Emelia Sari, Abdul Aziz
Dzikra Yuhasyra, Asrilia Montimi.**

Teknologi Tepat Guna



Teknologi Tepat Guna

Edisi Pertama

Copyright©2023

Cetakan Pertama: Januari, 2023

Ukuran: 15,5cm x 23 cm; Halaman: xvi + 169

wi.2023.0180

Mohammad Ischak, Astri Rinanti, Wegig Murwonugroho, Mustamina Maulani, Ida Busnetty, Wawan Kurniawan, Ciptadhi Tri Oka Binartha, Emelia Sari, Abdul Aziz, Dzikra Yuhasyra, Asrilia Montimi.

Editor : Mustamina Maulani

Cover : Maulana Arifin

Tata letak : Dita Yuni Setiawati

Penerbit

Wawasan Ilmu

Anggota IKAPI (215/JTE/2021)

Leler RT 002 RW 006 Desa Kaliwedi Kec. Kebasen Kab. Banyumas Jawa Tengah 53172

Email : naskah.wawasanilmu@gmail.com

Web : <https://wawasanilmu.co.id/>

ISBN : 978-623-5493-98-5

All Right Reserved

Hak Cipta pada Penulis

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh isi buku ini dalam bentuk apapun, baik secara elektronis maupun mekanis, termasuk memfotokopi, merekam atau dengan sistem penyimpanan lainnya, tanpa izin tertulis dari penerbit.

KATA PENGANTAR

Puji syukur kita panjatkan kehadirat Allah SWT, karena melalui perkenanNya buku tentang Teknologi Tepat Guna (TTG) ini dapat diselesaikan. PKM sebagai salah satu dharma yang harus dilakukan oleh dosen sebagai insan Perguruan Tinggi merupakan media untuk mengimplementasikan pengetahuan dan keterampilan kepada masyarakat dengan tujuan untuk meningkatkan kualitas sekaligus menyelesaikan permasalahan yang dihadapi oleh masyarakat baik di perkotaan maupun di pedesaan. Hadirnya buku Teknologi Tepat Guna ini diharapkan dapat menjadi referensi bagi dosen selaku pelaksana PKM untuk terus menemukan dan mengembangkan teknologi yang sesuai dengan kebutuhan masyarakat, dapat menjawab permasalahan masyarakat, tidak merusak lingkungan, dapat dimanfaatkan dan dipelihara oleh masyarakat secara mudah, mempertimbangkan kearifan local serta menghasilkan nilai tambah dari aspek ekonomi dan aspek lingkungan. Dengan demikian, para pelaksana PKM dapat lebih mudah mengintegrasikan pelaksanaan Tridharma Perguruan Tinggi khususnya untuk melaksanakan PKM yang didanai oleh intitusi eksternal seperti Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset dan Teknologi serta sumber pendanaan eksternal lainnya.

Sebagai langkah awal, buku ini memuat rincian dan referensi enam bidang penerapan TTG, yaitu bidang pertanian, pendidikan, kesehatan, lingkungan, transportasi dan logistik, serta Usaha Mikro, Kecil dan Menengah (UMKM). Untuk merespon perkembangan internal maupun eksternal, diharapkan dapat diterbitkan buku berikutnya dengan mengusung penerapan TTG pada bidang-bidang lainnya.

Meskipun buku ini telah disusun dengan mempertimbangkan banyak hal, namun buku ini masih jauh dari kesempurnaan. Oleh

karena itu masukan-masukan dari semua pihak sangat diharapkan untuk kemajuan dan peningkatan kualitas program-program PKM.

DUMMY BOOK CV. WAWASAN ILMU

DAFTAR ISI

Kata Pengantar.....	v
Daftar Isi	vii
Daftar Tabel.....	x
Daftar Gambar.....	xi
Bab 1	
Pendahuluan	1
Bab 2	
Filososi Teknologi Tepat Guna	5
2.1 Asal Usul Teknologi Tepat Guna.....	9
2.2 Manfaat Teknologi Tepat Guna Untuk Kemajuan Peradaban Masyarakat.....	12
2.3 Teknologi.....	13
2.4 Inovasi	15

Bab 3

Sejarah dan Perkembangan Teknologi Tepat Guna	19
--	-----------

Bab 4

Penerapan Teknologi Tepat Guna Untuk Percepat Kemajuan Desa.....	23
---	-----------

4.1	Kondisi Desa di Indonesia dan Kemajuan desa berbasi SDGs.....	23
4.2	Penerapan Teknologi Tepat Guna Bidang Pertanian	32
4.3	Penerapan Teknologi Tepat Guna Bidang Lingkungan.....	58
4.4	Penerapan Teknologi Tepat Guna di Sektor Usaha Kecil Menengah (UKM)	65
4.5	Penerapan Teknologi Tepat Guna untuk Tingkatkan Kualitas Pendidikan di Desa	72
4.6	Penerapan Teknologi Tepat Guna untuk Sektor Kesehatan (Wabah Penyakit, Obat Tradisional).....	76

Bab 5

Penerapan Teknologi Tepat Guna Di Perkotaan	103
--	------------

5.1	Pembuatan Lubang Resapan Biopori (LRB)	106
5.2	Pembuatan Pupuk Bokashi	108
5.3	Program 3R (<i>Reduce, Reuse, Recycle</i>)	110
5.4	Teknologi Tepat Guna Hidroponik	111

5.5	Penerapan Teknologi Digital Marketing	115
5.6	Teknologi Tepat Guna Warung Pintar	116
5.7	Platform Digital untuk Pendidikan.....	117
5.8	Teknologi Pompa ASI.....	122

Bab 6

Strategi Perencanaan Pengabdian Masyarakat Berbasis

Teknologi Tepat Guna..... 127

6.1	Prinsip Dasar Perancangan Program Pengabdian Masyarakat.....	128
6.2	Framework Pengukuran Tingkat Kesiapan Teknologi.....	130
6.3	Metode Kaji Dampak dengan Metode Social Return Of Investment (SROI)	138

Bab 7

Eskalasi Program Pengabdian Kepada Masyarakat (PKM)

berbasis Penerapana Teknologi Tepat Guna untuk

Perubahan Sosial 147

7.1	Eskalasi Program Pengabdian Masyarakat.....	147
7.2	Inovasi	150
7.3	Perbedaan CSR dan CSI (Pengertian, Contoh, Startegi Mengkscale up TTG jadi CSI)	157

DUMMY BOOK CV. WAWASAN ILMU

DAFTAR TABEL

Tabel 1.	Kondisi desa di Indonesia berdasarkan Indeks Desa Membangun 15	26
Tabel 2.	Tabel TKT/TRL 79	134
Tabel 3.	Perubahan Kondisi Masyarakat Desa Andungbiru 83	142
Tabel 4.	Analisis Manfaat dan Biaya	143
Tabel 5.	Prediksi pendapatan Penduduk Andungbiru 2020 Sampai Dengan 2030	144
Tabel 6.	Perbedaan CSR dan CSI 91	158
Tabel 7.	CSR Perusahaan	163

DUMMY BOOK CV. WAWASAN ILMU

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.	Teknologi Tepat Guna di Masyarakat	6
Gambar 2.	MEKUTUS (Mesin Kukus Telur Asin) di Jawa Timur	7
Gambar 3.	Biogas di Desa Karanganyar	8
Gambar 4.	Masyarakat Memanfaatkan Teknologi Tepat Guna	8
Gambar 5.	Dr. Ernst Friedrich “Fritz” Schumacher, Pencetus Teknologi Tepat Guna	10
Gambar 6.	Teknologi Tepat Guna di Negara Berkembang (Inkubator Bayi)	11
Gambar 7.	Teknologi Tepat Guna di Negara Maju	11
Gambar 8.	Manfaat Teknologi Tepat Guna bagi Masyarakat Menengah ke Bawah	12
Gambar 9.	Manfaat Teknologi Tepat Guna bagi Masyarakat Menengah ke Atas	12
Gambar 10.	Teknologi pada Masa Peradaban Kuno	13
Gambar 11.	Teknologi di Era Modern	14
Gambar 12.	Contoh Inovasi Olahan Ternak	15
Gambar 13.	Tujuan dan Dampak Inovasi	16
Gambar 14.	Bonggol pisang	35
Gambar 15.	Unit panen BSF	38
Gambar 16.	Vermikompos	40

Gambar 17. Unit Vermicomposting	41
Gambar 18. Penyemaian bibit dengan teknik soil block	43
Gambar 19. Proses pencetakan soil block.....	44
Gambar 20. Kebakaran Hutan	46
Gambar 21. Pengolahan lahan tanpa bakar dengan cara manual.....	46
Gambar 22. Budikdamber ikan lele-kangkung	49
Gambar 23. Tumpang sari cabai dan bawang merah	50
Gambar 24. Tanaman tomat dengan pengaplikasian EM....	52
Gambar 25. Sistem Irigasi Otomatis.....	55
Gambar 26. Paprika tanpa dan dengan paprika edible coating	57
Gambar 27. Bioreaktor penghasil biogas berbahan dasar kotoran sapi.....	60
Gambar 28. Briket dari daun kering.....	62
Gambar 29. Subsurface Flow Constructed Wetland	64
Gambar 30. Mesin Pengaduk Dodol Karangampel	68
Gambar 31. Model canting elektronik dengan pemanas PTC	70
Gambar 32. Green house di Pangandaran Gugi Samugya.....	71
Gambar 33. Platform Gerakan Mengajar Desa (GMD)	74
Gambar 34. Gerakan Mengajar Desa di Garut	75
Gambar 35. Perakitan mesin grinder rempah.....	78

Gambar 36. Tampilan menu ensiklopedia tanaman obat aplikasi berbasis android.....	79
Gambar 37. Mie sagu.....	81
Gambar 38. Mouthwash Daun Sirih.....	83
Gambar 39. Teknologi Tepat Guna untuk Kemajuan Kota.....	104
Gambar 40. Teknologi Tepat Guna dalam Lingkungan di Area Perkotaan.....	106
Gambar 41. Lubang Resapan Biopori yang dibangun Dinas Sumber Daya Air, Pemerintah Provinsi DKI Jakarta	107
Gambar 42. Instalasi Budidaya Sayuran Hidroponik.....	112
Gambar 43. Media Digital Marketing.....	115
Gambar 44. Contoh Fitur Platform Pencatatan Keuangan Otomatis.....	116
Gambar 45. Aplikasi ruangguru dalam dunia pendidikan.....	118
Gambar 46. Enduro Student Program (ESP) Makassar.....	166
Gambar 47. Produk yoghurt GDF Ltd.....	167

DUMMY BOOK CV. WAWASAN ILMU

BAB 1

PENDAHULUAN

Dinamika persaingan global dan arus informasi yang tinggi pada saat ini di tengah isu masalah ekonomi, kesehatan, pendidikan, dan ketahanan pangan menjadikan kegiatan Pengabdian kepada Masyarakat (PkM) di Indonesia diarahkan untuk dapat membantu memecahkan tantangan tersebut. Indonesia sebagai negara yang memiliki sumber daya alam melimpah, akan tetapi dalam kenyataan di lapangan pada proses pengelolaannya belum dapat dimanfaatkan oleh masyarakat secara maksimal, sehingga produktivitasnya rendah dan berimplikasi terhadap rendahnya daya saing. Selain itu, jumlah penduduk Indonesia yang mencapai 273 juta jiwa yang terus meningkat pada setiap tahunnya menjadi sebuah ancaman krisis ketahanan pangan dan energi serta kesehatan.

Ketersediaan pasokan pangan dan energi yang tidak sebanding dengan jumlah penduduk yang ada menjadi penguat ancaman krisis tersebut. Adanya prediksi puncak bonus demografi yang akan dialami Indonesia pada tahun 2030 menciptakan jumlah masyarakat usia produktif lebih tinggi dibandingkan usia tidak produktif, teta-

pi apabila tidak dikelola dengan baik akan mengakibatkan adanya ledakan jumlah pengangguran. Isu-isu dari berbagai sektor tersebut saling berkaitan dan berhubungan sehingga jika tidak ditangani secara serius dan sistematis, dapat berimplikasi menimbulkan ketergantungan masyarakat terhadap pihak asing dan tidak terwujudnya kemandirian ekonomi nasional. Salah satu upaya yang dapat dilakukan untuk menghadapi tantangan tersebut, yaitu mengimplementasikan Teknologi Tepat Guna (TTG) dalam pemberdayaan masyarakat pada berbagai aspek kehidupan.

Saat ini perkembangan dan pemanfaatan teknologi tidak jarang memberikan dampak buruk seperti pencemaran lingkungan dan timbulnya limbah yang tidak diolah dengan baik. Selain itu dampak buruk lainnya yaitu biaya operasional TTG yang tidak ekonomis serta tidak mudah digunakan oleh masyarakat lokal. Tidak jarang penggunaan teknologi tidak sesuai dengan masalah yang terjadi, sehingga teknologi tersebut tidak termanfaatkan secara optimal oleh masyarakat dan tidak menjadi solusi yang tepat untuk mengatasi permasalahan tersebut. Peraturan Menteri Desa Pembangunan Daerah Tertinggal, dan Transmigrasi Republik Indonesia Nomor 23 Tahun 2017 tentang Pengembangan dan Penerapan Teknologi Tepat Guna dalam Pengelolaan Sumber Daya Alam Desa, menyatakan bahwa Teknologi Tepat Guna (TTG) adalah teknologi yang sesuai dengan kebutuhan masyarakat, dapat menjawab permasalahan masyarakat, tidak merusak lingkungan, dapat dimanfaatkan dan dipelihara oleh masyarakat secara mudah, serta menghasilkan nilai tambah dari aspek ekonomi dan aspek lingkungan. Teknologi Tepat Guna (TTG) juga dapat dideskripsikan sebagai wujud nyata solusi strategis penyelesaian isu-isu krusial di atas melalui pengembangan ilmu yang saling integrasi-holistik, lebih kontekstual, dan implementatif terhadap realita sosial dan zaman, sehingga dapat mewujudkan kebijakan PkM yang tepat. Berdasarkan Instruksi Presiden Nomor 3 tahun 2001 tentang Pengembangan dan Penerapan Teknologi Tepat Guna, dikemukakan bahwa pemanfaatan

TTG secara optimal dapat meningkatkan pendapatan masyarakat, memberikan nilai tambah produk, perbaikan kualitas dan membantu dalam mewujudkan usaha produktif yang efisien. Hal tersebut akan berjalan dengan baik apabila implementasi TTG dilakukan bersamaan dengan pendayagunaan semua aspek sumberdaya lokal yang meliputi alam, manusia, teknologi, sosial secara berkelanjutan sehingga dapat memberikan nilai tambah untuk meningkatkan kesejahteraan masyarakat.

Berdasarkan hal tersebut, untuk melaksanakan penelitian dan PkM berbasis penerapan TTG yang berdampak luas dibutuhkan kerjasama dan kolaborasi antara potensi sumber daya manusia (*knowledge based*) dan sumber daya alam (*resource based*) dengan berorientasi pada *outward looking*. Namun, dalam mendesain program penelitian dan PkM yang sesuai dengan permasalahan masyarakat seringkali sumber-sumber kajian yang tersedia sangat acak, sehingga dosen sebagai pelaksana PkM kesulitan untuk dapat menentukan target yang jelas dan terukur. Oleh karena itu, untuk mendukung terwujudnya kegiatan unggulan program penelitian dan PkM tersebut, disusunlah buku ini untuk dijadikan referensi dan media *transfer knowledge* penerapan TTG yang dapat menjadi model bagi penyelesaian permasalahan sosial di masyarakat. Selain itu, dengan adanya buku ini diharapkan dapat menjadi pematik dan pendorong produktivitas penelitian para dosen dan mahasiswa dalam kegiatan penelitian dan PkM berbasis penerapan TTG.

Buku ini tersusun atas tujuh bab dengan enam bidang penerapan TTG, yaitu bidang pertanian, pendidikan, kesehatan, lingkungan, transportasi dan logistik, serta UMKM. Bab kedua tentang filosofi TTG berisi deskripsi teknologi dan inovasi serta karakter TTG. Bab tiga menjelaskan sejarah dan perkembangan TTG. Bab empat menjelaskan tentang penerapan TTG untuk percepat pengembangan masyarakat dan wilayah, yang meliputi bidang pertanian, kesehatan, pendidikan, lingkungan (sanitasi), dan Usaha Kecil Menengah (UKM). Bab lima berisi pembahasan penerapan TTG untuk mem-

percepat kemajuan kota (urban) dengan karakteristik masyarakat kota yang berbeda dengan masyarakat di pedesaan (sub urban), di bidang pendidikan, kesehatan, IKM (Industri Kecil Menengah), transportasi dan logistik, serta lingkungan. Bab enam berisi tentang strategi penyusunan program penelitian dan PkM guna mendapatkan pendanaan yang meliputi pembahasan perancangan program, *Framework* penyusunan program, metode kaji dampak dengan *Social Return of Investment* (SROI), serta analisis isu dan kebutuhan. Bab tujuh menjelaskan tentang strategi eskalasi penerapan TTG untuk perubahan sosial sehingga berpotensi mendapatkan dukungan tanggung jawab sosial perusahaan (*Corporate Social Responsibility*-CSR) maupun pencapaian *Costumer Satisfaction Index* (CSI), yaitu skala pengukuran yang menggambarkan tingkat kepuasan konsumen terhadap suatu produk.

BAB 2

FILOSOFI TEKNOLOGI TEPAT GUNA

Teknologi Tepat Guna (TTG) adalah teknologi yang sesuai atau cocok dengan kebutuhan masyarakat. Teknologi Tepat Guna merupakan peralihan antara teknologi yang bersifat tradisional dengan teknologi maju karena TTG dirancang sedemikian rupa, yang disesuaikan dengan aspek-aspek lingkungan, budaya, sosial, politik dan ekonomi dari suatu masyarakat dengan prinsip sederhana, terjangkau, mudah diimplementasikan serta dapat dimanfaatkan dalam jangka waktu yang lama. Salah satu tujuan implementasi TTG adalah untuk meningkatkan kesejahteraan masyarakat. TTG diharapkan dapat membantu kebutuhan masyarakat, memberikan solusi atas permasalahan masyarakat sesuai dengan kondisi ekonomi namun tidak merusak lingkungan, bahkan diharapkan dapat memberikan nilai tambah baik secara ekonomi maupun lingkungan. Teknologi Tepat Guna merepresentasikan pengalihan sosial dan budaya dari suatu inovasi. Teknologi dianggap “tepat” bila bersifat konsisten dan dapat diterima secara budaya, sosial, ekonomi dan politik masyarakat tempat teknologi itu digunakan. Dengan kata

lain TTG harus mandiri, tidak berbenturan terhadap budaya setempat yang khas serta terus memberikan dampak positif terkait relevansi teknologi dengan kesejahteraan penduduk setempat.



Gambar 1. Teknologi Tepat Guna di Masyarakat
(Sumber: Antara Jatim. <https://jatim.antaranews.com/berita/243049/inovasi-teknologi-tepat-guna>)

Berdasarkan definisi TTG dapat diketahui bahwa fungsi TTG diantaranya dapat digunakan sesuai dengan kebutuhan masyarakat setempat secara mandiri dan mengurangi ketergantungan dari pihak luar, mengeluarkan biaya yang relatif murah, secara teknis cukup sederhana dan mudah untuk dipelihara, serta ramah lingkungan. Contoh penerapan TTG adalah pembuatan MEKUTUS (Mesin Kukus Telur Asin) di Jawa Timur untuk mengurangi resiko pemasakan telur asin. Sasaran TTG ini adalah Usaha Kecil Menengah (UKM) yang bergerak di peternakan bebek dan produsen telur asin. MEKUTUS dirancang untuk mempermudah para pelaku UKM dalam memproduksi telur asin kukus dengan mempersingkat waktu proses pengukusan, mengurangi tingkat resiko retak atau pecah pada telur dan menghemat biaya untuk bahan bakar (Wahyudi *et al.*, 2019).



Gambar 2. MEKUTUS (Mesin Kukus Telur Asin) di Jawa Timur
(Sumber: Wahyudi [et al.](#), 2019)

Selain itu contoh lain TTG adalah biogas yang diaplikasikan di desa Karanganyar Kabupaten Sukoharjo. Biogas merupakan gas yang dihasilkan dari aktivitas anaerobik atau fermentasi bahan organik. Desa Karanganyar memiliki cukup banyak peternak dan petani yang merangkap sebagai peternak sapi. Sapi yang ditenakkan setiap harinya menghasilkan kotoran. Seekor sapi bisa menghasilkan kotoran lebih dari 20 kg untuk sapi dewasa dan 10 kg untuk anak sapi per hari sehingga berpotensi menimbulkan pencemaran bila kotoran sapi tidak diolah dengan baik. Untuk mengatasi masalah tersebut dilakukan pembuatan instalasi biogas. Pembuatan biogas berbahan baku kotoran sapi sebagai substrat yang difermentasikan merupakan TTG yang mudah diaplikasikan di lapangan. Hal tersebut diharapkan dapat meningkatkan kesadaran dan kepedulian masyarakat terkait lingkungan serta menciptakan peluang ekonomi baru dari sumber daya kotoran sapi yang berlimpah tersebut (Utami dan Handayanta, 2018).



Gambar 3. Biogas di Desa Karanganyar
(Sumber: Utami dan Handayanta, 2018)



Gambar 4. Masyarakat Memanfaatkan Teknologi Tepat Guna
(Sumber: Kompas.com. <https://www.kompas.com/global/read/2021/10/30/050000870/lampu-jalan-di-desa-kami-ditenagai-listrik-dari-biogas-bagian-1>)

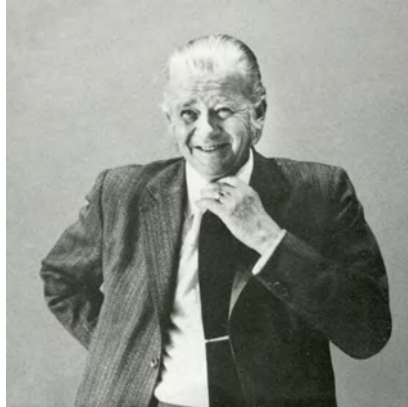
Manfaat TTG dapat dirasakan langsung oleh masyarakat setempat karena hal tersebut berkaitan dengan kehidupan sehari-hari. Manfaat TTG biogas diantaranya dapat memenuhi kebutuhan energi sehari-hari yang semakin meningkat. Desain yang dibuat

pun relatif ramah pengguna sehingga memudahkan penduduk yang kurang berpendidikan untuk menggunakannya dan melakukan pemeliharaan instalasi tersebut. Dengan kata lain TTG dibuat dari masyarakat dan untuk masyarakat itu sendiri sehingga masyarakat menjadi terbantu.

TTG juga bermanfaat dalam meningkatkan kesejahteraan masyarakat. hal tersebut dapat dilihat dari pemenuhan kebutuhan dengan memecahkan masalah yang dihadapi masyarakat dan juga meningkatkan hasil produksi dari biasanya setelah adanya teknologi tepat guna ini. Manfaat lainnya adalah mudah dimengerti mekanismenya, mudah diterapkan serta dibuat untuk dapat menangani penggunaan dan kondisi yang kasar.

2.1 Tokoh Penting Teknologi Tepat Guna

Berbicara mengenai TTG, tokoh penting yang sering dikaitkan dengan TTG adalah Mohandas Karamchand Gandhi. Pada mulanya, konsep TTG belum memiliki nama seperti sekarang, namun Gandhi sudah memulai penggunaan teknologi sederhana untuk membantu desa-desa di India agar menjadi mandiri. Teknologi tersebut berbasis kearifan lokal dan sebagian besar berada di pedesaan. Dalam usahanya untuk memulai mengembangkan masyarakat dan wilayah di India, Gandhi mendirikan organisasi *the-All India Spinners Association* dan *the-All India Village Industries Association*. Kedua organisasi tersebut memiliki fokus pada teknologi berbasis sumber daya di pedesaan yang tumbuh pesat beberapa decade setelah itu. Kemudian muncul sebuah kelompok yang dikenal dengan *Gandhian Economists* yang mendirikan *the-Appropriate Technology Association of India*, yang merupakan salah satu organisasi TTG. Selain Gandhi, tokoh lain yang memainkan peran kunci dalam mempopulerkan TTG di seluruh dunia ialah Dr. Ernst Friedrich "Fritz" Schumacher. Schumacher merupakan seorang ekonom terkenal yang sebelumnya bekerja pada the British National Coal Board.



Gambar 5. Dr. Ernst Friedrich “Fritz” Schumacher, Pencetus Teknologi Tepat Guna
(Sumber: Schumacher Center. <https://centerforneweconomics.org/environment/legacy/ernst-friedrich-schumacher/>)

Berdasarkan pengalamannya di Burma dan India, Schumacher pertama kali mengembangkan idenya sebagai teknologi antara (*intermediate technology*) bukan “*appropriate technology*”. Schumacher membayangkan sebuah teknologi antara untuk dunia ketiga seperti cangkul dan traktor karena menurutnya teknologi antara seperti itu akan jauh lebih produktif dan lebih murah. Schumacher juga mendeskripsikan India sebagai sebuah negara yang berlimpah sumber daya dan tenaga kerja namun kekurangan modal.

Teknologi Tepat Guna cenderung diaplikasikan di negara berkembang. Masyarakat di negara berkembang memandang TTG sebagai alat utama untuk memenuhi kebutuhan dasar bagi ratusan juta orang yang sebagian besar tersisih akibat proses pembangunan. Salah satu alasan mengapa negara berkembang membutuhkan TTG adalah kondisi pembangunan sosial ekonomi yang buruk.



Gambar 6. Teknologi Tepat Guna di Negara Berkembang (Inkubator Bayi)

(Sumber: Mobgenic. <https://www.mobgenic.com/pemanfaatan-teknologi-murah-tepat-guna-di-negara-negara-berkembang/>)



Gambar 7. Teknologi Tepat Guna di Negara Maju

(Sumber: Viva.co.id. <https://www.viva.co.id/arsip/932529-7-7-1930-amerika-membangun-bendungan-raksasa>)

Negara berkembang umumnya adalah negara agraris yang masyarakatnya tinggal di pedesaan, memiliki pendapatan rendah, infrastruktur yang tidak memadai, timbulnya masalah kesehatan dan fasilitas sanitasi, kurangnya literasi dan kekurangan sumber daya fiskal yang kronis. Namun, negara-negara berkembang memiliki banyak tenaga kerja, sumber daya di pedesaan yang luas dan kumpulan sumber daya pertanian maupun pertambangan yang belum dimanfaatkan.

2.2 Manfaat Teknologi Tepat Guna Untuk Kemajuan Peradaban Masyarakat

Kemajuan peradaban masyarakat tidak terlepas dari kemajuan teknologi. Manusia akan terus mengembangkan cara berpikirnya sehingga terjadi kemajuan cara berpikir manusia yang menghasilkan pemikiran-pemikiran yang mampu mengubah bahkan membentuk suatu konsep yang menguntungkan bagi manusia dan juga lingkungan.



Gambar 8. Manfaat Teknologi Tepat Guna bagi Masyarakat Menengah ke Bawah

(Sumber: itp.ac.id. <https://itp.ac.id/baca/teknologi-tepat-guna>)



Gambar 9. Manfaat Teknologi Tepat Guna bagi Masyarakat Menengah ke Atas

(Sumber: <https://wahanalistrik.com/wl-hukum-listrik/ini-penjelasan-mengapa-harga-teknologi-pembangkit-ebt-mahal>)

Kemajuan berpikir memberikan dampak bagi kemajuan teknologi yang memberikan keuntungan bagi manusia itu sen-

diri. Teknologi tepat guna sebagaimana kita tahu adalah sebuah teknologi yang cocok dengan kebutuhan masyarakat yang sangat berpotensi memberikan kesejahteraan kepada masyarakat yang bersangkutan. Manfaat dari teknologi tepat guna biasa dirasakan oleh masyarakat menengah ke bawah karena teknologi tepat guna memiliki karakteristik murah yang berarti memiliki modal yang tidak besar, namun hal tersebut tidak dapat dipungkiri untuk digunakan oleh masyarakat menengah ke atas. Hal tersebut dapat disesuaikan dengan kebutuhan-kebutuhan ataupun permasalahan yang terjadi yang nantinya akan diimplementasikan pada teknologi tepat guna. Manfaat dari teknologi tepat guna akan serta merta ikut membantu kemajuan dari peradaban masyarakat itu sendiri.

2.3 Teknologi

Teknologi sering diidentikkan dengan perangkat keras baik itu berupa mesin, pabrik, telepon, fasilitas penyimpanan. Sebenarnya, teknologi juga dapat mencakup aspek perangkat lunak seperti pengetahuan, pengalaman, pendidikan, dan teknik manajemen. Date, (1981) mendefinisikan teknologi sebagai keterampilan, pengetahuan, prosedur untuk membuat, menggunakan, dan melakukan sesuatu untuk memudahkan manusia dalam melakukan pekerjaan, serta dapat meningkatkan efisiensi untuk memperoleh hasil kerja tersebut. Penggunaan teknologi diawali dengan perubahan sumber daya oleh alat-alat sederhana.



Gambar 10. Teknologi pada Masa Peradaban Kuno
(Sumber: Utakatikotak <https://www.utakatikotak.com/Sejarah-Roda/kongkow/detail/19006>)



Gambar 11. Teknologi di Era Modern

(Sumber: Wartaekonomi. <https://www.wartaekonomi.co.id/read235191/tantangan-dan-masa-depan-indonesia-dalam-era-industri-40.html>)

Teknologi merupakan hal penting di era modern ini. Di era digital ini, banyak bentuk dan jenis teknologi yang diciptakan oleh manusia. Berkembangnya zaman dan kebutuhan manusia seringkali teknologi tidak selalu memberikan dampak positif, terutama bagi masyarakat kurang mampu dan kurang berpendidikan. Beberapa teknologi yang membutuhkan biaya yang besar serta penggunaan yang rumit. Selain itu, perkembangan teknologi seringkali menimbulkan limbah sebagai produk sampingan yang apabila tidak dikelola dengan baik, berpotensi memberikan dampak buruk bagi lingkungan dan manusia. Dengan demikian, dibutuhkan teknologi tepat guna untuk mempermudah pekerjaan dan aktivitas sehari-hari dengan biaya yang terjangkau oleh masyarakat pengguna teknologi tepat guna tersebut.

Telah disebutkan sebelumnya oleh Date, (1981) bahwa teknologi tidak hanya berupa mesin, peralatan, atau instrument, namun teknologi dapat berupa keterampilan, pengetahuan, atau prosedur maka kita dapat menciptakan teknologi tepat guna dengan memasukkan aspek sosio-ekonomi dan budaya. Teknologi tepat guna juga dapat berupa ide pemikiran mengingat pada era globalisasi ini, masyarakat memiliki dorongan yang kuat untuk memanfaatkan teknologi yang menguntungkan dirinya.

2.4 Inovasi

Inovasi merupakan suatu penciptaan ide baru yang diimplementasikan ke dalam produk, proses, prosedur atau layanan baru. Inovasi diartikan sebagai “peningkatan”, bersifat sistematis, menyebabkan perubahan pada semua atau beberapa elemen sistem, menghasilkan kualitas yang lebih baik dan “melanggar” aturan lama. Melalui adanya proses implementasi, inovasi atau ide baru yang dikembangkan akan dikomersialkan menjadi suatu produk baru dengan pengurangan biaya dan peningkatan produktivitas.



Gambar 12. Contoh Inovasi Olahan Ternak

(Sumber: Litbang Kemendagri <https://litbang.kemendagri.go.id/website/inovasi-olahan-ternak-bisa-jadi-kunci-kesejahteraan-masyarakat/>)

Tujuan sebuah inovasi adalah untuk memaksimalkan keuntungan, meningkatkan efisiensi proyek sosial, serta menjamin pertumbuhan ekonomi yang berkelanjutan. Inovasi merupakan suatu penemuan atau ide yang telah di komersialisasi. Inovasi teknologi adalah pengetahuan tentang komponen, metode, proses dan teknik yang dimasukkan ke dalam suatu produk atau jasa, dapat berupa produk atau layanan baru yang bertujuan untuk memenuhi kebutuhan pasar. Teknologi tepat guna berpotensi menghasilkan sebuah inovasi untuk meningkatkan daya jual dan fungsi suatu produk. Dengan inovasi kita mampu menciptakan teknologi-teknologi baru dengan kualitas yang lebih baik.

Inovasi TTG semakin menjadi hal yang penting dalam meningkatkan produktivitas, kebutuhan pasar dan nilai tambah, karena inovasi pada TTG merupakan kombinasi antara teknologi yang rel-

evan dan kebutuhan masyarakat menuju kehidupan yang layak dan lebih baik dari sebelumnya. Inovasi dapat dibagi menjadi 3 jenis yaitu:

- 1) Inovasi proses yang berfokus pada penyediaan sarana untuk menjaga dan meningkatkan kualitas dengan biaya yang hemat. Inovasi proses sendiri dibagi menjadi 2 yaitu inovasi teknologi yang berarti mengubah atau meningkatkan proses produksi dengan teknologi dan inovasi organisasi yang berarti mengubah struktur, strategi maupun administrasi ke arah yang lebih baik, efektif, dan efisien.
- 2) Inovasi produk yang umumnya menghasilkan peningkatan pendapatan, dan
- 3) Inovasi pasar yang berfokus pada peningkatan dan perluasan target pasar.



Gambar 13. Tujuan dan Dampak Inovasi
(Sumber: Beritasatu. <https://www.beritasatu.com/archive/192576/pus-bang-teknologi-tepat-guna-lipi-subang-diresmikan>)

Teknologi Tepat Guna memiliki karakteristik terdesentralisasi yang bermakna memiliki skala kecil namun diharapkan sesuai dengan situasi kondisi pasar dan komunitas setempat. Karakteristik lainnya adalah sederhana, dengan tujuan menghindari keterampilan manufaktur yang canggih, sebuah organisasi dan juga keuangan

yang rumit yang tidak mudah diimplementasikan. Teknologi Tepat Guna juga memiliki karakteristik murah, tidak padat modal atau tidak membutuhkan modal besar yang sulit terpenuhi. Karakteristik lainnya adalah non-violent atau teknologi yang ada sepenuhnya berada di bawah kendali manusia sehingga tidak menimbulkan efek samping yang tidak diinginkan. Yang terakhir, TTG memiliki karakteristik padat karya yaitu dapat dilaksanakan oleh sekelompok masyarakat.

Kesesuaian teknologi tidak hanya terpaku pada lapangan kerja ataupun penggunaan dan pemanfaatan sumber daya alam, melainkan juga mencakup bagaimana teknologi tersebut mudah untuk dirawat, cocok atau sesuai dengan infrastruktur yang ada, ramah lingkungan, dan efisien dalam menggunakan sumber daya alam yang langka.

DAFTAR PUSTAKA

- Wahyudi, H., Jumi'ati, N., & Aini, N. 2019. Teknologi Tepat Guna "MEKUTUS" Guna Mengurangi Resiko Pemasakan Telur Asin. Prosiding PKM-CSR, Vol 2, 1189-1197.
- Date, A.W. (1981). Understanding Appropriate Technology. Indian Institute of Technology, India.
- Wahyudi, J., Prayitno, H. T., & Astuti, A. D. 2018. Pemanfaatan Limbah Plastik Sebagai Bahan Baku Pembuatan Ba Riset dan Konseptual, 3(3), 280-286.
- Utami, B. W., & Handayanta, E. 2018. Revitalisasi Instalasi Biogas Sebagai Stimulus Menuju Desa Mandiri Energi di Desa Karanganyar Kecamatan Weru Kabupaten Sukoharjo. Prosiding PKM-CSR, Vol.1: 340-348. E-ISSN: 2655-3570.
- Wahyudi, S. 2019. Teori Inovasi: Sebuah Tinjauan Pustaka. Jurnal Valuta, 5(2), 93-101. ISSN: 2502-1419.

DUMMY BOOK CV. WAWASAN ILMU

BAB 3

SEJARAH DAN PERKEMBANGAN TEKNOLOGI TEPAT GUNA

Perkembangan Teknologi Tepat Guna pada mulanya diindikasikan oleh adanya suatu konsep pemanfaatan teknologi berbasis sub-urban yang memberikan keuntungan kepada masyarakat pedesaan dan membantu desa-desa di India menjadi mandiri yang dibangun serta diinisiasi oleh Mahatma Gandhi. Pada tahun 1925 Gandhi mendirikan the *All-India Spinners Association* dan setelah beliau pensiun dari dunia politik pada tahun 1935, beliau mendirikan the *All-India Village Industries Association* (Gandhian Institution, 2022). Pada zaman yang sama, Cina menerapkan kebijakan yang mirip dengan Teknologi Tepat Guna di era kepemimpinan Mao Zedong, yaitu munculnya ide “berdiri di atas kaki sendiri” (*walking on two legs*) pada saat revolusi kebudayaan Cina, yang kemudian menjadi faktor pendorong industri berskala pedesaan.

Tokoh yang berperan penting dalam era perkembangan TTG selanjutnya adalah Dr. E. F. Schumacher yang pada mulanya membuat gerakan ideologis yang sering diartikan *Intermediate Technology*

atau Teknologi Antara. Ide yang menarik tersebut diuraikan dalam bukunya yang berjudul *Small is Beautiful: A Study of Economics as if People Mattered*. *Intermediate Technology* pertama kali diperkenalkan pada Komisi Perencanaan India (*Indian Planning Commission*) dengan alasan India memiliki tenaga kerja berlimpah namun tidak punya modal sehingga untuk mengatasi hal tersebut diperkenalkan Teknologi Antara untuk Industri (*Intermediate Industrial Technology*). Pada akhirnya, *Intermediate Industrial Technology* terbukti menjadi solusi untuk memanfaatkan surplus tenaga kerja di India tersebut.

Pada tahun 1955 Schumacher mempublikasikan artikel ilmiah "*Buddhist Economic*" yang menjadi senjata dalam mengkritik pengaruh ekonomi barat pada negara-negara berkembang. Schumacher mengapresiasi dan memberikan penghargaan terhadap ide-ide Mahatma Gandhi karena ide tersebut membuat desa-desa di India menjadi mandiri dengan mengembangkan teknologi lokal. Selanjutnya pada tahun 1966 Schumacher mendirikan *Intermediate Technology Development Group* (ITDG). Pendekatan ITDG mendapat perhatian pada tahun 1960-an sebagai gerakan sosial dan gerakan Lingkungan Hidup selama krisis energi yang terjadi pada tahun 1970-an. Organisasi ITDG memperlihatkan dan mengadvokasikan pembangunan berkelanjutan melalui pemanfaatan teknologi untuk mengurangi kemiskinan di negara-negara berkembang dan hingga saat ini organisasi ini masih aktif beroperasi.

Teknologi Tepat Guna selanjut makin berkembang saat terjadinya krisis energi pada tahun 1970-an. Penerapan TTG mulai diadopsi baik oleh negara berkembang maupun negara maju. Istilah TTG digunakan pada dua area yaitu;

- 1) penggunaan teknologi yang paling efektif untuk memenuhi keperluan negara-negara berkembang; dan
- 2) penggunaan teknologi yang dari segi sosial dan lingkungan dapat diterima di negara-negara industri .

Teknologi Tepat Guna mulai dikenal di Indonesia pada tahun 1980-an melalui Direktur Jenderal Pemberdayaan Masyarakat dan Desa (PMD) guna mempercepat pembangunan. Pada tahun 2003 program terkait TTG semakin digalakkan oleh Kementerian Dalam Negeri melalui program Fasilitas Pengelolaan Sumber Daya Alam (SDA) dan Pendayagunaan Teknologi Tepat Guna (TTG). Meskipun implementasi TTG telah dirasakan masyarakat Indonesia pada tahun 1990-an namun timbul permasalahan pemanenan hutan menggunakan teknologi modern, yaitu biaya operasi dan perawatan tinggi, partisipasi masyarakat lokal hampir tidak ada, dan kerusakan terhadap lingkungan tinggi. Untuk mengatasi permasalahan tersebut Pemerintah RI melalui Departemen Kehutanan mengeluarkan kebijakan berbasis partisipasi masyarakat dalam memanen hasil hutan, yaitu sumber daya manusia harus seimbang dengan teknologi yang digunakan untuk memanen. Kebijakan tersebut mengarah pada implementasi Teknologi Tepat Guna (*appropriate technology*). PT Surya Hutani di Kalimantan Timur mengimplemetasikan TTG dalam pemanen hasil hutan menggunakan kabel layang Koller 300 dan gergaji mesin.

Pada tahun 1989, LIPI sebagai Puslitbang Fisika Terapan-Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia mendirikan Balai Besar Pengembangan Teknologi Tepat Guna (B2PTTG) yang berkedudukan di Subang, Jawa Barat. Keberadaan B2PTTG ini didukung oleh United Nations Development Program (UNPD) dan Pemerintahan Kabupaten Subang. Sejak 1998 BPTTG berubah status menjadi Unit Pelaksana Teknis (UPT) BPTTG, dan selanjutnya organisasi tersebut berubah nama menjadi UPT Balai Besar Pengembangan Teknologi Tepat Guna. Sekarang organisasi tersebut dikenal sebagai Pusat Pengembangan Teknologi Tepat Guna. Sampai tahun 2013 telah dihasilkan sekitar 100 unit Teknologi Tepat Guna untuk beberapa jenis bidang.

DAFTAR PUSTAKA

Bombay Sarvodaya Mandal/Gandhi Book Centre and Gandhi Research Foundation. Diakses pada tanggal 14 Mei 2022, dari <https://www.mkgandhi-sarvodaya.org/chrono/under3.htm>

Schumacher, Ernst F. 1973. *Small Is Beautiful: A Study of Economics As If People Mattered*. New York: HarperCollins.

BAB 4

PENERAPAN TEKNOLOGI TEPAT GUNA UNTUK PERCEPATAN KEMAJUAN DESA

4.1 Kondisi Desa di Indonesia dan Kemajuan Desa

Menurut Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 6 Tahun 2014 Tentang Desa, dinyatakan bahwa desa adalah kesatuan masyarakat hukum yang memiliki batas wilayah yang berwenang untuk mengatur dan mengurus urusan pemerintahan, kepentingan masyarakat setempat berdasarkan prakarsa masyarakat, hak asal usul, dan/atau hak tradisional yang diakui dan dihormati dalam sistem pemerintahan Negara Kesatuan Republik Indonesia (UU RI, 2014). Klasifikasi status desa di Indonesia terdiri atas desa sangat tertinggal, desa tertinggal, desa berkembang, desa maju, dan desa mandiri.

Berdasarkan Peraturan Menteri Desa, Pembangunan Daerah Tertinggal dan Transmigrasi Republik Indonesia Nomor 2 Tahun 2016 Tentang Indeks Desa Membangun, dikenal batasan dan ciri lima tingkat status desa, yaitu:

- 1) Desa Mandiri merupakan desa yang memiliki kemampuan melaksanakan pembangunan desa untuk peningkatan kualitas hidup dan kehidupan sebesar-besarnya kesejahteraan masyarakat desa dengan ketahanan ekonomi, dan ketahanan ekologi secara berkelanjutan.
- 2) Desa Maju adalah desa yang memiliki potensi sumber daya sosial, ekonomi dan ekologi, serta kemampuan mengelolanya untuk peningkatan kesejahteraan masyarakat desa, kualitas hidup manusia, dan penanggulangan kemiskinan.
- 3) Desa Berkembang adalah desa yang memiliki potensi menjadi Desa Maju, yang memiliki potensi sumber daya sosial, ekonomi, dan ekologi tetapi belum dikelola secara optimal untuk peningkatan kesejahteraan masyarakat desa, kualitas hidup manusia dan penanggulangan kemiskinan.
- 4) Desa Tertinggal adalah desa yang memiliki potensi sumber daya sosial, ekonomi, dan ekologi tetapi belum atau kurang dikelola dengan baik untuk peningkatan kesejahteraan masyarakat desa, kualitas hidup manusia serta mengalami kemiskinan dalam berbagai bentuk.
- 5) Desa Sangat Tertinggal adalah desa yang mengalami kerentanan karena masalah bencana alam, guncangan ekonomi, dan konflik sosial sehingga tidak memiliki kemampuan mengelola potensi sumber daya sosial, ekonomi, dan ekologi, serta mengalami kemiskinan dalam berbagai bentuk

Pengelompokan tersebut berdasarkan status kemajuan dan kemandirian desa yang ditunjukkan oleh perhitungan Indeks Desa Membangun (IDM). IDM adalah indeks komposit yang dibentuk berdasarkan tiga indeks, yaitu

- 1) Indeks ketahanan sosial, meliputi pendidikan, kesehatan, modal sosial, dan permukiman.
- 2) Indeks ketahanan ekonomi meliputi keragaman produksi masyarakat, akses pusat perdagangan dan pasar, akses logistik, ak-

ses perbankan dan kredit, dan keterbukaan wilayah.

- 3) Indeks ketahanan ekologi/lingkungan meliputi kualitas lingkungan, bencana alam, dan tanggap bencana.

Peraturan Presiden (Perpres) Nomor 59 tahun 2017 tentang tujuan pembangunan berkelanjutan nasional menyebutkan terdapat 17 tujuan pembangunan berkelanjutan nasional (SDGs, *Sustainable Development Goals*). Pengembangan perangkat indikator dan variabel Indeks Desa Membangun (IMD) disusun dengan mengadopsi sistem SDGs Desa (*Sustainable Development Goals Desa*) yaitu 18 tujuan pembangunan berkelanjutan desa. Pemutakhiran data IMD dilakukan oleh Dirjen Pembangunan dan pemberdayaan Masyarakat Desa. Tujuan-tujuan SDGs desa, diantaranya adalah desa tanpa kemiskinan, desa tanpa kelaparan, desa sehat dan sejahtera, pendidikan desa berkualitas, keterlibatan perempuan desa, desa layak air bersih dan sanitasi, desa berenergi bersih dan terbarukan, pertumbuhan ekonomi desa merata, infrastruktur dan inovasi desa sesuai kebutuhan, desa tanpa kesenjangan, kawasan pemukiman desa aman, konsumsi dan produksi desa sadar lingkungan, tanggap perubahan iklim, desa peduli lingkungan laut, desa peduli lingkungan darat, desa damai berkeadilan, kemitraan untuk pembangunan desa, dan kelembagaan desa dinamis dan budaya desa adaptif (Kementerian Desa Pembangunan Daerah Tertinggal, dan Transmigrasi Republik Indonesia, 2020).

Berdasarkan sistem informasi desa pada tahun 2020 di Indonesia terdapat sebanyak 69.826 desa dan pada tahun 2021 mengalami peningkatan menjadi 74.961 desa. Merujuk pada status IDM, kondisi desa di Indonesia pada tahun 2020 dan 2021 dapat dilihat pada Tabel 1. Berdasarkan data pada Tabel 1 tampak bahwa kondisi desa di Indonesia saat ini didominasi oleh desa berkembang. Hal tersebut diperkirakan karena adanya kesenjangan ekonomi antara pedesaan dengan perkotaan yang berdampak pada kesenjangan sosial. Berdasarkan data proyeksi Badan Pusat Statistik tahun 2020,

sebanyak 56,7% penduduk Indonesia tinggal di wilayah perkotaan. Diperkirakan persentase tersebut diprediksi terus meningkat menjadi 66,6% pada 2035. Berkaitan dengan hal tersebut, Bank Dunia memprediksi sekitar 70% dari total populasi Indonesia atau sebanyak 220 juta penduduk Indonesia akan tinggal di perkotaan pada tahun 2045 (BPS, 2020).

Tabel 1. Kondisi desa di Indonesia berdasarkan Indeks Desa Membangun

	Tahun 2020	Tahun 2021
Desa Mandiri	1.742 (2,49%).	3.278 (4,44%)
Desa Maju	11.900 (17,04%)	15.324 (20,75%)
Desa Berkembang	39.847 (57,07%),	38.086 (51,57%),
Desa Tertinggal	13.900 (19,91%),	12.177 (16,49%),
Desa Sangat Tertinggal	2.437 (3,49%),	4.985 (6,75%),

Hal ini, menunjukkan laju urbanisasi di Indonesia sangat tinggi. Peningkatan tersebut menyebabkan lambatnya pertumbuhan ekonomi di desa, karena penduduk usia produktif berpindah untuk bekerja dan tinggal di kota, sehingga di desa didominasi oleh penduduk usia non produktif (*Under Ruralisasi*) seperti lansia dan anak-anak serta wanita yang tidak cukup mampu menggerakkan roda perekonomian. Potensi-potensi sumber daya alam yang ada di desa tidak termanfaatkan secara maksimal karena daya dukung sumber daya manusia di daerah pedesaan sangat rendah (Harahap, 2013). Faktor-faktor yang pendorong terjadinya urbanisasi, diantaranya yaitu kemiskinan, standar hidup yang rendah, kurangnya fasilitas transportasi dan komunikasi, kurangnya lapangan pekerjaan, kurangnya fasilitas kesehatan, dan kualitas pendidikan yang rendah. Kemajuan desa bergantung pada ketiga unsur, yaitu daerah, penduduk, dan tata kehidupan. Ketiga unsur tersebut saling berkaitan satu sama lain tidak dapat dipisahkan dalam pembangunan desa (DISPMD, 2021).

Untuk mengatasi hal tersebut, Pemerintah Republik Indonesia telah menyelenggarakan program pengembangan dan pemberdayaan masyarakat berbasis 18 tujuan SDGs desa. Berdasarkan Peraturan Menteri Desa Pembangunan Daerah Tertinggal dan Transmigrasi Nomor 13 Tahun 2020 tentang prioritas penggunaan dana desa tahun 2021, dinyatakan bahwa seluruh belanja dana desa wajib digunakan untuk menjalankan SDGs Desa (Peraturan Menteri Desa, 2020). Dalam mewujudkan program tersebut pemerintah bekerja sama dengan lembaga-lembaga untuk mencapai tujuan pembangunan desa yang berkelanjutan sehingga dapat menggerakkan perekonomian desa dengan cepat mengingat keberhasilan pembangunan desa secara maksimal membutuhkan keterlibatan pengampu kepentingan atau pihak-pihak terkait, seperti tokoh masyarakat, pemuda penggerak desa, perempuan penggerak ekonomi desa, perguruan tinggi, dunia usaha, supra desa, aparatur desa dan Badan Permusyawaratan Desa (BPD) (Budiman dkk., 2019). Selanjutnya, untuk menjamin bahwa program yang disusun sesuai dengan masalah yang ada, maka program pembangunan desa selayaknya menerapkan sistem *bottom-up*. Penerapan pembangunan *bottom-up* ini sejalan dengan tujuan ke 18 dari SDGs Desa bahwa pembangunan desa harus berlandaskan pada kearifan lokal atau kebudayaan lokal yang ada di Desa tersebut (Luthfia, 2019). Berkaitan dengan 18 tujuan SDGs desa, program unggulan Pengabdian kepada Masyarakat yang dikelola oleh Lembaga Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat Universitas Trisakti dilaksanakan dengan memperhatikan penerapan Teknologi Tepat Guna (TTG) berbasis kearifan lokal.

Green Energy

Istilah *Green Energy* umumnya dikenal sebagai sumber energi yang ramah lingkungan atau energi bersih (*clean energy*). Bagi negara berkembang pemanfaatan *Green energy* penting, karena membawa manfaat yang besar diantaranya mengurangi perubahan iklim, tidak mengurangi ketersediaan sumberdaya alam dan tidak

merusak lingkungan apabila digunakan dalam jangka waktu yang panjang (Qodriyatun, 2021). Implementasi *Green Energy* di desa dapat dilakukan dengan melaksanakan program berbasis SDGs desa, yaitu mewujudkan desa berenergi bersih dan terbarukan, desa tanggap perubahan iklim, desa peduli lingkungan laut, desa peduli lingkungan darat, infrastruktur dan inovasi desa sesuai kebutuhan. Keempat tujuan tersebut merupakan suatu bentuk strategi untuk mewujudkan desa yang berkelanjutan.

Akses ketersediaan listrik yang belum menjangkau seluruh desa-desa di Indonesia menjadi masalah yang masih belum terselesaikan hingga saat ini, karena berbagai alasan dan kendala. Menurut Direktur Jenderal Ketenagalistrikan Kementerian ESDM, terdapat 346 desa yang belum teraliri listrik pada tahun 2021 (Kementerian ESDM, 2021). Salah satunya, kendala pembangunan infrastruktur jaringan listrik untuk daerah-daerah terpencil membutuhkan investasi yang besar, sedangkan kebutuhan listrik semakin meningkat sejalan dengan meningkatnya kegiatan ekonomi dan pertumbuhan penduduk. Di sisi lain, kendala juga muncul terkait aspek regulasi & kelembagaan, tata laksana, pengawasan, permasalahan pembebasan lahan dan kepastian hukum, serta alokasi anggaran pemerintah yang relatif kecil dibandingkan luas wilayah yang memerlukan akses listrik (Dana Mitra Lingkungan, 2016).

Sektor pertanian dan perkebunan yang mendominasi lapangan pekerjaan di pedesaan tidak lepas dari isu energi dan lingkungan. Sejak revolusi hijau diterapkan pada akhir tahun 1960-an dengan beberapa introduksi inovasi teknologi yang memiliki sifat tidak ramah lingkungan menjadikan sektor pertanian Indonesia saat ini masih bergantung dengan penggunaan pupuk kimia yang intensif. Penggunaan pupuk kimia berlebihan dan dalam jangka waktu yang panjang berdampak terhadap terjadinya pencemaran, peningkatan laju pendangkalan badan-badan air akibat terjadinya proses eutrofikasi, dan peningkatan pencemaran oleh logam berat. Selain itu, penggunaan pestisida di sektor pertanian yang berlebihan ber-

dampak pada menurunnya daya saing produk pertanian Indonesia dalam sektor ekspor. Karena produk pertanian di Indonesia terindikasi terdapat kandungan logam berat dan residu bahan kimia yang bersumber dari pestisida.

Green Society

Konsep *Green Society* sangat berkaitan dengan *sustainable society* yang sangat dipengaruhi oleh aspek ekonomi, sosial, budaya, politik dan lingkungan. Unsur manusia menjadi unsur yang penting dalam menentukan efektivitas pembangunan berkelanjutan, selain unsur sumber daya alam (Siddiqui, 2018). Karena sumber daya manusia tidak hanya menghasilkan nilai komparatif tetapi nilai kompetitif, generatif, inovatif yang didukung dengan sifat *intellegens*, *creativity*, dan *imagination* sebagai perwujudan kualitas sumber daya manusia yang menggambarkan tingkat profesionalitas (Wakerkwa, 2016). Terkait dengan hal tersebut, *Green Society* telah tersirat dalam tujuan SDGs desa, yaitu mewujudkan desa tanpa kemiskinan, keterlibatan perempuan desa, pendidikan desa berkualitas, kemitraan untuk pembangun desa, desa damai berkeadilan, kelembagaan desa dinamis dan budaya desa adaptif, desa tanpa kesenjangan, pertumbuhan ekonomi desa merata.

Indeks Pembangunan Gender (IPG) Indonesia tahun 2019 mencapai nilai 91,07. Hal ini menunjukkan bahwa angka harapan hidup, akses terhadap pendidikan, dan nilai pendapatan perempuan masih lebih rendah dibandingkan laki-laki. Masih terdapat kesenjangan sebesar 9% bagi perempuan untuk bisa mendapatkan kesetaraan harapan hidup, pendidikan, dan pendapatannya. Pada bidang ekonomi, partisipasi perempuan dalam angkatan kerja masih dihadapkan pada dilema. Tuntutan budaya menjebak peran gender yang seringkali menempatkan perempuan hanya bertanggung jawab atas pekerjaan rumah tangga dibandingkan dengan pengembangan potensi diri dalam berperan di ruang publik atau pasar kerja. Hal tersebut menyebabkan perempuan kurang leluasa untuk menentu-

kan pilihan pekerjaan dibandingkan dengan laki-laki (Kementerian Pemberdayaan Perempuan dan Perlindungan Anak, 2020).

Salah satu masalah pendidikan yang krusial, yaitu mutu pendidikan di Indonesia tidak merata. Kesenjangan pendidikan timbul antara daerah perkotaan dengan pedesaan yaitu fasilitas pendidikan di perkotaan lebih memadai dibandingkan dengan di desa serta pendidikan di perkotaan didukung oleh pengajar-pengajar yang berkompeten. Rendahnya tingkat pendidikan di pedesaan ditunjukkan oleh jumlah para pekerja yang tidak tamat pendidikan SD, SMP, maupun SMA. Hal tersebut, dipengaruhi pula oleh rendahnya infrastruktur, kesenjangan ekonomi dan minimnya kualitas pendidikan. Tiga faktor utama yang mempengaruhi rendahnya tingkat pendidikan di Indonesia, diantaranya yaitu kemampuan ekonomi yang tidak mendukung, kurangnya infrastruktur yang memadai, dan kurangnya tenaga pendidik (Fitri, 2021). Berdasarkan BPS tahun 2021, rumah tangga miskin yang tidak tamat SD sebesar 29,86%, sedangkan rumah tangga miskin lulusan SD sebesar 37,74%. Kemudian, prosentase penduduk miskin lulusan SMP mencapai 15,05%, lulusan SMA mencapai 15,54%, dan lulusan Perguruan Tinggi sebesar 1,81% (BPS, 2021).

Green Healthy Life

Green Healthy life sangat erat kaitannya antara lingkungan dengan kesehatan. Lingkungan merupakan segala sesuatu yang ada di sekitar manusia, baik hidup maupun tidak, seperti udara, air, tanah dengan segala yang ada di atasnya seperti tumbuhan, hewan, mikroorganisme yang saling mempengaruhi satu sama lain. Kesehatan lingkungan merupakan bagian dari kesehatan masyarakat, ataupun sebaliknya (Sa'ban dan Sadat, 2021). Hal tersebut berkaitan dengan empat tujuan SDGs desa, yang meliputi desa tanpa kelaparan, desa sehat dan sejahtera, desa layak air bersih dan sanitasi, kawasan pemukiman desa aman dan nyaman, serta konsumsi dan produksi desa sadar lingkungan. Kelima tujuan Sds Desa didasari

oleh isu-isu kesehatan dan lingkungan yang sering muncul di daerah pedesaan.

Menurut Rencana pembangunan Jangka Menengah-RPJMN 2020-2024 disebutkan bahwa hanya 6,87% rumah tangga yang memiliki akses air minum aman sedangkan, di Sumatera Selatan, Nusa Tenggara Barat, dan Sulawesi Selatan diproyeksikan ketersediaan air bersih akan menjadi langka atau kritis pada tahun 2045. Krisis air bersih dipicu oleh tutupan hutan yang akan semakin berkurang, yakni dari sebanyak 50% dari luas lahan total Indonesia (188 juta hektar) di tahun 2017, menjadi sekitar 38% di tahun 2045 akibat peningkatan jumlah penduduk, konflik kepentingan ekonomi yang didukung oleh kebijakan yang kurang tepat, serta perusakan lingkungan dan sumber-sumber mata air (RPJMN, 2019).

Selain itu, berdasarkan Direktorat Jenderal Kesehatan Masyarakat tahun 2021, terdapat 21.039.291 rumah tangga yang masih melakukan Buang Air Besar (BAB) sembarangan. Angka tersebut menunjukkan bahwa sanitasi yang buruk masih menjadi masalah terkait dengan ketersediaan fasilitas untuk buang air besar yang belum memadai. Dampak rendahnya ketersediaan air bersih dan sanitasi yang buruk, yaitu timbulnya penyakit dan pencemaran lingkungan sehingga menurunkan kualitas hidup masyarakat.

Masalah kesehatan lainnya yang sering dikeluhkan masyarakat yaitu mahalnya biaya obat-obatan. Sementara itu, Indonesia memiliki sekitar 30 ribu sampai 50 ribu jenis tumbuhan. Masyarakat lokal biasanya memanfaatkan tumbuhan sebagai obat herbal untuk mengatasi penyakit dan menjaga daya tahan tubuh. Namun, hanya sekitar 7.500 tumbuhan yang telah dimanfaatkan untuk tanaman obat. Pemanfaatan tanaman untuk obat herbal masih sangat rendah karena penelitian dan pengembangan metode pengobatan herbal di Indonesia relatif lebih rendah dibandingkan dengan pemanfaatan obat herbal di Cina. Selain itu, di era modernisasi ini masyarakat cenderung menilai bahwa obat herbal kurang ampuh

untuk mengatasi penyakit karena masyarakat ingin memperoleh khasiat obat secara instan dan bisa langsung sembuh (LIPI, 2015). Hal ini, menyebabkan industri obat herbal atau tradisional di Indonesia masih tertinggal (Astridina, 2019).

4.2 Penerapan Teknologi Tepat Guna Bidang Pertanian

Sektor pertanian merupakan salah satu sektor yang menjadi perhatian penting dalam pembangunan di Indonesia karena berhubungan langsung dengan aspek yang luas, meliputi ekonomi, lingkungan, energi, dan pangan. Subjek dan objek utama dari pertanian adalah petani serta buruh tani yang sebagian besar hidup di pedesaan. Ketersediaan petani dan buruh tani sangat besar namun tingkat kesejahteraannya masih relatif rendah. Umumnya praktik pertanian di Indonesia menerapkan pertanian konvensional. Konsep pertanian konvensional didasari oleh pendekatan industrial dengan orientasi pertanian agribisnis skala besar, padat inovasi teknologi, padat modal, penanaman benih dengan varietas tanaman unggul secara seragam spasial dan temporal, serta ketergantungan pada input produksi, termasuk penggunaan berbagai jenis agrokimia (pupuk dan pestisida), dan alat mesin pertanian. Namun, dalam perjalanannya sistem tersebut tidak berlangsung lama karena menimbulkan dampak negatif pada berbagai aspek seperti dampak ekologi, ekonomi, sosial, budaya dan kesehatan masyarakat. Salah satu contohnya adalah eksploitasi sumber daya alam yang berlebihan sehingga melewati batas kapasitas daya dukung ekologi (*carrying capacity*) (Rivai dan Irwan, 2011). Oleh karena itu, peran sektor pertanian sangat strategis untuk mencapai SDGs dan pembangunan pertanian yang berkelanjutan di Indonesia. Dalam mewujudkan pertanian berkelanjutan dibutuhkan penerapan Teknologi Tepat Guna yang bertumpu pada tiga pilar, yaitu; ekonomi, sosial, dan ekologi, sehingga implementasinya tidak hanya diprioritaskan untuk meningkatkan kesejahteraan petani, tetapi juga untuk mengembangkan potensi sumber daya manusia baik secara ekonomi, sosial, politik, budaya, lingkungan (Isbah dan Rita, 2016).

4.2.1 Penerapan Teknologi Mikroorganisme Lokal dengan Bonggol Pisang

Kegiatan masyarakat desa umumnya adalah bertani. Pemanfaatan lahan dengan pembubuhan berbagai pupuk kimia dan pestisida secara terus menerus tanpa diimbangi dengan pengolahan lahan yang tepat menyebabkan produktivitas lahan pertanian menurun sehingga berdampak pada penurunan hasil panen. Upaya untuk meningkatkan produksi tanaman salah satunya dengan perbaikan sistem budi daya pertanian organik yang bersifat berkelanjutan. Pemanfaatan pupuk organik atau kompos pada tanah secara terus menerus berpeluang untuk meningkatkan kesuburan tanah dan memperbaiki struktur tanah. Proses pembuatan kompos membutuhkan kehadiran decomposer untuk menguraikan bahan-bahan organik melalui proses fermentasi. Dekomposer alami dapat diproduksi dengan memanfaatkan bonggol pisang sebagai bahan baku larutan MOL (Mikroorganisme Lokal) yaitu larutan hasil fermentasi berbahan baku bonggol pisang. Pembubuhan MOL dengan tepat dapat meningkatkan kualitas kompos (Inrianti *et al.*, 2019).

Kompos merupakan bahan organik yang telah mengalami proses penguraian oleh mikroorganisme. Aplikasi atau pembubuhan kompos pada lahan pertanian memberikan manfaat yang sangat baik untuk perbaikan struktur tanah sehingga meningkatkan kesuburan tanah pertanian. Prinsip pengomposan pada dasarnya adalah menurunkan rasio C/N bahan organik sehingga sama dengan C/N tanah (<20). C/N rasio adalah perbandingan unsur karbohidrat (C) terhadap unsur nitrogen (N). Rasio C/N tanah berkisar antara 10-12, sehingga ketika bahan organik memiliki rasio C/N yang mendekati nilai tersebut maka unsur mikro dan makro yang terdapat dalam bahan organik dapat dimanfaatkan oleh tanaman untuk pertumbuhannya. Semakin tinggi C/N rasio bahan organik maka waktu yang dibutuhkan untuk proses pengomposan atau penguraian semakin lama. Secara alami proses penguraian berlangsung dalam kondisi maupun anaerob:

Bahan organik + O₂ $\xrightarrow[N.P.K]{\text{Mikroorganisme aerob}}$ H₂O + CO₂ + hara + humus + energi

Bahan organik + O₂ $\xrightarrow[N.P.K]{\text{Mikroorganisme anerob}}$ H₂O + CO₂ + hara + humus + energi

Untuk mempercepat proses penguraian diperlukan penambahan mikroorganisme pengurai sehingga dapat diperoleh kompos dengan kualitas yang baik dalam waktu relatif singkat. Wulandari *et al.* (2009) melaporkan jenis mikroorganisme pengurai yang telah diidentifikasi dari larutan MOL bonggol pisang, yaitu *Bacillus* sp., *Aeromonas* sp., dan *Aspergillus niger*

Berdasarkan Badan Pusat Statistik (BPS) tahun 2019, produksi pisang di Indonesia mencapai 7,28 juta ton dan pada tahun 2020 meningkat 12,39% menjadi 8,18 juta ton. BPS daerah Jakarta melaporkan produksi pisang pada tahun 2020 sebesar 1.387 ton, sedangkan Jawa Barat menghasilkan 1.26 juta ton produksi pisang (BPS, 2020). Hal tersebut, menunjukkan bahwa potensi bonggol pisang untuk dimanfaatkan sebagai MOL guna mendukung penerapan pertanian yang berkelanjutan di desa sangat besar.

Iklim tropis di Indonesia merupakan habitat yang sangat cocok untuk pertumbuhan pohon pisang. Produktifitas pohon pisang yang tinggi diikuti dengan tingginya limbah panen pisang seperti bonggol pisang. Tanaman pisang dipanen dengan menebang batangnya dan meninggalkan bonggol pisang yang terletak di dalam tanah. Bonggol pisang tersebut tidak dapat bertunas kembali sehingga banyak ditemukan bonggol pisang yang membusuk menjadi limbah pertanian yang teronggok tidak berguna (Balitbang Pertanian, 2013). Bonggol pisang memiliki kandungan gizi yang cukup tinggi dan lengkap. Dalam 100 gram bonggol pisang basah mengandung 43 kalori, 0.36 gram protein, 11.6 gram karbohidrat, 86 gram air,

beberapa mineral seperti Ca, P dan Fe, Vitamin B1, C, bebas kandungan lemak serta mengandung mikroorganisme sebagai dekomposer bahan organik (Rukmana, 2001). Oleh karena itu, bonggol pisang memiliki potensi untuk dimanfaatkan menjadi bahan baku larutan Mikroorganisme Lokal (MOL).

Mikroorganisme dapat berperan sebagai dekomposer dalam pembuatan kompos. Larutan MOL merupakan larutan hasil fermentasi berbahan dasar alami seperti tumbuhan atau hewan, sebagai media hidup dan berkembangnya mikroorganisme (Kurniawan, 2018). MOL dapat disebut juga sebagai bioaktivator karena tersusun atas kumpulan mikroorganisme lokal dengan memanfaatkan potensi sumber daya alam setempat. MOL dapat berfungsi sebagai dekomposer bahan organik dan pupuk organik cair (POC) melalui proses fermentasi (Setiawan, 2013)



Gambar 14. Bonggol pisang

Dekomposer yang dibutuhkan dalam proses pembuatan kompos saat ini telah tersedia secara komersial di pasar, contohnya EM4, Super Degra, Stardec, Probion. Namun diperlukan biaya cukup mahal untuk memperoleh produk dekomposer komersial tersebut. Pada dasarnya bioaktivator mudah diproduksi oleh petani dengan memanfaatkan bahan-bahan yang terdapat di alam. Pemanfaatan bonggol pisang sebagai MOL memiliki keunggulan utama yaitu le-

bih murah bahkan tidak memerlukan biaya dalam proses pembuatannya. Selain itu, pemanfaatan bonggol pisang sebagai MOL dalam proses pembuatan pupuk berbahan dasar bahan organik mewujudkan budidaya pertanian yang berkelanjutan dan ramah lingkungan (Kurniawan, 2018).

Alat yang dibutuhkan dalam pembuatan MOL bonggol pisang, yaitu wadah berukuran 5 L, kompor, ember 10 L, karung beras ukuran 50 kg, pengaduk kayu, parang, timbangan, dan talenan kayu. Bahan yang digunakan, yaitu 4 kg bonggol pisang yang sudah dibersihkan, 16 L air cucian beras dan 2 kg gula merah. Langkah-langkah pembuatannya, yaitu pertama melarutkan 2 kg gula merah ke dalam 2 L air dengan dipanaskan di atas kompor. Kemudian, 4 kg bonggol pisang yang telah dibersihkan, dicacah menggunakan parang. Larutan gula, bonggol pisang yang telah dicacah halus, ditambah dengan 16 L air cucian beras dicampurkan menjadi satu di dalam ember yang telah disiapkan. Semua bahan diaduk dan difermentasikan selama 14 hari dalam ember yang ditutup rapat. Setelah 14 hari, MOL bonggol pisang dapat digunakan (Inrianti *et al.*, 2019).

Pemanfaatan bonggol pisang sebagai MOL memberikan manfaat nyata bagi penduduk desa diantaranya dapat meningkatkan pertumbuhan dan produktivitas tanaman dan meningkatkan kesuburan tanah karena MOL bonggol pisang berfungsi sebagai POC (pupuk organik cair) dan bioaktivator dalam pembuatan kompos. Selain itu, terwujud pertanian yang berkelanjutan dengan pemanfaatan MOL dengan dosis yang tepat. Produksi MOL berbahan baku bonggol pisang menjadi peluang usaha baru dan membuka lapangan pekerjaan baru, apabila MOL tersebut dapat didistribusikan secara komersial (Inrianti *et al.*, 2019).

4.2.2 Penerapan Teknologi Reduksi Sampah Menggunakan Black Soldier Fly BSF

Black Soldier Fly (BSF) merupakan spesies lalat tropis yang dapat mendegradasi sampah organik, baik sampah padat maupun cair. Larva BSF dapat mengekstrak nutrisi dan energi dari limbah organik sebagai bahan makanannya. Larva BSF dapat mengkonsumsi sampah organik dengan cepat dalam jumlah yang banyak dan lebih efisien dibandingkan jenis serangga lainnya, karena memiliki struktur mulut dan enzim pencernaan yang lebih aktif (Kim *et al.*, 2011). Kemampuan larva BSF dalam mereduksi 66,4-78,9% sampah organik (Diener *et al.*, 2011). Selain itu, tahap akhir larva atau pre-pupa dapat dipanen (*self harvesting*), mengandung 40% protein dan 30% lemak yang dapat digunakan sebagai alternatif pakan ternak, sehingga menghasilkan nilai jual yang tinggi (Diener *et al.*, 2010). Kandungan lemak larva BSF sebesar 30% berpotensi sebagai bahan baku produksi biodiesel untuk energi alternatif (Li *et al.*, 2011; Zheng *et al.*, 2012). Residu sampah yang dihasilkan dari proses degradasi oleh larva BSF dapat digunakan sebagai kompos untuk meningkatkan nutrisi tanah dan perbaikan struktur tanah (Gabler, 2014; Alvarez, 2012; Diener *et al.*, 2011). Selain residu padat juga dapat dihasilkan lindi yang dapat digunakan sebagai pupuk cair (Alattar, 2012). Perkembangbiakan BSF umumnya tidak dipengaruhi oleh musim, tetapi lebih efektif dalam kondisi hangat. BSF betina dewasa dapat bertelur satu kali seumur hidup menghasilkan 320-620 telur setelah masa kopulasi kurang dari 2 hari (Holmes *et al.*, 2012).

Unit-unit yang tersedia dalam proses reduksi sampah organik dengan memanfaatkan larva BSF, diantaranya yaitu unit pembiakan massal, unit penerimaan sampah dan pra-pengolahan, unit pengolahan sampah dengan BSF, unit panen produk, dan unit pasca panen produk.

Unit pembiakan massal berfungsi untuk memelihara larva-larva kecil berusia lima hari (5-DOL) yang digunakan untuk mereduksi

si sampah organik. Dalam unit ini, dilakukan pembatasan jumlah larva untuk menjaga konsistensi jumlah larva yang tersedia dalam proses reduksi sampah serta menjaga kestabilan proses pembiakan populasi BSF. Unit penerimaan sampah dan pra-pengolahan berfungsi untuk memastikan bahwa sampah yang diterima cocok untuk menjadi makanan bagi larva-larva BSF. Dalam tahap ini wajib dipastikan bahwa sampah yang akan diolah tidak mengandung material berbahaya dan bahan non-organik. Dalam tahap ini dilakukan pula pencacahan sampah hingga dihasilkan ukuran partikel sampah cukup kecil, pengurangan kadar air jika tingkat kelembabannya terlalu tinggi hingga diperoleh kondisi kelembaban 70-80%. Dilakukan pula pencampuran berbagai jenis sampah organik untuk menghasilkan makanan yang seimbang nutrisi sebagai pakan larva. Unit pengolahan sampah dengan BSF berfungsi sebagai unit untuk pembesaran larva yang berusia lima hari (5-DOL) dengan pemberian sampah organik sebagai pakan.



Gambar 15. Unit panen BSF (Dortmans et al., 2017)

Larva akan tumbuh menjadi larva besar sehingga dapat mengolah dan mereduksi sampah. Pertumbuhan larva akan berlangsung selama 14-16 hari dalam kondisi optimal dengan kualitas dan kuantitas makanan yang ideal. Unit panen produk digunakan sebagai tempat pemindahan larva yang telah menjadi pre-pupa atau siap

untuk dipanen. Residu sampah yang tertinggal di unit pengolahan sampah memiliki nilai yang tinggi sehingga dapat dipanen juga. Unit pasca-pengolahan merupakan unit pengolahan larva dan residu yang telah dipanen menyesuaikan dengan permintaan pasar atau kebutuhan, seperti pengeringan larva, pembuatan tepung larva atau dengan memisahkan minyak larva dari protein larva. Residu juga dapat diolah lebih lanjut menjadi kompos atau dimasukkan ke digester sebagai bahan baku pembuatan biogas (Dortmans *et al.*, 2017).

Pemanfaatan dan pengembangan budidaya BSF merupakan TTG yang memberikan manfaat bagi masyarakat dalam pengolahan limbah pertanian dan rumah tangga untuk mengatasi masalah akumulasi sampah organik serta ketergantungan terhadap pupuk kimia. Masyarakat juga dapat menghasilkan produk bernilai ekonomi karena reduksi sampah organik dengan BSF dapat menghasilkan produk primer dan turunan seperti tepung pakan ternak dengan nilai protein yang tinggi, POC (Pupuk Organik Cair), pupuk kompos penghasil chitosan, dan lemak (minyak). Penggunaan BSF juga dapat mewujudkan keterpaduan pertanian-peternakan sehingga dapat menurunkan biaya produksi, dan meningkatkan pendapatan (Andrianto *et al.*, 2020).

4.2.3 Penerapan Teknologi *Composting* Memanfaatkan Cacing Tanah

Proses pengomposan merupakan proses perombakan bahan organik yang terjadi secara biofisika-kimia yang melibatkan aktivitas mikroorganisme dan mesofauna atau makrofauna tanah. Penambahan aktivitas mikroorganisme dan mesofauna atau makrofauna tanah dalam proses pengomposan dapat mempersingkat waktu pengomposan. Salah satu makrofauna tanah yang berperan dalam proses dekomposisi bahan organik adalah cacing tanah (Setyorini, *et al.*, 2006). Kerjasama antara cacing tanah dengan mikroorganisme dapat meningkatkan efektifitas proses penguraian. Karena cacing

tanah akan memakan bahan-bahan organik segar dan mengubahnya menjadi partikel-partikel kecil yang selanjutnya dirombak oleh mikroorganisme. Proses pengomposan dengan melibatkan cacing tanah dikenal dengan metode vermicomposting (Husain *et al.*, 2015). Cacing yang digunakan untuk *vermicomposting* memiliki karakteristik dapat berkembangbiak dengan cepat setelah mengkonsumsi sampah organik. Jenis cacing tersebut, diantaranya yaitu *branding-worms* (*Eisenia foetida*), dan *red worms* (*Lumbricus rubellus*). Kelebihan metode *vermicomposting* dibandingkan dengan penguraian kompos yang hanya melibatkan penambahan aktivitas mikroorganisme, yaitu dihasilkannya produk sampingan selain kompos berupa biomassa cacing yang dapat digunakan sebagai pakan ternak alternatif (Husain *et al.*, 2015). Vermikompos memiliki kandungan hara yang lengkap seperti N, P, K Ca, Mg, tergantung jenis bahan organik yang digunakan. Selain itu, vermikompos memiliki kandungan humus yang tinggi, sehingga dapat meningkatkan daya ikat air dan memperbaiki struktur tanah. Vermikompos juga memiliki aktivitas mikroorganisme kumulatif yang lebih besar dibandingkan kompos biasa, serta mengandung sejumlah hormon seperti auksin, giberelin dan sitokinin sehingga dapat memacu pertumbuhan akar, tunas dan daun (Balittas, 2021).



Gambar 16. Vermikompos (Cybex, 2019)

Persiapan yang dilakukan untuk membuat vermikompos, yaitu bibit cacing, bahan organik seperti sisa tanaman atau kotoran hewan, dan lokasi pengomposan. Proses vermicomposting pada media dengan ketebalan 5-10 cm membutuhkan sekitar 2000 ekor cacing atau setiap luas 0,1 m² membutuhkan 100 gram cacing tanah. Cacing tanah akan mengkonsumsi makanan seberat tubuhnya dalam waktu satu hari. Wadah yang digunakan selama proses pengomposan dapat berupa kayu, plastik, atau lubang dalam tanah. Wadah dengan bahan aluminium atau besi yang dapat berkarat tidak dapat digunakan untuk wadah *vermicomposting* karena dapat membahayakan kelangsungan hidup cacing (Balitbang, 2009).



Gambar 17. Unit Vermicomposting (BTPT, 2015)

Langkah pertama untuk proses *vermicomposting*, yaitu pencacahan bahan organik seperti rumput-rumputan, jerami padi, sampah daun, dan sisa sayuran terlebih dahulu. Setelah itu, hasil cacahan bahan organik disusun bergantian dengan kotoran ternak kemudian ditutup dengan terpal atau karung beras. Pengadukan dilakukan 3 hari sekali selama 2 minggu sebelum kompos siap digunakan sebagai media cacing. Kompos dan cacing dimasukkan bersama-sama ke dalam ember tersebut. Vermikompos dapat dipanen setelah proses berlangsung selama 40 hari. Vermikompos yang sudah jadi

ditandai dengan warna hitam kecoklatan hingga hitam, tidak berbau, bertekstur remah dan matang ($C/N < 20$) (BTPT, 2015).

Terkait dengan peningkatan jumlah permintaan kebutuhan daging sapi di Indonesia, BPS tahun 2019 menyebutkan bahwa jumlah ternak sapi potong mencapai 16,9 juta ton, sedangkan pada tahun 2021 mengalami peningkatan sebesar 18,05 juta ton. Peningkatan produksi ternak sapi potong tentu diikuti dengan peningkatan limbah ternak. Di sektor perkebunan, limbah Tandan Kosong Kelapa Sawit (TKKS) yang tidak mudah diolah juga menimbulkan permasalahan lingkungan. Salah satu alternatif untuk mengatasi kedua masalah limbah ternak sapi potong dan TKKS yaitu menjadikan keduanya sebagai bahan baku kompos dengan metoda *vermicomposting*.

Penerapan teknologi *vermicomposting* untuk membuat kompos dapat mengurangi ketergantungan terhadap pupuk kimia. Vermikompos tersebut dapat memperbaiki struktur tanah dan penyedia unsur hara bagi tanaman sehingga terwujud pertanian berkelanjutan. Masyarakat memperoleh penghasilan tambahan dari peluang usaha dengan memproduksi vermikompos secara masif dan mendistribusikan penjualannya secara komersial dalam skala yang lebih luas (Trisusilo dan Indra, 2021).

4.2.4 Penerapan Teknologi Penyemaian dengan Soil Block

Penyemaian merupakan tahapan penting dalam budidaya pertanian karena menjadi penentu keberhasilan untuk tahapan proses budidaya selanjutnya. Dalam proses penyemaian dilakukan penyortiran benih yang sehat, kuat, dan bebas penyakit. Bibit yang memiliki kualitas baik terbukti dapat meningkatkan produktivitas tanaman, sehingga selama proses penyemaian perlu diperhatikan beberapa faktor pendukung seperti nutrisi, tepat persemaian yang bebas penyakit dan hama serta cara penyemaian. Ketersediaan bibit/benih dengan kualitas yang baik di Indonesia masih belum merata, seperti petani di Jawa mayoritas sudah menggunakan benih

unggul, namun di luar Jawa dan daerah terpelosok masih banyak mengandalkan benih produksi sendiri. Selain menggunakan benih yang unggul, teknik penyemaian yang kurang tepat dapat mempengaruhi kualitas bibit (Firmansyah dan Agus, 2017). Menurut, Sarjiyah (2010) benih bermutu tidak harus berupa benih bersertifikat yang diperoleh dari produsen benih tetapi dapat diproduksi sendiri tetapi dengan metode yang benar dengan memperhatikan beberapa aspek budidaya seperti pengaturan jarak tanam, pemupukan, pengairan, perlindungan terhadap organisme pengganggu tanaman, *roguing* serta pemanenan.

Soil block menjadi salah satu upaya untuk mengatasi masalah tersebut karena implementasinya mudah, sederhana, dan biaya produksinya relative murah. Teknologi tepat guna *soil block* adalah teknologi penyemaian bibit pada tanah yang telah dikondisikan menjadi berbentuk blok-blok dengan teknik pengepresan. Prinsip dasar *soil block* adalah *A Zero Waste Option in Seedling Production*, karena tidak menggunakan wadah plastik (polybag) untuk media pembibitan sehingga tidak menghasilkan sampah. Kelebihan persemaian dengan *soil block* adalah lebih cepat dan efisien.



Gambar 18. Penyemaian bibit dengan teknik soil block (BPTP, 2018)



Gambar 19. Proses pencetakan soil block (BPTP, 2019)

Metode *soil blok* dapat menghasilkan 420 media tanam dengan ukuran alat cetak 25 x 160 cm dalam waktu 20 menit. *Soil block* dapat meminimalisir guncangan akar tanaman selama proses pemindahan sehingga mengurangi stres pada bibit. Selain itu, teknik ini lebih hemat air untuk penyiraman, lebih cepat, lebih mudah dalam penanaman bibit di lahan serta ramah lingkungan dibandingkan dengan polybag berbahan plastic yang perlu dibuang setelah tidak digunakan (Firmansyah dan Agus, 2017).

Komposisi media tanam menjadi bahan yang penting untuk menghasilkan bibit yang maksimal. Media tanam yang baik menjadi kunci utama untuk kesehatan dan kesuburan tanaman. Bahan komposisi yang dibutuhkan untuk media, diantaranya yaitu kompos, cocopeat, dolomite, dan gambut dengan perbandingan Kompos: Cocopeat : Dolomit : Gambut sebesar 35:30:5:30. Langkah-langkah pembuatan media dengan teknik *soil block* diawali dengan mencampurkan semua komposisi bahan media tanam tersebut kemudian ditambahkan air hingga menyerupai adonan kue. Media yang telah tercampur dengan baik dimasukkan ke dalam cetakan dengan cara membalikkan alat sehingga kotak menghadap ke atas dan ditekan- hingga menjadi padat membentuk *soil block*. Selanjutnya, benih biji yang telah disiapkan dimasukkan satu per satu ke dalam media tanam dalam bentuk *soil block*, kemudian disimpan

di tempat teduh dan terhindar dari gangguan yang dapat merusak persemaian (Firmansyah dan Agus, 2017).

Tersedianya benih bermutu juga mendukung terwujudnya pembangunan pertanian berkelanjutan di Indonesia. Penerapan *soil block* dalam proses persemaian memberikan dampak positif dalam penyediaan benih bermutu baik, ramah lingkungan, serta menghemat biaya produksi dan perawatan tanaman (Dinas Tanaman Pangan, 2018).

4.2.5 Penerapan Teknologi Pengelolaan Lahan Tanpa Bakar (PLTB)

Setiap tahun wilayah Indonesia, khususnya di beberapa provinsi di Sumatera dan Kalimantan mengalami kebakaran hutan dan lahan (karhutla). Berdasarkan data Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan (KLHK), hutan dan lahan yang terbakar di Indonesia pada tahun 2020 mencapai 296.942 ha dan mengalami peningkatan 19,4% pada tahun 2021 menjadi 354.582 ha. Secara kumulatif sejak 2016 hingga 2021 hutan dan lahan seluas 3,43 juta ha telah terbakar di Indonesia. Tahun 2019 menjadi fenomena karhutla terburuk di Indonesia, karena seluas 1,6 juta ha hutan dan lahan terbakar (KLKH, 2021). Kebakaran hutan dan lahan 99% disebabkan oleh aktivitas manusia dengan tujuan *land clearing*, karena metode tersebut dianggap membutuhkan biaya yang lebih murah dan sederhana serta dapat meningkatkan kesuburan tanah. Oleh karena itu, mitigasi yang dilakukan lebih menekankan pada pencegahan karhutla oleh tindakan manusia.



Gambar 20. Kebakaran Hutan (The Conversation, 2022)

Pencegahan kebakaran hutan merupakan langkah awal yang sangat penting dalam pengendalian kebakaran hutan sehingga kegiatan ini harus dilakukan terus menerus. Pencegahan kebakaran bernilai sangat ekonomis untuk mengurangi kerusakan dan kerugian yang timbul tanpa harus menggunakan teknologi atau peralatan yang mahal. Salah satu implementasi yang dapat dilakukan adalah konsep Pengelolaan Lahan Tanpa Bakar (PLTB), dengan pembukaan lahan ataupun kegiatan pasca panen tanpa pembakaran hutan sehingga terwujud lahan gambut yang berkelanjutan.



Gambar 21.. Pengolahan lahan tanpa bakar dengan cara manual (Tribun-news, 2020)

Persiapan lahan tanpa membakar dapat mengurangi hilangnya cadangan karbon, sehingga terjadi subsiden dan mengarah pada konservasi gambut. Pembakaran serasah tanaman dapat dilakukan secara terpisah di rumah abu berupa lubang yang dilapisi dengan tanah menireal sehingga api tidak sampai membakar gambut. Kelebihan pembukaan lahan tanpa pembakaran adalah tidak menimbulkan polusi asap sehingga menurunkan emisi gas rumah kaca, terutama CO₂. Teknologi PLTB dianggap lebih ramah lingkungan, dapat memperbaiki bahan organik tanah, kadar air dan kesuburan tanah terutama di area yang pernah ditanami sehingga menurunkan kebutuhan pupuk organik. Dalam jangka panjang PLTB akan menjamin kesinambungan secara ekonomi dan ekologi (Yulianti dan Fengky, 2018).

Teknis pelaksanaan PLTB tergantung dari kerapatan vegetasi dan cara yang digunakan. Terdapat tiga cara yang dapat dilakukan, yaitu cara manual, mekanis, dan manual-mekanis. Cara manual dilakukan dengan pembabatan rintisan yaitu memotong vegetasi dengan menggunakan parang; dan mengimbas; menebang; dan merencek (mencincang batang kayu besar dengan parang); membuat pancang jalur tanam/pancang kepala, dan membersihkan jalur tanam. Cara mekanis dapat diterapkan pada daerah yang memiliki topografi datar dan berombak. Cara tersebut meliputi kegiatan perencanaan penanaman, pembuatan rintisan dan pembagian petak tanaman, penebang pohon yang besar atau kecil dengan menggunakan traktor, merencek; pembuatan pancang jalur tanam/pancang kepala dan membersihkan jalur tanam (Yulianti dan Fengky, 2018).

Salah satu faktor pendorong masyarakat untuk melakukan praktik pembukaan lahan dengan dibakar adalah adanya anggapan bahwa biaya yang dikeluarkan lebih murah dibandingkan harus membuka lahan dengan menggunakan traktor atau peralatan lainnya. Selain itu, anggapan bahwa pembakaran dapat meningkatkan kesuburan tanah, karena adanya indikasi peningkatan pH tanah setelah dibakar. Namun, kedua anggapan tersebut pada realita di

lapangan bertolak belakang dengan harapan. Proses pembakaran dapat meningkatkan sedikit pH gambut dari 4,2 ke 4,7, tetapi kondisi tersebut bertahan antara 6 bulan sampai 1 tahun dan tanah akan kembali ke pH awal atau kembali asam.

Dengan membakar, terjadi penurunan permukaan tanah (subsiden). Tinggi permukaan lahan yang telah dibakar umumnya akan lebih rendah dari tinggi permukaan lahan gambut di sekitarnya yang tidak terbakar, sehingga berpotensi menciptakan tempat berkumpulnya air pada musim penghujan sehingga berpotensi terjadi genang pada lahan. Kondisi tersebut menyebabkan penurunan kesuburan lahan gambut sehingga tetap dibutuhkan biaya tambahan untuk proses perbaikan struktur tanah dan tingkat kesuburan tanah. Dengan demikian penerapan PLTB sangat penting untuk dilakukan dengan melibatkan berbagai lapisan masyarakat sehingga dapat terwujud pertanian yang berkelanjutan. Penerapan pembukaan lahan tanpa dibakar dapat meningkatkan stabilitas ekosistem, aktivitas transportasi, komunikasi, dan kesehatan masyarakat, karena PLTB tidak menimbulkan polusi asap atau kabut asap yang dapat mengganggu kenyamanan masyarakat. Masyarakat dapat meningkatkan taraf perekonomian karena produktivitas tanaman meningkat. PLTB menjamin ketersediaan sumber organik tetap tersedia sehingga proses siklus nutrisi berjalan dengan optimal (Yulianti dan Fengky, 2018).

4.2.6 Penerapan Teknologi Budidaya Ikan dalam Ember (Budidamber)

Akuaponik merupakan salah satu teknik budidaya pertanian yang menggabungkan budidaya akuakultur (ikan) dengan hidroponik yaitu budidaya tanaman tanpa media tanah). Konsep aquaponik yaitu memanfaatkan interaksi komponen di dalam ekosistem yang saling bersimbiosis yaitu simbiosis mutualisme antara ikan dan tanaman. Air budidaya ikan yang mengandung sisa metabolisme ikan yang berpotensi diserap oleh tanaman karena mengandung

ung nutrisi yang dibutuhkan tanaman (Sastro, 2016). Salah satu teknik akuaponik yang dapat diterapkan dengan mudah dan sederhana di masyarakat adalah sistem budidaya ikan dalam ember (BUDIKDAMBER). Sistem budikdamber memiliki kelebihan yaitu tidak membutuhkan area yang luas. Sistem ini menerapkan budidaya akuaponik yaitu budidaya ikan dan tanaman dalam satu ember yang dapat diletakkan tersusun vertical sehingga lebih efisien dalam pemanfaatan area yang sempit.



Gambar 22.. Budikdamber ikan lele-kangkung (Suara Tani, 2021)

Kelebihan budikdamber dibandingkan dengan teknik akuaponik lainnya adalah tidak membutuhkan modal yang besar, alat yang digunakan mudah didapatkan, dan tidak membutuhkan biaya perawatan yang mahal. Teknologi akuaponik berpotensi hemat air dan hemat energi, karena penambahan air untuk menggantikan kehilangan air akibat adanya penguapan tidak membutuhkan energi listrik (Zhao *et al.*, 2012; Suantika *et al.*, 2015). Namun, dengan catatan bahwa teknik budikdamber dapat bekerja optimal pada jenis komoditas ikan yang memiliki toleransi tinggi terhadap kadar oksigen terlarut yang rendah. Salah satu, jenis ikan yang sesuai untuk budikdamber adalah ikan lele. Dampak dari penerapan budikdamber bagi masyarakat, yaitu masyarakat dapat meningkatkan ketersediaan kebutuhan pangan sehari-hari keluarga dengan memanfaatkan area

pekarang rumah dan dapat mengurangi biaya pengeluaran untuk kebutuhan sehari-sehari (Lestari dan Ainu, 2021).

4.2.7 Penerapan Teknologi Pola Tanam Tumpangsari

Prioritas pengembangan budidaya pertanian di Indonesia berfokus pada optimalisasi produktivitas lahan. Salah satu upaya yang dilakukan adalah dengan penerapan sistem tanam tumpangsari. Tumpangsari adalah sistem budidaya pertanian dengan penggabungan dua jenis tanaman yang berbeda atau lebih dalam satu lahan pertanian pada waktu yang bersamaan. Tujuan utama sistem ini untuk mempertahankan dan meningkatkan produktivitas pertanian secara optimal meskipun memiliki keterbatasan lahan, tenaga kerja, dan modal kerja (Warman dan Riajeng, 2018). Penerapan pola tanam tumpangsari sering dihubungkan dengan sistem pertanian berkelanjutan.



Gambar 23. Tumpangsari cabai dan bawang merah (Posjateng, 2019)

Stabilitas agroekosistem ditunjukkan oleh keseimbangan antara kehadiran serangga hama dengan serangga yang berpotensi sebagai musuh alami yang dapat meminimalisir kerusakan tanaman. Kelebihan pola tanam tumpang sari, diantaranya penggunaan pupuk dan pestisida lebih efisien, mengurangi erosi, konservasi la-

han, stabilitas ekologi tanah dan mendapatkan produksi hasil panen yang lebih tinggi dibandingkan penanaman secara monokultur. Faktor yang perlu diperhatikan untuk mendukung keberhasilan pola tanam dengan tumpang sari adalah interaksi antar tanaman. Interaksi tersebut berhubungan dengan pemilihan jenis tanaman yang akan dibudidayakan, sehingga berkaitan dengan penentuan jarak tanam, waktu tanam, dan perawatan tanaman (Warman dan Riajeng, 2018).

Menurut Dewanto *et al.*, (2013) status kepemilikan lahan pertanian di Indonesia relatif sempit, sehingga mendorong petani untuk melakukan intensifikasi dalam peningkatan produktivitas lahan. Namun, intensifikasi lahan menimbulkan dampak negatif yaitu kerusakan lingkungan dan penurunan sumber daya alam yang akan mengancam sistem produksi pertanian. Upaya penerapan pola tanam dengan tumpang sari menjadi peluang yang luas. Dengan penerapan diversifikasi tanaman dalam satu lahan dapat memperkecil resiko kegagalan panen, akibat serangan hama ataupun gangguan iklim.

Manfaat penerapan pola tanam tumpang sari bagi petani dapat meningkatkan pendapatan petani, karena produktivitas yang dihasilkan lahan lebih tinggi dibandingkan dengan sistem monokultur. Biaya perawatan lebih rendah, karena dengan penerapan sistem ini dapat mengurangi serangan hama dan meningkatkan kesuburan tanah (Damanhuri *et al.*, 2017) Salah satu contoh budidaya tumpang sari adalah tumpang sari tanaman bawang daun yang mempunyai senyawa repellent untuk hama dan tanaman bunga matahari yang menjadi refugia terhadap serangga sehingga dapat mengurangi serangan hama serta mengurangi kerusakan produk pertanian (Nirmayanti *et al.*, 2015; Afifah, *et al.*, 2015). Selain itu, dengan penanaman tumpangsari terdapat tanaman sela yang berfungsi sebagai *cover crop* untuk memperkecil evaporasi dan erosi tanah, sehingga struktur tanah tetap stabil.

4.2.8 Penerapan Teknologi EMP (*Effective Microorganism Procedure*) untuk meningkatkan hasil produk pertanian

Biostimulan merupakan formulasi senyawa bioaktif tanaman atau mikroorganisme yang dapat diaplikasikan pada tanaman untuk meningkatkan efisiensi penyerapan nutrisi, toleransi cekaman abiotik dan meningkatkan resistensi terhadap patogen. EM (*Effective Microorganism*) termasuk ke dalam biostimulan yang tersusun atas mikroorganisme campuran meliputi, bakteri asam laktat, yeast dan bakteri fotosintetik dalam bentuk cair. Selain dapat berfungsi untuk proses fermentasi dan dekomposisi bahan organik, EM dapat bermanfaat untuk memperbaiki sifat fisik, kimia, dan biologis tanah, menyediakan unsur hara yang dibutuhkan tanaman, menyehatkan tanaman, meningkatkan produksi tanaman dan menjaga kestabilan produksi. Penggunaan EM dapat dilakukan dengan pengaplikasian di tanah secara langsung dengan cara disiram atau disemprotkan ke tanaman, sehingga nutrisi lebih mudah untuk diserap oleh tanaman (Olle & William, 2013).



Gambar 24. Tanaman tomat dengan pengaplikasian EM (Emro Japan, 2022)

Di Indonesia pestisida menjadi kebutuhan penting bagi petani yang tidak bisa ditinggalkan. Tujuan penggunaan pestisida untuk

menangani hama dan gulma dengan harapan dapat meningkatkan hasil panen. Namun, penggunaan pestisida yang berlebihan dapat menimbulkan dampak negatif, seperti berkurangnya keanekaragaman hayati sehingga mengganggu agroekologi. Karena pestisida berspektrum luas, maka selain dapat membunuh hama sasaran, juga dapat membunuh serangga yang menguntungkan bagi tanaman, misalnya serangga yang berperan untuk penyerbukan.

Selain itu, penggunaan pestisida dapat mengganggu pertumbuhan mikroba dan hewan kecil di dalam tanah yang berperan dalam menjaga kesuburan tanah. Residu pestisida kimia yang terakumulasi di dalam tanaman akan berdampak pada kesehatan bila dikonsumsi oleh hewan dan manusia (Yuantari *et al*, 2013). Oleh karena itu, pengaplikasian EM dalam budidaya pertanian menjadi salah satu upaya yang dapat dilakukan untuk peningkatan produktivitas hasil pertanian, baik kualitas hasil panen yang tinggi dan sekaligus dapat mengurangi pencemaran lingkungan, sehingga dapat meningkatkan kualitas lahan secara berkelanjutan (Olle & William, 2013). EM dapat langsung diaplikasikan di tanah maupun disemprotkan di daun.

Petani secara tidak langsung telah melakukan perawatan tanaman sekaligus menjaga kesehatan tanaman dari serangan hama, sehingga biaya yang dikeluarkan lebih rendah dan aman bagi lingkungan. EM memiliki bau yang khas untuk mengusir serangga pengganggu sehingga mengurangi kerusakan atau gagal panen. Selain itu, produk yang dihasilkan tidak mengandung zat kimia berbahaya sehingga memiliki nilai jual yang lebih besar dan berpeluang untuk dapat masuk ke dalam pasar produk pertanian organik (Iqbal *et al.*, 2015).

4.2.9 Penerapan Teknologi Sistem Irigasi Otomatis

Air menjadi salah satu komponen penting dalam budidaya pertanian. Ketersediaan air yang cukup selama proses budidaya dapat meningkatkan produktivitas tanaman. Kebutuhan air tanaman bu-

didaya dipengaruhi oleh beberapa faktor, meliputi jenis tanaman, sifat dan jenis tanah, kondisi iklim, kesuburan tanah, cara bercocok tanam, luas daerah pertanian, topografi, dan periode tumbuh. Sistem irigasi berfungsi untuk memenuhi kebutuhan air tanaman agar dapat tumbuh secara optimal. Namun ketidakpastian ketersediaan air akibat perubahan iklim dapat menyebabkan kekeringan dan gagal panen. Permasalahan ini, dapat diatasi dengan pengelolaan penggunaan air secara tepat dan efisien dengan membangun sistem irigasi otomatis (Chaer *et al.*, 2016).

Dalam sistem budidaya padi secara konvensional, petani di Indonesia umumnya menggenangi lahan sawah secara terus menerus sehingga menimbulkan pemborosan penggunaan air dan peningkatan biaya untuk memenuhi kebutuhan air bagi tanaman (Da Silva *et al.*, 2012). Selain itu, ketika musim kering menimbulkan konflik sosial antara para petani yang memperebutkan air yang disalurkan melalui irigasi karena ketersediaan air tersebut terbatas (Nurhayati *et al.*, 2021). Berdasarkan hal tersebut, manajemen pengairan harus dilakukan dengan efektif dan efisien sehingga penggunaan air dapat dilakukan sesuai dengan kebutuhan tanaman dan menjaga keberlanjutan produksi pertanian.

Sistem irigasi otomatis merupakan sistem pemenuhan kebutuhan air tanaman yang dilengkapi dengan sistem kendali otomatis menggunakan mikrokontroler. Mikrokontroler merupakan IC (integrated circuit) yang dapat diprogram menggunakan komputer dengan tujuan untuk dapat membaca *input* data dan memprosesnya, sehingga mengeluarkan *output* sesuai perintah program yang diberikan.

Arduino merupakan salah satu jenis mikrokontroler yang sering digunakan saat ini dalam sistem irigasi otomatis. Penjadwalan irigasi secara otomatis sangat berguna ketika cuaca yang susah diprediksi akibat adanya perubahan iklim global dan perubahan pola hujan, sehingga kebutuhan air tanaman dapat diperhitungkan

secara akurat dengan program yang telah dibuat dan lebih efektif serta efisien. Selain itu, sistem ini dapat mengurangi tenaga kerja yang dibutuhkan dalam proses penyiraman atau pengairan.



Gambar 25. Sistem Irigasi Otomatis (Ebed de Rosary, 2020)

Sistem kerja irigasi otomatis pada dasarnya menghubungkan beberapa rangkaian yang akan dikendalikan dengan sistem kontrol. Prinsip kerja sistem kontrol, yaitu dengan menggunakan input berupa data dan kemudian akan diproses menjadi output sebagai eksekutor. Secara garis besar rangkaian alatnya tersusun atas dua macam yaitu rangkaian node sensor yang berfungsi untuk mengambil data kondisi kelembaban tanah dan rangkaian server gateway (Chaer *et al.*, 2016). Salah satu metode sistem irigasi yang dapat diterapkan pada lahan kering atau untuk mengatasi kebutuhan air saat musim kemarau adalah sistem irigasi mikro otomatis. Prinsip irigasi mikro yaitu penyiraman tanaman yang dilakukan hanya pada area akar tanaman, sehingga dapat meminimalisasi kehilangan air akibat perkolasi, evaporasi, dan aliran permukaan. Jenis irigasi mikro diantaranya irigasi tetes (*drip irrigation*), *microspray*, dan *mini-sprinkler* (Ridwan *et al.*, 2014).

Manfaat dari penerapan irigasi otomatis bagi petani diantaranya, petani dapat mengurangi konflik perebutan air antara petani dan menghemat penggunaan air sehingga mengurangi biaya penge-

luaran. Sistem irigasi otomatis dapat mengurangi tenaga kerja sehingga lebih efisien dan efektif dalam perawatan tanaman karena dapat dilakukan dengan waktu yang cepat dan tidak membutuhkan banyak tenaga. Dengan sistem ini juga petani dapat sekaligus melakukan pemupukan bersamaan dengan pengairan sehingga meningkatkan efisien penggunaan pupuk serta meningkatkan hasil produksi tanaman (Franata *et al.*, 2014).

4.2.10 Penerapan Teknologi *Edible Coating* untuk Memperpanjang Masa Simpan Hasil Panen

Produk hasil pertanian merupakan produk yang memiliki waktu simpan yang singkat bila tanpa penanganan tertentu. Kandungan air di dalam produk pertanian yang tinggi menyebabkan produk pertanian mudah busuk atau cepat rusak. Hal tersebut, akan mempengaruhi mutu dan kualitas produksi sehingga akan berdampak pada daya saing produk yang relatif rendah apabila tidak ditangani dengan baik. Kegiatan pasca panen bertujuan mempertahankan kualitas produk segar agar tetap prima sampai ke tangan konsumen, menekan kehilangan (*losses*) karena penyusutan dan kerusakan, memperpanjang masa simpan dan meningkatkan nilai ekonomis hasil pertanian. Oleh karena itu, perbaikan sistem pengolahan pasca panen harus diterapkan dengan pedoman GHP (*Good Handling Practice*).

GHP merupakan pedoman umum dalam melaksanakan pasca panen produk pertanian secara baik dan benar untuk menghasilkan produk yang bermutu atau memenuhi standar mutu yang berlaku seperti standar nasional Indonesia (SNI) (Balitbang, 2004). Kondisi saat ini dalam kegiatan pascapanen umumnya dilakukan secara tradisional dengan alat yang sederhana sehingga terjadi penyusutan dan kerusakan produk yang menyebabkan penurunan nilai ekonomi dan gizi. Hal tersebut menyebabkan rendahnya daya saing produk di pasar (Abbas dan Rita, 2016). Salah satu, upaya yang dapat dilakukan untuk memperpanjang tingkat kesegaran sayuran,

dengan mengaplikasikan *edible coating*.

Edible coating merupakan metode pemberian lapisan tipis pada permukaan buah untuk memperlambat proses pemasakan dan pencoklatan buah dan terbuat dari bahan yang aman untuk dikonsumsi. *Coating* dapat berfungsi sebagai barier dan memiliki sifat permeabel terhadap gas-gas tertentu sehingga mampu mengontrol perpindahan komponen-komponen larut air yang dapat menyebabkan perubahan pigmen dan komposisi nutrisi atau buah (Miskiyah *et al.*, 2011).



Gambar 26. Paprika tanpa dan dengan paprika edible coating (Food Ingredients, 2020)

Edible coating umumnya berbahan dasar material biologis seperti protein, lipid, dan polisakarida. Polisakarida yang dapat digunakan sebagai *edible coating* antara lain pati dan turunannya, selulosa dan turunannya, kitosan, pektin, alginat, dan gum (Tzoumaki *et al.*, 2009). *Edible coating* menggunakan bahan dasar polisakarida berfungsi sebagai membran permeabel yang selektif terhadap pertukaran gas CO_2 dan O_2 . Hal tersebut dapat memperpanjang masa simpan produk pertanian karena produk pertanian mengalami penurunan laju respirasi.

Penggunaan pati singkong sebagai bahan dasar *edible coating* memiliki potensi yang besar karena mudah didapatkan. Hal ini

didukung dengan Data Ditjen Tanaman Pangan, luas areal penanaman singkong tahun 2019 sebesar 628.305 ha dan produksi sebanyak 16,35 juta ton (Kominfo, 2021). Berdasarkan penelitian Pade (2019) *edible coating* berbahan dasar pati singkong dapat mempertahankan mutu nanas minimal selama 6 hari pada suhu penyimpanan 10°C. Dengan pengaplikasian *edible coating* menggunakan bahan dasar alami petani dapat meningkatkan daya saing produk pertanian karena memiliki masa simpan yang lebih panjang. Selain itu, pemanfaatan *edible coating* berbahan dasar alami lebih ramah lingkungan sehingga produk yang dihasilkan tetap terjaga mutu dan nilai gizinya dan meningkatkan peluang usaha petani pada pasar yang lebih luas (Winarti *et al.*, 2012).

4.3 Penerapan Teknologi Tepat Guna Bidang Lingkungan

Isu lingkungan menjadi masalah global yang berdampak sangat luas dan melibatkan banyak aspek kehidupan. Masyarakat di Indonesia menganggap bahwa isu lingkungan menjadi penting dan menimbulkan beberapa kekhawatiran. Namun, faktanya pemahaman ini masih hanya sebatas gaya hidup dan belum ditanamkan sebagai suatu pola pikir dan kebiasaan bagi masyarakat pada umumnya. Beberapa masalah besar yang menjadi kekhawatiran, yaitu penumpukan sampah, pencemaran sungai, sanitasi buruk, dan kebakaran hutan.

Sampah menjadi salah satu masalah besar yang belum terselesaikan sampai saat ini. Data KLHK menunjukkan bahwa jumlah timbulan sampah Indonesia pada tahun 2021 mencapai 26,26 juta ton/tahun dari 230 kabupaten. Komposisi sampah Indonesia berupa sampah organik (sisa makanan, kayu ranting daun) sebesar 57%, sampah plastik sebesar 16%, sampah kertas 10%, serta lainnya (logam, kain tekstil, karet kulit, kaca) 17% dan Sebanyak 35,6% sampah belum terkelola (KLHK, 2021). Tingginya jumlah timbulan sampah tersebut dipicu oleh laju percepatan pertumbuhan penduduk di Indonesia dan meningkatnya aktivitas konsumsi masyarakat (Ditjen

PPKL, 2018). Pengelolaan sampah yang buruk dapat menyebabkan masalah kesehatan lingkungan yang tidak lepas dari masalah kesehatan manusia.

Tumpukan sampah yang masuk ke badan air akan mempengaruhi kualitas sumber air bersih masyarakat dan menimbulkan peningkatan vektor penyakit serta sumber penyakit. Ketersediaan air bersih yang terbatas secara tidak langsung berdampak pada kegiatan ekonomi, karena adanya peningkatan biaya pengeluaran untuk memperoleh air bersih. Selain itu, paradigma masyarakat yang masih banyak melakukan pengolahan sampah dengan cara dibakar dapat menimbulkan polusi berupa emisi gas CO₂ yang mempengaruhi kualitas udara. Limbah atau sampah yang tidak dikelola dengan baik akan menghasilkan metana dan CO₂ yang berlebih, secara tidak langsung berdampak pada perubahan iklim (Hasibuan, 2016). Berdasarkan hal tersebut, pengelolaan sampah guna mengatasi masalah kesehatan lingkungan menjadi pintu masuk untuk mencapai target pembangunan berkelanjutan. Karena hal tersebut merupakan isu multi sektor yang berdampak dalam berbagai aspek meliputi, kesehatan, perubahan iklim, pengurangan kemiskinan, keamanan pangan dan sumberdaya, serta produksi dan konsumsi berkelanjutan (UNEP, 2015).

4.3.1 Penerapan Teknologi Pengolahan Limbah Organik menjadi Biogas

Prinsip pengolahan limbah organik secara biologi yaitu dengan memanfaatkan aktivitas mikroorganisme seperti bakteri, fungi, dan protozoa yang berperan dalam mendegradasi limbah organik menjadi senyawa organik sederhana serta mengkonversinya menjadi gas karbondioksida (CO₂), air (H₂O) dan energi untuk pertumbuhan dan reproduksi mikroorganisme tersebut. Biodegradasi adalah salah satu cara pengolahan limbah secara biologi yang sering dipilih karena efektif untuk pengolahan limbah organik dengan biaya yang relatif rendah. Keberhasilan pengolahan limbah secara biologi

sangat bergantung pada aktivitas dan kemampuan mikroorganisme pendegradasi bahan organik (Firdaus dan Muchlisin, 2010). Upaya konversi limbah organik menjadi biogas dapat dilakukan dengan pengembangan bioreaktor atau biodigester. Bioreaktor atau biodigester akan memproses limbah organik untuk menghasilkan energi dalam bentuk biogas. Energi yang berasal dari limbah bersifat ramah lingkungan karena sisa dari proses (*biogas slurry*) dapat digunakan sebagai pupuk organik yang dapat digunakan untuk kebutuhan nutrisi tanaman (Mudiarta *et al.*, 2018).



Gambar 27. Bioreaktor penghasil biogas berbahan dasar kotoran sapi (Arifin, 2017)

Limbah kotoran ternak merupakan sumber biomassa yang berpotensi menjadi sumber penghasil biogas sebagai energi alternatif untuk dapat mewujudkan kemandiri energi. Menurut Dharma dan Ridhuan (2014) potensi produksi biogas yang dihasilkan tiap meter kubik kotoran ayam mencapai 0,065-0,116 m³ dengan kandungan gas metana berkisar 65% hingga 75%. Biogas dalam skala rumah tangga dengan jumlah ternak 2 – 4 ekor sapi atau suplai kotoran sebanyak 25 kg/hari dengan tabung reaktor berkapasitas 2500 – 5000 liter dapat menghasilkan biogas setara dengan 2 liter minyak tanah/hari yang dapat memenuhi kebutuhan energi memasak satu rumah tangga di pedesaan (Kaharudin dan Sukmawati, 2010). Menurut Wahyono dan Sudarno, (2012) sebanyak 1 kg kotoran sapi dapat

menghasilkan biogas sebanyak 40 liter, sedangkan 1 kg kotoran ayam dapat menghasilkan 70 liter biogas.

Prinsip instalasi biogas adalah adanya dekomposisi bahan organik secara anaerobik (tertutup dari udara bebas) untuk menghasilkan gas yang sebagian besar berupa gas metan (yang memiliki sifat mudah terbakar) dan karbon dioksida (CO_2). Proses degradasi anaerobik sangat dipengaruhi oleh ketersediaan mikroorganisme, terutama bakteri metan yang banyak dijumpai pada kotoran hewan ternak, seperti kotoran sapi dan kotoran ayam. Suhu yang baik agar proses fermentasi berlangsung dengan baik berkisar 30°C hingga 55°C sehingga bakteri dapat bekerja secara optimal. Bangunan utama dari instalasi biogas yaitu digester atau reaktor yang berfungsi untuk menampung gas metan hasil perombakan (degradasi) bahan organik oleh bakteri. Jenis digester yang banyak digunakan adalah *continuous feeding* dengan pengisian limbah organik dilakukan secara kontinu setiap hari (Fahri, 2011). Penerapan bioreaktor atau biodigester untuk menghasilkan biogas memberikan peluang bagi masyarakat untuk mengatasi akumulasi limbah organik di lingkungan sekaligus menghasilkan energi alternatif dalam bentuk biogas yang ramah lingkungan. Pada akhirnya teknologi tepat guna pembentukan biogas yang bersumber dari limbah organik mendukung peningkatan kesehatan lingkungan dan meningkatkan kualitas hidup masyarakat (Kurniawati dan Aju, 2021).

4.3.2 Penerapan Teknologi Pengolahan Limbah Organik menjadi Biobriket

Sampah organik termasuk sampah pertanian merupakan salah satu sumber permasalahan bagi kesehatan lingkungan, tetapi di sisi lain keberadaan sampah tersebut memiliki potensi yang besar sebagai sumber energi jika dikelola dengan baik. Ketersediaan dan produksi bahan bakar minyak bumi (fosil) di Indonesia mengalami penurunan 10% setiap tahunnya sedangkan tingkat konsumsi minyak mengalami peningkatan rata-rata 6% per tahun. Hal

tersebut menyebabkan produksi bahan bakar minyak bumi tidak dapat memenuhi besarnya konsumsi bahan bakar minyak, sehingga Indonesia melakukan impor minyak untuk memenuhi kebutuhan tersebut setiap harinya (Kuncahyo *et al.*, 2013). Salah satu upaya yang dilakukan untuk dapat mengatasi dua permasalahan tersebut adalah dengan pemanfaatan sampah organik menjadi bahan baku briket (Fathaddin *et al.*, 2021).



Gambar 28. Briket dari daun kering (Tribunnews, 2019).

Briket merupakan sumber energi alternatif sebagai pengganti bahan bakar berbahan dasar batu bara atau minyak bumi dengan cara mengkonversi bahan baku menjadi bentuk padat sehingga lebih efektif, efisien dan mudah digunakan (Asip *et al.*, 2014). Briket dapat dibuat dari bahan-bahan yang mudah ditemukan sehari-hari seperti bungkil biji jarak pagar, eceng gondok (Fachry *et al.*, 2010), ampas tebu (Elfiano *et al.*, 2014), tempurung kelapa (Setiawan dan Syahrizal, 2018), kulit buah durian (Nuriana *et al.*, 2013), kulit buah nipah (Mulyadi *et al.*, 2013), cangkang kelapa sawit, gambut (Susanti *et al.*, 2015), jeram, serbuk gergaji (Suwaedi, 2018), ampas kopi (Kusuma *et al.*, 2013), bambu dan sabut kelapa, serta rumput-rumputan. Selain itu, Pembuatan briket dapat dilakukan dengan bahan dasar

tanaman gulma yang mudah didapatkan dan bukan jenis tanaman pangan.

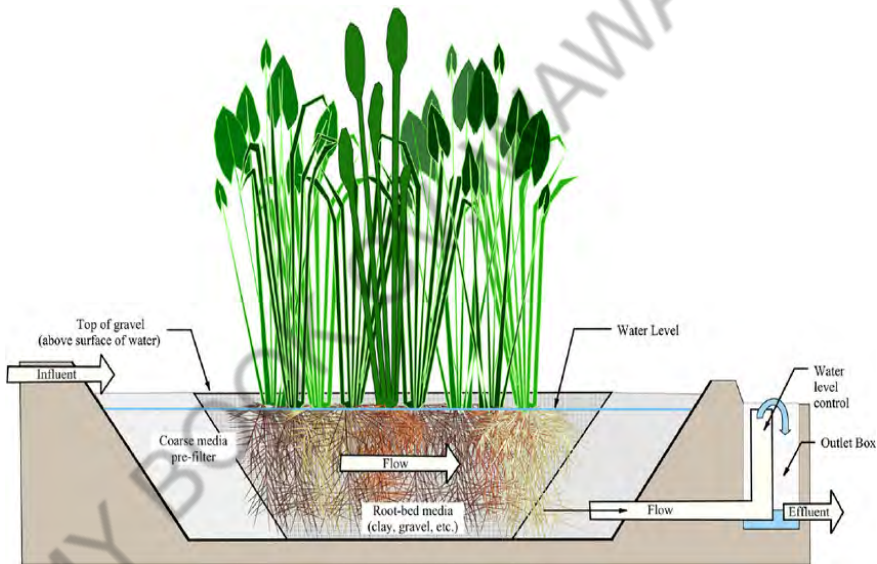
Proses pembuatan briket sangat mudah dan sederhana. Pembuatan briket berbahan dasar rumput-rumputan diawali dengan pengeringan terlebih dahulu dan dilanjutkan dengan proses pengarangan (pembakaran). Arang yang terbentuk berbentuk bubuk kemudian dicampurkan ke dalam larutan kanji (tepung terigu atau tepung beras) sehingga membentuk adonan yang homogen. Adonan briket dicetak mengikuti bentuk tertentu, dijemur atau dikeringkan. Briket berukuran diameter 8.6 cm dan tebal 2.5 cm dapat mendidihkan air dalam waktu sekitar 10 menit. Masyarakat dapat mengolah limbah organik menjadi biobriket yaitu produk yang memiliki nilai energi sekaligus dapat mewujudkan lingkungan yang bersih. Biobriket merupakan energi alternatif yang dapat mengurangi ketergantungan terhadap penggunaan LPG atau minyak tanah, dan pembuatan briket dapat mengurangi biaya pengeluaran untuk kebutuhan sehari-hari (Fathaddin *et al.*, 2021).

4.2.3 Penerapan Teknologi *Constructed Wetland* untuk Mengolah Air Limbah

Limbah domestik adalah buangan yang dihasilkan dari kegiatan manusia, baik dalam bentuk padat maupun cair. Pembuangan limbah domestik tanpa adanya pengelolaan tertentu dapat berdampak buruk pada kesehatan manusia. Salah satu masalah yang sering dihadapi adalah terkait sanitasi buruk seperti mandi dan cuci baju di sungai, fasilitas jamban dengan kualitas yang buruk, dan pembuangan limbah di badan air yang dapat mencemari air tanah maupun air di permukaan. Pembuangan air limbah ke saluran drainase secara terus menerus tanpa pengolahan terlebih dahulu menyebabkan kemampuan pemulihan alamiah (*self-purification*) air terganggu.

Selain itu, menimbulkan masalah ketidakseimbangan kualitas ekologi pada aliran drainase dan menyebabkan gangguan kese-

hatan pada manusia sehingga menurunkan kualitas hidup masyarakat. Air limbah tersebut sebagian besar mengandung padatan tersuspensi atau TSS (Total suspended solid), urin, senyawa kimia (sabun dan detergen), serta minyak dan lemak. Oleh karena itu, perbaikan sistem sanitasi dengan pengolahan limbah sebelum dibuang ke badan air sangat penting dilakukan. Alternatif upaya yang dapat dilakukan adalah dengan penerapan teknologi Lahan Basah Buatan (*Constructed Wetlands*) yang dirancang untuk memperbaiki kualitas air serta meminimalisir dampak berbahaya air limbah, sehingga dapat memberikan kontribusi dalam upaya konservasi air (Rito, 2017).



Gambar 29. Subsurface Flow Constructed Wetland (White, 2013)

Lahan Basah Buatan (*Constructed Wetland*) merupakan rekayasa sistem pengolahan limbah dengan mengadaptasi proses penjernihan air yang terjadi di lahan basah atau rawa (*wetlands*), Metode ini dirancang dengan memanfaatkan tanaman air, tanah atau media lain, dan kumpulan mikroorganisme terkait sehingga terjadi proses pemulihan kualitas air limbah secara alamiah (*self purification*).

Secara umum sistem *Constructed Wetland* dibagi menjadi dua, yaitu sistem aliran permukaan (*Surface Flow Constructed Wetland*) atau FWS (*Free Water System*) dan sistem aliran bawah permukaan (*Sub-surface Flow Constructed Wetland*) atau SSF-Wetlands. Namun, alternatif sistem yang tepat untuk di Indonesia adalah dengan menggunakan sistem aliran bawah permukaan (*Subsurface Flow*) karena tidak menimbulkan ancaman peningkatan populasi nyamuk yang dapat menjadi sumber penyakit.

Prinsip pengolahan limbah Lahan Basah Buatan Aliran Bawah Permukaan (SSF-Wetlands) meliputi proses fisik, kimia, dan biologi. Proses fisik melibatkan proses sedimentasi, filtrasi, adsorpsi oleh media tanah yang ada sehingga dapat mengurangi konsentrasi COD & BOD solid maupun TSS, sedangkan COD & BOD terlarut dapat dihilangkan dengan proses kimia dan biologi melalui aktivitas mikroorganisme dan tanaman. Salah satu jenis tanaman yang dapat digunakan adalah tanaman Rumput Payung (*Cyperus alternifolius*), karena memiliki daya tahan yang cukup kuat dan daya serap yang mempunyai akar serabut yang lebat sehingga memiliki daya serap yang lebih tinggi (Devianasari dan Rudy, 2011).

Penerapan teknologi tepat guna ini memberikan solusi yang efektif untuk mengolah limbah domestik dan pertanian sehingga menurunkan dampak pencemaran air serta meningkatkan kualitas hidup masyarakat. Teknologi Lahan Basah Buatan relative membutuhkan keterampilan tinggi sehingga mudah dilakukan, biaya pengoperasian dan pemeliharaan relatif murah (Rito, 2017).

4.4 Penerapan Teknologi Tepat Guna di Sektor Usaha Kecil Menengah (UKM)

Pembangunan secara luas dapat diartikan sebagai upaya dalam peningkatan kualitas hidup masyarakat secara multidimensional (*improving quality of life*) (Adisasmita, 2006). Dalam pengelolaan potensi sumber daya lokal baik sumber daya dari alam atau sumber daya limbah di pedesaan, banyak masyarakat mengembangkannya

dengan cara sederhana (*home industry*) dan usaha mikro, kecil dan menengah. Sekitar 89% dari jumlah usaha kecil menengah berada di pedesaan, sehingga kelompok usaha ini berpotensi besar untuk menjadi motor penggerak pembangunan dan roda perekonomian pedesaan (Tambunan, 2009). Faktor-faktor yang menentukan keberhasilan Pengembangan Usaha Mikro Kecil dan Menengah di pedesaan, meliputi faktor Sumber Daya Manusia (SDM), Permodalan, Mesin dan Peralatan, Pengelolaan Usaha, Pemasaran, Ketersediaan Bahan Baku (Yuliati, 2013).

Beberapa faktor tersebut seringkali menjadi permasalahan dalam pengembangan UMKM, seperti sumber daya manusia yang kurang memiliki wawasan dan keterampilan dalam pengembangan usahanya, memiliki permasalahan dalam permodalan, sarana dan prasarana yang kurang mendukung, serta kurangnya akses pemasaran produk sehingga daya saing produk yang relatif rendah (Anggraeni *et al.*, 2013). Oleh karena itu, diperlukan strategi untuk meningkatkan daya saing dan kualitas produk Usaha Kecil Menengah, salah satunya dengan mendukung masyarakat untuk mengelola sumber daya lokal yang dimiliki secara mandiri melalui penerapan Teknologi Tepat Guna. Teknologi Tepat Guna dapat digunakan sebagai pendekatan yang ampuh dalam upaya mempercepat pemberdayaan masyarakat, khususnya UMKM, sehingga dalam penentuan teknologi pada UKM di masyarakat harus tepat. Dengan adanya teknologi ini diharapkan dapat memberikan dampak yang positif, seperti dapat mengefisienkan biaya produksi, memperbaiki proses kualitas produksi, meningkatkan kapasitas dan nilai tambah produk, menghasilkan produk yang memiliki standarisasi terhadap kebutuhan pasar.

4.4.1 Penerapan Teknologi Alat Pengaduk Dodol secara Mekanis

Indonesia merupakan salah satu negara yang menjadi sentra buah-buahan tropis di dunia. Berdasarkan data BPS pada tahun

2020, menyebutkan bahwa produksi buahan-buahan nasional, meliputi durian sebanyak 1,13 juta ton, mangga 2,89 juta ton, 824 ribu ton, nenas 2,44 juta ton, pepaya, 1,016 juta ton, pisang 8,18 juta ton, dan sirsak 1, 27 juta ton (BPS, 2020). Keragaman jenis buah-buahan yang tersebut menjadi potensi yang besar untuk dikembangkan menjadi produk olahan, salah satunya diolah menjadi dodol.

Dodol merupakan makanan tradisional yang cukup populer di beberapa daerah di Indonesia. Dodol dikelompokkan menjadi dua yaitu dodol yang diolah dari buah-buahan dan dodol yang diolah dari tepung-tepungan seperti tepung beras dan tepung ketan (Yakub, 2019). Saat ini dodol lebih dikenal dengan nama daerah asal dodol dibuat seperti Dodol Garut, Dodol Kudus Atau Jenang Kudus, Dodol Durian dari Sumatra dan Kalimantan, untuk dodol buah-buahan seperti Dodol Apel, Dodol Strawberry, Dodol Pepaya (Satuhu dan Sunarmani, 2004).

Pada umumnya metode pembuatan adonan dodol dilakukan dengan memasak adonan di atas wajan sambil diaduk. Proses pengadukan tersebut membutuhkan tenaga dan waktu yang lama, seperti untuk adonan dodol 5 kg diperlukan waktu ± 4 jam. Adonan dodol yang sudah matang kemudian didinginkan dan selanjutnya dikemas. Berdasarkan hal tersebut, guna meningkatkan kualitas dan kuantitas produksi dodol, maka dapat dilakukan dengan implementasi teknologi mesin pengaduk dodol secara mekanis. Selain itu, penggunaan mesin ini bertujuan untuk mengurangi tenaga kerja manusia di bagian produksi sehingga tenaga kerja yang ada lebih difokuskan untuk pemasaran produk dan pengemasan produk agar lebih menarik konsumen (Ansar *et al.*, 2019).



Gambar 30. Mesin Pengaduk Dodol Karangampel (Sifa et al., 2020)

Prinsip kerja mesin pengaduk dodol adalah dengan menggunakan motor penggerak dengan energi listrik atau gas untuk mengaduk dodol dengan kecepatan yang konstan (Ansar *et al.*, 2019). Pembuatan dodol dengan pengadukan menggunakan mesin memiliki waktu yang lebih cepat dibandingkan pengadukan secara manual. Dengan pengadukan dodol menggunakan mesin dapat mengurangi waktu tanak dodol menjadi 2 jam, dibandingkan dengan pengadukan dodol secara manual memerlukan waktu sekitar 4 jam (Napid, *et al.*, 2014). Dampak penggunaan mesin pengaduk dodol yaitu dapat mengurangi biaya produksi, karena mengurangi upah tenaga kerja dengan penggunaan mesin ini hanya memerlukan satu orang operator untuk mengoperasikannya, penggunaan mesin dodol dapat meningkatkan kualitas dan kuantitas produksi, sehingga dapat meningkatkan nilai jual produk, penggunaan mesin dapat meningkatkan kepercayaan konsumen karena produk yang dihasilkan lebih higienis (Tiwan, 2010).

4.4.2 Penerapan Teknologi Alat Pembuat Batik

Kain batik merupakan kerajinan khas tradisional Indonesia yang telah menjadi salah satu *trade mark* berbusana formal dan informal penduduk di Indonesia (Sayekti *et al.*, 2020). Kualitas produksi batik tulis sangat bergantung pada sarana alat yang digunakan dan

dimbangi dengan keterampilan yang dimiliki pengrajin. Peralatan untuk membuat batik tulis sebagian besar masih menggunakan peralatan tradisional yang membutuhkan keahlian khusus. Untuk menghasilkan motif yang indah dan bagus, penggunaan canting tradisional sebagai alat utama hanya dapat dilakukan para pengrajin yang terampil dan mahir untuk mengatur temperatur malam (bahan/cairan untuk melukis batik).

Permasalahan yang sering dihadapi oleh pemula adalah sulitnya mengatur temperatur malam untuk memperoleh hasil yang memuaskan. Berdasarkan hal tersebut, untuk meningkatkan semangat pengrajin pemula untuk menghasilkan karya batik dibutuhkan teknologi berupa canting yang dilengkapi dengan pengaturan temperatur malam secara tepat dan otomatis.

Metode pembuatan motif batik tulis secara tradisional dilakukan dengan menggambarkan motif menggunakan malam di atas kain dan untuk pengaturan malam pada nyamplung dilakukan dengan meniup cairan malam sedangkan untuk melelehkan malam menggunakan wajan dengan sumber panas dari kompor minyak tanah. Rancangan canting dengan pengatur otomatis sumber panas yang dihasilkan berasal dari listrik dan langsung terhubung dengan canting, sehingga lebih efisien dan efektif (Gambar 31). Canting tersebut dapat mengatur temperatur secara otomatis, dilengkapi dengan sensor dan mikrokontroler untuk monitoring dan mengontrol temperatur cairan malam pada nyamplung (Sudirtha dan Nurhayata, 2016).



Gambar 31. Model canting elektronik dengan pemanas PTC (Sudirtha dan Nurhayata, 2016)

Berdasarkan penelitian Sudirtha dan Nurhayata (2016), dioda tipe 1N4148 digunakan sebagai sensor temperature sehingga dapat diketahui temperatur aktual cairan malam. Penggunaan dioda tipe 1N4148 dipilih karena memiliki karakteristik tegangan majunya dipengaruhi oleh temperatur. Tegangan maju dioda akan menurun 2 mV setiap kenaikan suhu 10°C. Perubahan tegangan maju dioda akan diproses oleh rangkaian pengkondisi sinyal sehingga diperoleh nilai suhu aktual. Manfaat penggunaan canting dengan pengaturan suhu otomatis yaitu dapat mempermudah para pengrajin pemula untuk membatik, karena canting tersebut dapat menjaga temperatur suhu dan diperoleh ketebalan goresan yang cukup rata dan tidak terputus-putus. Dengan demikian proses pengerjaan batik menjadi lebih cepat dibandingkan dengan cara konvensional.

4.4.3 Penerapan Teknologi *Greenhouse* untuk Penjemuran Produk Hasil Pertanian

Kopi adalah salah satu hasil komoditi perkebunan unggulan di Indonesia. Pada tahun 2021 Indonesia memiliki luas areal perkebunan kopi 1.249.615 Ha, dengan hasil produksi 765.415 ton (Dirjen Perkebunan, 2021). Namun, sebagian besar petani masih menjual biji kopi basah. Biji kopi yang masih basah memiliki harga jual yang rendah dibandingkan biji kopi kering, sehingga dapat menurunkan

pendapatan petani. Selain itu, metode pengeringan biji kopi umumnya dilakukan secara tradisional.

Teknik pengeringan secara tradisional dilakukan dengan melakukan penjemuran biji kopi yang dipaparkan pada lantai semen atau anyaman bambu dengan memanfaatkan sinar matahari. Metode ini membutuhkan waktu 4-7 hari saat musim panas, sedangkan 1-2 minggu saat musim hujan (Wijayanti dan Silvi, 2019). Kelemahan proses pengeringan tersebut, yaitu waktu pengeringan sangat bergantung pada cuaca dan kurang higienis karena umumnya penjemuran dilakukan di lahan terbuka sehingga mudah terkontaminasi kotoran-kotoran, serangga, tanah atau kerikil. Proses pengeringan merupakan tahapan penting untuk mengawetkan biji kopi serta memudahkan proses pengangkutan untuk diproses lebih lanjut. Proses pengeringan biji kopi lebih efisien dilakukan dalam rumah kaca (*green house*) (Dipa *et al.*, 2021)



Gambar 32. Green house di Pangandaran Gugi Samugya (Ruber, 2020)

Prinsip pengeringan dalam rumah kaca adalah dengan pemanfaatan energi surya sebagai sumber energi utama, kemudian sinar akan diserap langsung oleh plastik ultra violet (UV) yang dipasang menyelimuti dinding bangunan pengering untuk menghantarkan dan menahan panas sehingga temperatur di dalam ruangan tetap terjaga (Hadi, 2015). Temperatur udara dalam rumah kaca lebih panas, mencapai 39°C dibandingkan dengan temperatur di luar rumah kaca.

Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Amanah *et al.*, (2013), pengeringan dalam rumah kaca dapat mempercepat proses pengeringan kunyit jika dibandingkan dengan pengeringan secara konvensional. Suhu udara yang terdapat dalam alat pengering lebih tinggi dari udara lingkungan luar yang menyebabkan turunnya kelembaban relatif (RH) udara. Suhu udara tertinggi dalam pengering adalah 46°C, sedangkan suhu tertinggi pada pengeringan alami adalah 39°C. Dengan menggunakan metode pengeringan rumah kaca, kunyit dapat mengering 3 jam lebih cepat dibandingkan dengan metode penjemuran alami. Hasil pengeringan dengan menggunakan rumah kaca menunjukkan bahwa kunyit lebih higienis dan warna lebih cerah dan seragam jika dibandingkan dengan pengeringan langsung dengan alas terpal.

Menurut Wijayanti dan Silvi (2019), pengeringan dalam rumah kaca membutuhkan waktu selama 7-10 hari untuk mencapai kadar air 13%, sedangkan pengeringan konvensional membutuhkan waktu selama 10-15 hari untuk mencapai kadar air 14%. Semakin tinggi temperatur udara pengering maka semakin cepat terjadi pengurangan air dan bahan, sejalan dengan penurunan kadar air dan massa bahan yang semakin cepat (Chandra, 2016). Manfaat penerapan rumah kaca (*green house*) untuk proses pengeringan diantaranya dapat menghasilkan produk yang bebas dari kontaminan dan higienis, meningkatkan pendapatan petani, pengeringan lebih cepat serta lebih efisien dan efektif (Dipa *et al.*, 2021).

4.5 Penerapan Teknologi Tepat Guna untuk Meningkatkan Kualitas Pendidikan di Pedesaan

Organisasi untuk Kerjasama Ekonomi dan Pembangunan (OECD) pada tahun 2018 melaporkan bahwa peringkat Programme for International Student Assessment (PISA) Indonesia masuk ke dalam urutan terbawah (OECD, 2018). PISA merupakan metode evaluasi sistem pendidikan di dunia untuk mengukur kinerja siswa pendidikan kelas menengah. Indonesia menjadi partisipan pro-

gram penilaian PISA sebagai indikator untuk mengukur kompetensi siswa Indonesia di tingkat global. Penilaian tersebut dilakukan setiap tiga tahun sekali dan penilaian PISA menggambarkan keterampilan kognitif yang diukur pada aspek literasi untuk memetakan kemampuan mengolah informasi dan menerapkan pengetahuan pada konteks baru.

PISA mengukur tiga area literasi yaitu literasi membaca (bahasa), literasi matematika dan literasi sains (Puspendik, 2019). Pada tahun 2018, Indonesia berada pada peringkat 72 dari 77 negara untuk kompetensi membaca, peringkat 72-78 negara untuk nilai matematika, dan peringkat 70 dari 78 negara untuk nilai sains. Rata-rata skor dari tiga poin utama tersebut berada di bawah minimal rata-rata skor OECD. Nilai tersebut cenderung stagnan dalam 10 - 15 tahun terakhir (OECD, 2018).

Berdasarkan salah satu aspek tersebut, tampak bahwa pendidikan di Indonesia belum memiliki kualitas yang baik. Sektor pendidikan sangat berkaitan dengan kemiskinan dan saling mempengaruhi satu sama lain. Sebagian besar penduduk dengan indeks pendapatan rendah tinggal di desa. Masyarakat miskin sangat rentan terhadap pendidikan yang tidak layak karena kurangnya minat belajar, kurangnya rasa keingintahuan, dan lingkungan yang tidak mendukung untuk memperoleh pendidikan.

Oleh karena itu, perhatian terhadap sektor pendidikan menjadi sangat penting, karena dengan pendidikan masyarakat dapat menjalankan fungsi sosialnya dengan baik dan dapat mengembangkan potensi diri dalam kehidupan masyarakat. Perbaikan kualitas pendidikan dapat meningkatkan taraf kesejahteraan masyarakat dan menghasilkan sumber daya manusia yang handal dalam mendukung pembangunan nasional (Misya, 2017).

Upaya perbaikan kualitas pendidikan untuk menanggapi hasil penilaian PISA tersebut telah dilakukan oleh Pemerintah RI dengan melakukan beberapa perubahan pada komponen pendidikan

antara lain perubahan kurikulum, peningkatan kompetensi guru, penyediaan sarana dan prasarana yang menunjang pelaksanaan pembelajaran di lembaga-lembaga pendidikan dasar dan menengah. Namun, upaya-upaya tersebut nyatanya belum mampu berdampak secara signifikan.

Menurut, Menteri Pendidikan, Kebudayaan, Riset dan Teknologi (Kemendikbudristek) Nadiem Anwar Makarim selain upaya perbaikan sarana dan prasarana, budaya membaca harus ditingkatkan pada siswa menjadi sebuah kebiasaan (Kemendikbud, 2019). Salah satu solusinya, yaitu dengan cara pemerataan perbaikan kualitas pendidikan anak usia dini (PAUD) dan sekolah dasar untuk mengukuhkan pondasi rasa ingin tahu dan motivasi belajar untuk pendidikan selanjutnya. Tingkat pendidikan sekolah dasar sangat menentukan tingkat keberhasilan siswa pada jenjang selanjutnya.



Gambar 33. Platform Gerakan Mengajar Desa (GMD) (GMD, 2020)

Alternatif implementasi kegiatan tersebut adalah memfasilitasi siswa dengan metode *fun-learning* dan tenaga pengajar yang inspiratif. Implementasi tersebut dapat terwujud apabila didukung dengan antusiasme pihak-pihak tenaga pengajar atau generasi muda dalam membangun semangat belajar. Salah satu contohnya adalah membangun platform Gerakan Mengajar Desa (Gambar 33) yang

didirikan oleh Gardian Muhammad Abdullah pada tahun 2018 sebagai bentuk program pemberdayaan masyarakat dalam bidang pendidikan (GMD, 2022).

GMD menjadi platform layanan pendidikan bagi siswa di desa sehingga dapat memperoleh pengalaman pembelajaran yang menyenangkan sekaligus sebagai tempat penghubung bagi para masyarakat yang ingin terlibat dalam pengajaran di desa serta pelatihan bagi para tutor melalui *Training of Trainer* oleh para trainer profesional yang menjadi program pemberdayaan pemuda untuk mewujudkan pendidikan yang lebih baik (GMD, 2022).

Konsep pembelajaran *fun-learning* bertujuan melatih anak agar semangat belajar sejak dini dan memungkinkan anak lebih aktif dan mau terlibat dalam proses belajar, sehingga dapat mengubah pola pikir belajar merupakan hal yang menyenangkan. Metode ini dapat dilakukan dengan pembelajaran secara atraktif dengan visual materi yang menarik, penyampaian sederhana, dan melibatkan pengalaman sehari-hari serta lingkungan sehari-hari dalam proses pembelajaran. Layyinah, (2017) menjelaskan bahwa metode ini dapat meningkatkan mempertajam, memperdalam, pemahaman siswa sehingga dapat mendorong siswa untuk mengkomunikasikan gagasan pikirannya kepada orang lain



Gambar 34. Gerakan Mengajar Desa di Garut (Jabar, 2020)

Implementasi GMD secara masih sangat membantu siswa dalam meningkatkan pemahaman materi, meningkatkan motivasi belajar dan cita-cita untuk melanjutkan pendidikan yang lebih tinggi, pemberdayaan pemuda daerah setempat yang berperan sebagai tutor, dan dalam jangka panjang dapat mewujudkan pemerataan kualitas pendidikan di Indonesia (GMD, 2022).

4.6 Penerapan Teknologi Tepat Guna untuk Sektor Kesehatan (Wabah Penyakit, Obat Tradisional)

Kesehatan dapat diartikan sebagai investasi penting untuk mendukung pembangunan ekonomi dan memiliki peran dalam upaya penanggulangan kemiskinan, sehingga dapat meningkatkan kualitas sumber daya manusia di Indonesia. Berdasarkan Rapat Kerja Kesehatan Nasional (Rakerkesnas) Kementerian Kesehatan 2020, terdapat 5 fokus masalah kesehatan diantaranya yaitu angka Kematian Ibu dan Angka Kematian Bayi (AKI/AKB), pengendalian *Stunting*, Pencegahan dan Pengendalian Penyakit, Germas, dan Tata Kelola Sistem Kesehatan. Untuk mengatasi masalah tersebut dibutuhkan penerapan teknologi yang diarahkan pada konteks pendekatan promotif dan preventif (Kemenkes, 2021).

Menurut UU RI No. 36 tahun 2009 Tentang Kesehatan yang tercantum dalam pasal 42 menyebutkan bahwa ayat (1) Teknologi dan produk teknologi kesehatan diadakan diteliti, diedarkan dan dikembangkan dan dimanfaatkan bagi kesehatan masyarakat dan teknologi kesehatan sebagaimana yang dimaksud pada ayat (1) mencakup segala metode yang digunakan untuk mencegah terjadinya penyakit, mendeteksi adanya penyakit, meringankan penderitaan akibat penyakit, menyembuhkan, memperkecil komplikasi dan memulihkan kesehatan setelah sakit.

Menurut Rogowski (2007) teknologi kesehatan dibagi dalam 5 kelompok sebagai berikut : (1) Obat-obat meliputi bahan-bahan kimia dan substansi biologis yang digunakan dengan cara dimakan, diinjeksikan ke tubuh manusia untuk kepentingan medis; (2) alat-

alat (*device*) meliputi alat-alat khusus untuk diagnostik dan terapi; (3) prosedur bedah dan medis atau kombinasinya yang sering kali sangat kompleks; (4) sistem penunjang atau *support system* adalah teknologi yang digunakan untuk memberikan pelayanan medis di rumah sakit; (5) sistem organisasional adalah teknologi yang digunakan untuk menjamin penyampaian pelayanan kesehatan yang efektif dan efisien. Oleh karena itu pendekatan teknologi tepat guna dalam sektor kesehatan perlu dilakukan untuk dapat mendukung pembangunan nasional yang berkelanjutan dan menghasilkan sumber daya manusia yang berkualitas.

4.6.1 Penerapan Teknologi Grinder untuk Menghancurkan Rempah

Indonesia memiliki kekayaan hayati yang tinggi, salah satunya yaitu sumber bahan baku berupa tanaman obat. Jamu tradisional merupakan salah satu metode pengobatan di Indonesia dengan beragam jenis manfaat yang terkandung di dalamnya. Konsumsi jamu sudah menjadi bagian dari budaya masyarakat Indonesia, baik untuk menjaga kesehatan maupun mengatasi gangguan penyakit.

Berdasarkan Data Riset Tumbuhan Obat dan Jamu (2017), Indonesia memiliki 2.848 spesies tumbuhan obat dengan 32.014 ramuan obat yang berpotensi dalam pencegahan, pengobatan penyakit, maupun pemeliharaan kesehatan. Produsen jamu Indonesia, meliputi 1.247 Industri Obat Herbal, 93 Industri Obat Tradisional (IOT) dan selebihnya adalah Usaha Menengah Obat Tradisional (UMOT) dan Usaha Kecil Obat Tradisional (UKOT), termasuk Industri Rumah Tangga. Pada sektor UKOT dan rumah tangga umumnya dilakukan dengan menggunakan peralatan yang sederhana dan kemasan produk secara konvensional, sehingga kualitas produk, daya saing produk, dan kapasitas produksi masih sangat rendah. Faktor yang mempengaruhi hasil akhir produk jamu tradisional adalah tahap produksi dan pengemasan, meliputi pengemasan, bahan kemasan hingga label kemasan yang sering kali masih belum memenuhi per-

syarat Cara Pembuatan Obat Tradisional yang Baik (CPOTB).

CPOTB merupakan pedoman pembuatan obat tradisional yang mencakup keseluruhan aspek proses produksi obat tradisional dengan tujuan untuk menjamin produk yang dihasilkan dapat memenuhi persyaratan mutu yang telah ditentukan sesuai dengan tujuan penggunaannya (Sastyarina *et al.*, 2021). Salah contohnya adalah penggunaan alat tumbuk manual dalam produksi jamu tradisional yang membutuhkan waktu proses menumbuk yang lama. Dalam membuat 10L jamu membutuhkan waktu 5 jam. Untuk meningkatkan potensi jamu tradisisonal dibutuhkan alternative teknologi yang dapat meningkatkan kapasitas produksi dan kualitas produksi sehingga produk yang dihasilkan sesuai dengan standar CPOTB. Salah satu teknologi yang dapat diterapkan adalah perancangan mesin grinder (Gambar 35) untuk menggantikan akta penumbuk rempah-rempah (Praswanto *et al.*, 2022).



Gambar 35, Perakitan mesin grinder rempah (Praswanto *et al.*, 2022).

Mekanisme kerja mesin grinder diawali dengan memasukkan bahan baku melalui *chopper*, dan hasil parutan akan bergerak ke kiri dengan menggunakan *as screw* yang diputar oleh motor listrik (Efendi, 2017; Tembalang, 2018). Plat penahan yang berada di bagian kiri menyebabkan parutan rempah – rempah tertahan dan mendapat tekanan *screw* sehingga ekstrak jamu akan keluar melalui saringan yang terletak di bagian bawah sedangkan untuk ampas

rempah – rempah akan keluar melalui *output* paling kiri (Zuhrie, 2019; Sebayang *et al.*, 2020).

Bahan baku dalam membuat mesin grinder tersusun atas plastik untuk box screw, chopper bahan baku, *output* ekstrak jamu dan ampas rempah – rempah. Mesin grinder dirancang dapat mengolah 1 kg bahan baku rempah – rempah dengan menggunakan motor listrik berdaya ¼ Hp. Penggunaan mesin grinder ini dapat mempersingkat waktu produksi. Dalam waktu 2 jam mampu menghancurkan sinom dan beras kencur sebanyak 10 L. Keunggulan penggunaan mesin grinder untuk menghancurkan rempah-rempah adalah meningkatkan standar kualitas produk karena proses produksi lebih higienis, meningkatkan pendapatan karena kapasitas produksi lebih efisien dan efektif, serta mengurangi ongkos produksi (Praswanto *et al.*, 2022).

4.6.2 Penerapan Teknologi Aplikasi Resep Obat Herbal Berbasis Android

Pemanfaatan berbagai tanaman sebagai obat sudah menjadi budaya secara turun temurun oleh sebagian besar masyarakat di Indonesia. Mayoritas masyarakat dan kalangan ibu rumah tangga masih memilih obat tradisional (jamu) yang dipercaya berkhasiat sangat baik bagi tubuh, karena dapat diperoleh dengan mudah pada lingkungan sekitar dan dapat dibuat atau diracik sendiri.



Gambar 36. Tampilan menu ensiklopedia tanaman obat aplikasi berbasis android (Sari *et al.*, 2018).

Pengetahuan ramuan obat umumnya berdasarkan warisan turun temurun dan pengetahuan yang disampaikan dari satu orang ke orang lainnya. Ketersediaan informasi yang mudah diakses terkait ramuan atau resep obat tradisional yang disesuaikan dengan penyakit yang diderita masih terbatas bagi masyarakat. Saat ini di tengah laju informasi dan perkembangan teknologi yang tinggi serta fasilitas akses internet yang terus meningkat menjadi suatu potensi dalam pengembangan informasi ramuan obat tradisional. Salah satunya adalah rancangan aplikasi sistem informasi tanaman obat tradisional berbasis android (Praswanto *et al.*, 2022) (Gambar 36).

Aplikasi Sistem Informasi Tanaman Obat Tradisional ini merupakan media informasi untuk masyarakat agar lebih mengetahui lebih detail tentang kandungan tanaman obatan, termasuk resep atau ramuan obat yang disesuaikan dengan penyakit yang diderita. Masyarakat dapat mengakses aplikasi ini melalui perangkat mobile Android untuk memperoleh Informasi Tanaman Obat Tradisional dengan mudah, praktis, dan efisien. Salah satu sistem untuk membangun aplikasi adalah dengan menggunakan Java Expert System Shell (JESS) berbasis Java yang mampu mensimulasikan kemampuan seorang dokter umum dalam membuat diagnosis suatu penyakit dan dapat menyarankan ramuan obat tradisional sesuai penyakit yang telah terdiagnosis. Manfaat dari pengembangan aplikasi ini yaitu dapat membantu masyarakat membuat diagnosis suatu penyakit sehingga dapat mengambil langkah-langkah awal pengobatan yang diperlukan untuk mencegah agar penyakit tidak semakin parah dan dapat meningkatkan pengetahuan masyarakat terhadap ramuan dan informasi tanaman obat (Nurhasanah, 2013).

4.6.3 Penerapan Teknologi Prebiotik Berbasis Pangan Lokal

Pangan fungsional menjadi populer di kalangan masyarakat seiring dengan meningkatnya kesadaran masyarakat terhadap kesehatan. Pangan fungsional merupakan makanan yang berasal dari bahan alami dan memiliki efek spesifik terhadap kesehatan karena

memiliki kandungan senyawa kimia tertentu. Indonesia dengan sumber daya alam yang melimpah, salah satunya sumber daya pangan lokal yang memiliki potensi untuk dikembangkan menjadi pangan fungsional berbasis pangan lokal. Di Jepang sendiri sejak tahun 1984 telah menerapkan strategi pengembangan pangan tradisional dengan memanfaatkan keterikatan emosional masyarakat terhadap sumber daya lokal yang memiliki konsep *isson ippin* (satu daerah/desa, satu produk) sehingga dapat mewujudkan ketahanan pangan. Pengembangan produk pangan fungsional yang berbasis pangan lokal dapat mewujudkan ketahanan pangan nasional sekaligus menghasilkan sumber pangan yang dapat meningkatkan kesehatan masyarakat. Salah satu alternatif yang dapat dilakukan adalah dengan pengembangan prebiotik berbahan dasar lokal (Harini *et al.*, 2015).



Gambar 37. Mie sagu (Zuhdi, 2021).

Prebiotik merupakan salah satu jenis karbohidrat yang tidak dapat dicerna oleh tubuh, tetapi memiliki efek menguntungkan terhadap inang (manusia dan hewan) dengan menstimulasi pertumbuhan secara selektif terhadap bakteri di dalam usus (*Lactobacilli* dan *Bifidobacteria*), sehingga dapat meningkatkan kesehatan inang. Prebiotik secara sederhana dapat diartikan sebagai sumber makanan probiotik yang menguntungkan bagi kesehatan. Prebiotik secara alami terdapat pada biji-bijian, sayuran (asparagus, brokoli), dan buah-buahan. Prebiotik yang sering digunakan, yaitu oligosakarida

kedelai yang berfungsi untuk menyimpan mikroflora kolon, frukto-oligosakarida, inulin, laktulosa dan laktosa sukrosa (Widyaningsih, 2011).

Beberapa pangan lokal yang berpotensi untuk dikembangkan menjadi pangan fungsional diantaranya yaitu sagu, pisang, umbi-umbian, dan jagung. Sagu yang dikembangkan menjadi mie memiliki karbohidrat dan serat yang tinggi sehingga tidak memiliki efek negatif bagi usus dan resisten pati yang bisa bertahan lama di usus sehingga dapat melancarkan pencernaan, dan mempunyai efek hipoglikemik yang dapat menurunkan kadar gula darah serta baik bagi para penderita diabetes dan hipokolesterolemik (Zaman *et al.*, 2015) (Gambar 37). Selain itu, Menurut Zhu dan Sun (2019), penambahan ubi jalar ungu pada roti bakpao dapat menurunkan indeks glikemik dan meningkatkan aktivitas antioksidan. Masyarakat dapat mengembangkan potensi pangan lokal menjadi produk dengan nilai gizi tinggi dan baik untuk kesehatan, dapat mewujudkan diversifikasi pangan pokok, dan meningkatkan kesejahteraan hidup masyarakat (Martina *et al.*, 2020).

4.6.4 Penerapan Teknologi Obat Kumur dengan Bahan Alami

Pemeliharaan kesehatan gigi dan mulut merupakan salah satu upaya untuk meningkatkan kesehatan. Kebersihan gigi dan mulut sangat berkaitan erat dengan tingkat imunitas tubuh, semakin terjaga kebersihan gigi dan mulut seseorang maka semakin baik sistem kekebalan tubuh atau imunitas. Di masa pandemi saat ini menjaga tingkat imun yang baik sangat dibutuhkan untuk dapat terhindar atau mencegah tertular virus covid 19 serta mengurangi penyebaran covid-19 (Ida dan Windha, 2019).

Berdasarkan data Riset Kesehatan Dasar (Riskesdas) tahun 2018 sebanyak 57,6% penduduk Indonesia mengalami masalah gigi dan mulut dan hanya 10,2% yang mendapat penanganan medis gigi. Masalah gigi yang memiliki proporsi terbesar di Indonesia adalah gigi rusak/berlubang/sakit (45,3%). Selain itu, mayoritas masalah

kesehatan mulut yang dialami penduduk Indonesia sebanyak 14% gusi bengkak dan/atau keluar bisul (abses) (kementerian Kesehatan, 2020).

Bakteri penyebab utama timbulnya karies gigi (gigi berlubang) adalah *Streptococcus mutans*. Upaya yang dapat dilakukan untuk menjaga kebersihan serta mencegah masalah kesehatan mulut dan gigi adalah dengan menggunakan *mouthwash* atau obat kumur yang memanfaatkan bahan alami. Bahan alami yang digunakan memiliki bahan aktif yang bersifat anti radang, antimikroorganisme, dan antifungi sehingga dapat menghambat pertumbuhan bakteri (Susilo, *et al.*, 2018).



Gambar 38. Mouthwash Daun Sirih (KKN UNDIP, 2021)

Bahan alami yang memiliki kemampuan sebagai obat kumur diantaranya yaitu daun sirih, jahe (Widodo, 2008), kayu manis (Inna, 2010), temulawak, dan daun salam (Handayani *et al.*, 2016). Menurut Widodo (2008), jahe mengandung magnesium, kalium, kalsium dan gingerol serta tidak memiliki efek samping bagi manusia. Dalam 100 g daun sirih mengandung: air 85,4 mg; protein 3,1

mg; karbohidrat 6,1 mg; serat 2,3 mg; yodium 3,4 mg; mineral 2,3 mg; kalsium 230 mg; fosfor 40 mg; besi ion 3,5 mg; karoten (vitamin A) 9600 iu, kalium nitrat 0,26–0,42 mg; tiamin 70 mg; riboflavin 30 mg; asam nikotinal 0,7 mg; vitamin C 5 mg; kanji 1,0–1,2%; gula non reduksi 0,6–2,5%; gula reduksi 1,4 hingga 3,2% sedangkan minyak atsirinya terdiri dari alilkatekol 2,7 hingga 4,6%; kadinen 6,7 hingga 9,1%; karvakol 2,2 hingga 4,8%; kariofilen 6,2 hingga 11,9%; kavibetol 0,0 hingga 1,2%; kavikol 5,1 hingga 8,2%; sineol 3,6 hingga 6,2%; eugenol 26,8 hingga 42,5%; eugenol metil eter 26,8 hingga 15,58%; pirokatekin. Senyawa kariofilen bersifat antiseptik dan anestetik lokal, sedangkan senyawa eugenol bersifat antiseptik dan analgesik topical (Rahmi, *et al.*, 2019). Ekstrak daun sirih dapat menghambat aktivitas antibakteri yang mampu menghambat pertumbuhan bakteri *Streptococcus mutans*, *Lactobacillus kaesal* dan *Actinomyces viscosus* (Riyanti *et al.*, 2018).

Metode sederhana untuk membuat obat kumur dengan bahan alami adalah dengan metode infundasi. Infundasi merupakan metode ekstraksi dengan cara merebus dalam air pada suhu 90°C selama 15 menit (Rahmi *et al.*, 2019). Dampak penerapan teknologi obat kumur dengan bahan alami, yaitu masyarakat dapat meningkatkan imunitas tubuh sekaligus mengurangi penggunaan bahan sintetis dalam pengobatan yang dapat menimbulkan efek samping, masyarakat dapat mengembangkan potensi bahan-bahan alami setempat menjadi bahan yang bermanfaat bagi kesehatan dan dapat menjadi peluang usaha (Handayani *et al.*, 2016).

DAFTAR PUSTAKA

- Abbas, A. dan Rita N. S. 2016. Pemanfaatan Teknologi Pascapanen Untuk Pengembangan Agroindustri Perdesaan Di Indonesia. Forum Penelitian Agro Ekonomi, 34(1): 21-34
- Adisasmita, Raharjo. 2006. Membangun Desa Partisipatif. Yogyakarta: Graha Ilmu

- Afifah, L, P. Hidayat, D. Buchori, dan B. T. Rahardjo. 2015. Pengaruh Perbedaan Pengelolaan Agroekosistem Tanaman Terhadap Struktur Komunitas Serangga Pada Pertanaman Kedelai Di Ngale, Kabupaten Ngawi, Jawa Timur. *Jurnal Hama dan Penyakit Tumbuhan Tropika* 15 (1):53–64.
- Alattar, M. A. 2012. Biological Treatment of Leachates of Microaerobic Fermentation. Theses. Portland State University,
- Alvarez, L. 2012. The Role of Black Soldier Fly, *Hermetia illucens* (L.) (Diptera: Stratiomyidae) in Sustainable Waste Management in Northern Climates. Dissertations. Windsor: University of Windsor.
- Amanah, H.Z., Sri, R. dan Silvia, I. M. Modifikasi Pengerigan Empon-Empon dengan Memanfaatkan Efek Rumah Kaca. *Jurnal Penelitian dan Pengembangan Pemerintah Daerah DIY*. Vol 5 No 7. 2013
- Anggraeni, F. D., Imam H., dan A. Hayat. 2013. Pengembangan Usaha Mikro, Kecil, Dan Menengah (UMKM) Melalui Fasilitasi Pihak Eksternal Dan Potensi Internal Kecamatan Blimbing, Kota Malang. *Jurnal Administrasi Publik*, 1(6): 1286-1295.
- Ansar, R. Sabani, dan Hary K. 2019. Penerapan Mesin Pengaduk Dodol Otomatis Guna Meningkatkan Produktivitas Dan Kualitas Dodol Nangka Di Desa Suranadi Lombok Barat. *Jurnal Abdi Mas TPB*, 1(1): 23-28.
- Arifin, M. 2017. Berkat Kotoran Sapi untuk Biogas, Warga Pasuruan Tak Konsumsi Elpiji. [Online]: <https://news.detik.com/berita-jawa-timur/d-3749293/berkat-kotoran-sapi-untuk-bio-gas-warga-pasuruan-tak-konsumsi-elpiji>

- Asip, Faisol dkk. 2014. Pembuatan Briket dari Campuran Limbah Plastik LDPE, Tempurung Kelapa dan Cangkang Sawit. *Jurnal Teknik Kimia*, 2(20): 45-54.
- Astridina, M. 2019. Industri Herbal Indonesia Masih Tertinggal dari China. [Online]: <https://ekonomi.bisnis.com/read/20190621/99/936529/industri-herbal-indonesia-masih-tertinggal-dari-china>
- Balitbang Pertanian. 2013. “Kerupuk Bonggol Pisang: Dari Limbah Yang Kaya Gizi Ke Meja Makan Kita”. *Agro Inovasi*, 3504: 13-17. <https://www.litbang.pertanian.go.id/download/389/file/KERUPUK-BONGGOL-PISANG.pdf>
- Balitbang. 2009. Kompos Cacing Tanah (Casting). [Online]: [https://www.litbang.pertanian.go.id/artikel/231/pdf/Kompos%20Cacing%20Tanah%20\(CASTING\).pdf](https://www.litbang.pertanian.go.id/artikel/231/pdf/Kompos%20Cacing%20Tanah%20(CASTING).pdf)
- Balittas. 2021. “Vermikompos”. [Online]: <http://balittas.litbang.pertanian.go.id/index.php/id/component/content/article/60-info-teknologi/2023-vermikompos?Itemid=101>
- BPS. (2020). Produksi Tanaman Buah-buahan 2020. [Online]: <https://www.bps.go.id/indicator/55/62/1/produksi-tanaman-buah-buahan.html>
- BPS. 2020. Persentase Penduduk Daerah Perkotaan menurut Provinsi, 2010-2035. [Online]: <https://www.bps.go.id/statictable/2014/02/18/1276/persentase-penduduk-daerah-perkotaan-hasil-proyeksi-penduduk-menurut-provinsi-2015---2035.html>
- BPS. 2021. Karakteristik Rumah Tangga Menurut Status Kemiskinan 2020-2021”. [Online]: <https://www.bps.go.id/indicator/23/207/1/karakteristik-rumah-tangga-menurut-status-kemisikinan.html>

- BPS. 2021. Populasi Sapi Potong menurut Provinsi (Ekor), 2019-2021. [Online]: <https://www.bps.go.id/indicator/24/469/1/populasi-sapi-potong-menurut-provinsi.html>
- BPTP. 2018. *Soil Block*, Teknologi Persemaian Tanaman Sayuran Ramah Lingkungan. [Online]: <https://sulteng.litbang.pertanian.go.id/ind/index.php/info-teknologi/676-soil-block-teknologi-pesemaian-tanaman-sayuran-ramah-lingkungan>
- BPTP. 2019. Pengenalan Teknologi Persemaian *Soil Block* Pada Calon ASN Baru BPTP Sulawesi Tengah. [Online]: <https://sulteng.litbang.pertanian.go.id/ind/index.php/berita/861-pengenalan-teknologi-persemaian-soil-block-pada-calon-asn-baru-bptp-sulawesi-tengah>
- Budiman, A., D. S. Lindawaty, Prayudi, dan Siti C.D. 2019. Demokratisasi Desa. Jakarta: Pusat Penelitian Badan Keahlian DPR RI.
- Candra, R. 2016. Pengeringan Terowongan Efek Rumah Kaca Terintegrasi dengan Biomassa untuk Mengeringkan Kerupuk Ubi Kayu. Skripsi. Institut Teknologi Padang.
- Chaer, M. S. I., S. H. Abdullah, Asih P. 2016. Aplikasi Mikrokontroler Arduino pada Sistem Irigasi Tetes untuk Tanaman Sawi (*Brassica juncea*). Jurnal Ilmiah Rekayasa Pertanian dan Biosistem, 4(2): 228-238.
- Damanhuri, D., DU, R.M.M. & Setyohadi, D.P.S. (2017). Pengembangan diversifikasi usaha tani sebagai penguatan ekonomi di Kabupaten Bojonegoro, Tulungagung. Jurnal Cakrawala, 11(1), 33-47.
- Dana Mitra Lingkungan. 2015. Masalah Listrik Pedesaan. [Online]: <http://www.dml.or.id/documents/analisis/15.KetMed-DML-Masalah%20Listrik%20Pedesaan-20150614.pdf>

dengan Bantuan Tungku Biomassa. Jurnal Teknik Mesin Vol. 5, No. 1. 2015.

Devianasari A. dan Rudy L. 2011. Pengolahan Air Limbah Domestik dengan Lahan Basah Buatan Menggunakan Rumput Payung (*Cyperus alternifolius*). Jurnal Ilmiah Teknik Lingkungan, 3(2): 125-134.

Dewanto, F.G., Londok, J.J., Tuturoong, R.A. & Kaunang, W.B. (2013). Pengaruh Pemupukan Anorganik dan Organik terhadap Produksi Tanaman Jagung sebagai Sumber Pakan. Jurnal Zootec, 32(5), 1-8.

Dharma U.S dan KMS Ridhuan, 2014. Kajian Potensi Sumber Energi Biogas Dari Kotoran Ternak Untuk Bahan Bakar Alternatif Di Kecamatan Kalirejo Kabupaten Lampung Tengah. TUR-BO: Jurnal Program Studi Teknik Mesin. 3(2): pp.34-41

Diener, S. 2010. A Disertation: Valorisation of Organic Solid Waste using the Black Soldier Fly, *Hermetia illucens*, in Low and Middle-Income Countries. Swiss: ETH Zurich.

Diener, S., M. Nandayure, S. Solano, F. R. Gutiérrez, C. Zurbrügg, dan K. Tockner, 2011. Biological Treatment of Municipal Organic Waste using Black Soldier Fly Larvae. Waste Biomass Valor 2 : 357–363.

DISPMD. 2021. Potensi Desa. [Online]: <https://dispmd.bulelengkab.go.id/informasi/detail/artikel/43-potensi-desa>

Distanpangan. 2018. *Soil Block Seedling* : Teknologi Persemaian Ramah Lingkungan. [Online]: <https://distanpangan.mage-langkab.go.id/home/detail/soil-block-seedling---teknologi-persemaian-ramah-lingkungan/308>

- Ditjen PPKL. 2018. Deklarasi Kendalikan Sampah Plastik Industri. [Online]: <https://ppkl.menlhk.go.id/website/reduksiplastik/pengantar.php>
- Dortmans B.M.A., Diener S., Verstappen B.M., & Zurbrügg C. 2017. Proses Pengolahan Sampah
- Ebed de Rosary. 2020. Ini Sistem Irigasi Tetes dan Penyiraman Tanaman Menggunakan Ponsel. [Online]: <https://www.mongabay.co.id/2020/07/18/ini-sistem-irigasi-tetes-dan-penyiraman-tanaman-menggunakan-ponsel/>
- Elfiano, E., Subekti, P. , dan Sadil, A. 2014. Analis Proksimat dan Nilai Kalor pada Briket Bio-arang Limbah Ampas Tebu dan Arang Kayu. JURNAL APTEK. 6(1): 57-64.
- Emro Japan. 2022. Merits of Using EM Products in Agriculture. [Online]: <https://www.emrojapan.com/agriculture/>
- Fachry, A. R., Sari, T. I., Dipura, A.Y., and Najamudin, J. 2010. Teknik Pembuatan Briket Campuran Eceng Gondok dan Batubara sebagai Bahan Bakar Alternatif bagi Masyarakat Pedesaan. Prosiding Seminar Nasional Perkembangan Riset Dan Teknologi di Bidang Industri Ke 16, PALEMBANG.
- Fahri, A. 2011. Teknologi pembuatan biogas dari kotoran ternak. Riau: Balai Pengkajian Teknologi Pertanian
- Fathaddin, M. T., R. Sitaresmi, O. Ridaliani, Harin W., Danaparamita K., Esaim M. A. O. 2021. Sosialisasi Pembuatan Briket Tanaman Untuk Bahan Bakar Selama Masa Pandemi Covid 19 di Lingkungan Komunitas Masyarakat Cibinong. Jurnal Abdimas dan Kearifan Lokal 2 (2): 22-28.

- Firdus dan Muchlisin Z.A. 2010. Degradation Rate of Sludge and Water Quality of Tangki Septik (Water Closed) by Using Starbio and Freshwater Catfish as Biodegradator. *Jurnal Natural*, 10 (1):
- Firmansyah, I. dan Agus H. 2017. Soil Block Teknologi Pembibitan Masa Depan. *Balai pengkajian teknologi pertanian Jawa tengah*, 10(2): 20- 22
- Fitri, S. F. N. 2021. Problematika Kualitas Pendidikan di Indonesia. *Jurnal Pendidikan Tambusai*, 5(1): 1617-1620.
- Franata, R., Oktafri, dan A. Tusi. 2014. Rancang Bangun Sistem Irigasi Tetes Otomatis Berbasis Perubahan Kadar Air Tanah Dengan Menggunakan Mikrokontroler Arduino Nano. *Jurnal Teknik Pertanian Lampung*, 4(1): 19-26
- Gabler, F. 2014. Using black soldier fly for waste recycling and effective *Salmonella* spp. reduction. Theses. Swedish University of Agricultural Sciences, Swedish.
- GMD. 2022. Gerakan Mengajar Desa. [Online]: <https://mengajardesa.org/>
- Hadi, S. 2020. Laju Pengeringan Kapulaga Menggunakan Alat Pengering Efek Rumah Kaca
- Handayani, F., Husnul W., Siti J. N. 2016. Formulasi dan Uji Aktivitas Antibakteri *Streptococcus mutans* dari Sediaan Mouthwash Ekstrak Daun Salam (*Syzygium polyanthum* (Wight) Walp.). *Media Sains*, 9(1): 74-84.
- Harahap, Fitri R. 2013. "Dampak Urbanisasi Bagi Perkembangan Kota di Indonesia". *Jurnal Society*, 1(1): 35-45.
- Harini, H., Warkoyo, David H. 2015. Pangan Fungsional Makanan untuk Kesehatan. Malang: UMM Press

- Hasibuan, R. 2016. Analisis Dampak Limbah/Sampah Rumah Tangga terhadap Pencemaran Lingkungan Hidup. *Jurnal Ilmiah Advokasi*, 4(1), 42-52.
- Holmes, L.A., Vanlaerhoven, S.L., Tomberlin, J.K. 2012. Relative Humidity Effects on the Life History of *Hermetia illucens* (Diptera: Stratiomyidae). *Environmental Entomology*, 41(4): 971-978
- Husain, D., Sukarsono, Nurul M. 2015. Pengaruh Jumlah Cacing Tanah (*Lumbricus rubellus*) dan Waktu Pengomposan Terhadap Kandungan NPK Limbah Media Tanam Jamur Tiram sebagai Bahan Ajar Biologi". *Jurnal Pendidikan Biologi Indonesia*, 1(1):1-8
- Ida, A. dan Windha H. 2019. Hubungan Tingkat Pengetahuan Tentang Cara Memelihara Kesehatan Gigi dan Mulut dengan Ketersediaan Alat Menyikat Gigi Ppda Narapidana Kelas IIB Rutan Gianyar Tahun 2018, *Jurnal Kesehatan Gigi*, 6(2): chewing Gum as Oral Antibiofilm. Yogyakarta: Universitas Gadjah Mada
- Inrianti, S. Tuhuteru, dan S. Paling. 2019. Pembuatan Mikroorganisme Lokal Bonggol Pisang pada Kelompok Tani Tunas Harapan Distrik Walelagama, Jayawijaya, Papua. *Agrokreatif Jurnal Ilmiah Pengabdian kepada Masyarakat*. 5 (3): 188-194
- Iqbal, M., Rosmiah, dan Gusmiatun. 2015. Pengaruh Pemberian Effective Mikroorganisme (EM 4) Terhadap Pertumbuhan Berbagai Varietas Padi Gogo di Lahan Lebak". *Klorofil*, 10(1) : 53 – 57.
- Isbah, U. dan Rita Y. I. 2016. Analisis Peran Sektor Pertanian dalam Perekonomian dan Kesempatan Kerja di Provinsi Riau. *Jurnal Sosial Ekonomi Pembangunan*, 7(19) : 45 – 54.

- Jabar. 2020. Gerakan mengajar desa di Garut. [Online]: <https://jabar.antaranews.com/foto/215848/gerakan-mengajar-desa-di-garut/2>
- Kaharudin dan F, Sukmawati. 2010. Petunjuk Praktis Manajemen Umum Limbah Ternak untuk Kompos dan Biogas. Balai Pengkajian Teknologi Pertanian.
- Kemen PPA. 2020. Pembangunan Manusia Berbasis Gender 2020. Jakarta: Kemen PPPA
- Kemendikbud. 2019. Hasil PISA Indonesia 2018: Akses Makin Meluas, Saatnya Tingkatkan Kualitas. [Online]: <https://www.kemendikbud.go.id/main/blog/2019/12/hasil-pisa-indonesia-2018-akses-makin-meluas-saatnya-tingkatkan-kualitas>.
- Kemenkes. 2020. Situasi Kesehatan Gigi dan Mulut 2019. <https://www.kemkes.go.id/article/view/20030900005/situasi-kesehatan-gigi-dan-mulut-2019.html>
- Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral. 2021. Kementerian ESDM Akan Tuntaskan 100% Rasio Elektrifikasi di 2022. [Online]: <https://www.esdm.go.id/id/media-center/arsip-berita/kementerian-esdm-akan-tuntaskan-100-rasio-elektrifikasi-di-2022->
- Kim, W., Bae, S., Park, K., Lee, S., Choi, Y., Han, S., Koh, Y. 2011. Biochemical Characterization of Digestive Enzymes in the Black Soldier Fly, *Hermetia illucens* (Diptera: Stratiomyidae). Jurnal of Asia-Pasific Entomology, 14:11-14
- KKN UNDIP. 2021. Cepat dan Efektif! Mahasiswa KKN Universitas Diponegoro Memberikan Edukasi dan Cara Pembuatan Obat Kumur Daun Sirih untuk Menjaga Kesehatan Gigi dan Mulut Di Masa Pandemi Covid-19. <https://kkn.undip.ac.id/?p=216815>

KLKH. 2021. Capaian Kinerja Pengelolaan Sampah. <https://sipsn.menlhk.go.id/sipsn/>

Kuncahyo, P., Fathallah, A.Z.M., Semin. 2013. Analisis Prediksi Potensi Bahan Baku Biodisel sebagai Suplemen Bahan Baku Biodiesel di Indonesia. *Jurnal Teknik Pomits*. 2(1): 62-66.

Kurniawan, A. 2018. Produksi MOL (Mikroorganisme Lokal) dengan Pemanfaatan Bahan-Bahan Organik yang Ada di Sekitar. *Jurnal Hexagro*. 2(2): 36-43.

Kurniawati, M., dan Aju T. N. K. 2021. Pengembangan Biodigester Anaerob Portabel Penghasil Biogas dari Limbah Kotoran Ayam. *Jurnal Sains Peternakan*. 9(2) :95-99

Kusuma W., Sarwono, A., dan Noriyati, R. D. 2013. Kajian Eksperimental Terhadap Karakteristik Pembakaran Briket Limbah Ampas Kopi Instan dan Kulit Kopi (Studi Kasus di Pusat Penelitian Kopi dan Kakao Indonesia). *JURNAL TEKNIK POMITS*, 1(1):1-6.

Layyinah, L. 2019. Menciptakan Pembelajaran *Fun Learning Based on Scientific Approach* dalam Pembentukan Karakter Peserta Didik pada Pembelajaran PAI. *TARBAWY*, 4(1): 1-9.

Lestari, L. D., dan Ainu R. 2021. Sosialisasi Budikdamber Sebagai Solusi Mendukung Ketahanan Pangan Keluarga di Kelurahan Kalitimbang Selama PPKM. *JPKM TABIKPUN* 2(3):197-204.

Li, Q., L. Zheng, H. Cai, E. Garza, Z. Yu, S. Zhou, 2011. From Organic Waste to Biodiesel: Black Soldier Fly, *Hermetia illucens*, Makes it Feasible. *Fuel* 90 : 1545-1548.

LIPI. 2015. Indonesia Miliki 7.500 Tanaman Obat. [Online]: <http://lipi.go.id/berita/single/Indonesia-Miliki-7500-Tanaman-Obat/11540>

- Luthfia, Agusniar R. 2013. Menilik Urgensi Desa di Era Otonom Daerah. *Journal of Rural and Development*, 4(2): 136-143.
- Miskiyah, Widaningrum, dan C. Winarti. 2011. Aplikasi *Edible Coating* Berbasis Pati Sagu dengan Penambahan Vitamin C pada Paprika: Preferensi Konsumen dan Mutu Mikrobiologi, *J. Hort.* 21(1):68-76.
- Mudiarta, I. M., Yohanes S., dan I. W. Widia. 2018. Kajian Proses Fermentasi *Bioslurry* Kotoran Sapi dengan Penambahan Molase. *Jurnal Ilmiah Teknologi Pertanian AGROTECHNO*, 3(1): 276-284.
- Mulyadi, A. F., Dewi, I. A., Deoranto, P. 2013. Pemanfaatan Kulit Buah Nipah untuk Pembuatan Briket Bioarang sebagai Sumber Energi Alternatif. *Jurnal Teknologi Pertanian*. 14(1): 65-66.
- Napid, S., Haris NST, A., Yusmartato, dan Abdurrozzaq Hsb., 2014. IBM Kelompok Usaha Dodol di Desa Bengkel Kabupaten Serdang Bedagai. *Wahana Inovasi*, 3(1): 94-103
- Nirmayanti F, G Mudjiono dan S Karindah. 2015. Pengaruh Beberapa Jenis Tanaman Pendamping terhadap Hama *Phyllotreta striolata* F. (Coleoptera : Chrysomelidae) pada Budidaya Sawi Hijau Organik. *Jurnal HPT* 3(2): 69-75
- Nurhasanah, P. P., Nurgiyatna, dan Agus S. 2013. Aplikasi Ramuan Obat Tradisional Untuk Mengatasi Aneka Penyakit Berbasis Mobile Android. Skripsi. Program Studi Teknik Informatika Fakultas Komunikasi dan Informatika Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- Nurhayati, Cut R. A. U., dan Alwi. 2021. Konflik Air Irigasi Antar Petani Sawah (Studi Kasus di Gampong Tanjong Keumala dan Gampong Babah Buloh Kecamatan Sawang Kabupaten

en Aceh Utara). Jurnal Sosiologi Dialektika Sosial, 7(2):97-110

Nuriana, W., Anisa, N., and Martana. 2013. Karakteristik Biobriket Kulit Durian sebagai Bahan Bakar Alternatif Terbarukan. Jurnal Teknologi Industri Pertanian. 23(1): 70-76.

OECD. 2018. Indonesia PISA Result. [Online]: https://www.oecd.org/pisa/publications/PISA2018_CN_IDN.pdf

Olle, M. and I. H. Williams. 2013. Effective Microorganisms and Their Influence on Vegetable Production – A Review. Journal of Horticultural Science and Biotechnology. 88(4):380-386.

Peraturan Menteri Desa, Pembangunan Daerah Tertinggal dan Transmigrasi Republik Indonesia Nomor 2 Tahun 2016 Tentang Indeks Desa Membangun.

Peraturan Menteri Desa, Pembangunan Daerah Tertinggal dan Transmigrasi Republik Indonesia Nomor 13 Tahun 2020 Tentang tentang Prioritas Penggunaan Dana Desa.

Pos Jateng. 2019. Tumpang Sari, Antisipasi Gejolak Harga Cabai. [Online]: <https://www.posjateng.id/nasional/tumpang-sari-antisipasi-gejolak-harga-cabai-b1Xlg9cb0>

Praswanto, H. d., Siswi A., Awan U. K.2022. Teknologi Tepat Guna Mesin Grinder Rempah – Rempah untuk Meningkatkan Produktivitas Jamu Tradisional di Desa Gunungrejo. Jurnal Aplikasi Dan Inovasi IPTEKS. Soliditas, 5(1): 30-37.

Puspendik. 2019. PISA. Pusat Penilaian Pendidikan Balitbang Kemendikbud

Qodriyatun, S. H. 2021. *Green Energy* dan Target Pengurangan Emisi. Pusat Penelitian Badan Keahlian DPR RI. 13(6): 13-18.

- Rahmi, H., Rizky A. R., Elly W. 2019. Pembuatan Obat Kumur Alami Daun Sirih bagi Anggota Aisyiyah di PRA Cabang Perumnas I dan Jakasampurna. *Jurnal SOLMA* 8(1): 119-126.
- Ridwan, D., A. B. Prasetyo dan M. D. Joubert. 2014. Desain Jaringan Irigasi Mikro Jenis Mini Sprinkler (Kasus di Laboratorium *Outdoor* Balai Irigasi. *Jurnal Irigasi*, 9 (2) : 96-107.
- Rito, B. A. B. R. 2016. Pemanfaatan *Constructed Wetland* Sebagai Bagian Dari Rancangan Lansekap Ruang Publik yang Berwawasan Ekologis Studi Kasus Houtan Park China. *Jurnal Sains dan Teknologi Lingkungan*, 9(1): 46-59
- Rivai, R. S dan Iwan S. Anugra. 2011. Konsep dan Implementasi Pembangunan Pertanian Berkelanjutan Di Indonesia. *Forum Penelitian Agro Ekonomi*, 29(1) : 13 – 25.
- Riyanti, H. B., Sutyasningsih, S., & Sarsongo, A. W. (2018). Identifikasi Rhodamin B dalam Lipstik dengan Metode KLT dan Spektrofotometri UV-VIS. *Bioeduscience*, 2(1), 68–73.
- Rogowski. W. 2007. Current impact of gene technology on health-care. A map of economic assessment. *Health Policy*, 80 : 340 – 357.
- RPJMN. 2019. Rencana Pembangunan Jangka Menengah Nasional 2020-2024.
- Ruber. 2020. Jemur Kopi dengan Cara *Green House*, Gugi: Rasanya Tak Bau Apek". [Online]: <https://ruber.id/jemur-kopi-dengan-cara-green-house-gugi-rasanya-tak-bau-apek/>
- Rukmana, R. 2001. Aneka Olahan Limbah: Tanaman Pisang, Jambu Mete, Rosella. Dalam: *Teknologi Tepat Guna*, Kanisius. Yogyakarta

- Sa'ban, L.M. A., A. Sadat, A. Nazar. 2021. Meningkatkan Pengetahuan Masyarakat dalam Perbaikan Sanitasi Lingkungan. *Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*. 5(1):1-16.
- Sari, D. E., Shinta P., dan Hastha S. 2018. Rekayasa Aplikasi Ensiklopedia Tanaman Obat Berbasis Android. *Jurnal Ilmiah Informatika Global*, 9(1): 32-39.
- Sarjiah. 2010. Penggunaan Benih Bermutu, Penting bagi Peningkatan Produksi Pertanian". [Online]: <https://www.umsida.ac.id/penggunaan-benih-bermutu-penting-bagi-peningkatan-produksi-pertanian>
- Sastro, Y. 2020. Teknologi Akuaponik Mendukung Pengembangan Urban Farming. Jakarta: Balai Pengkajian Teknologi Pertanian (BPTP)
- Sastiyarina, Y., M.Farm., M. K. Ahmid, Alya F. S., N. N. N. Akmalia, S. S. Maulidia, dan M. I. Utama. 2021. Penerapan Teknologi *Foil Sachet Sealer* untuk Kemasan Jamu UMKM P4S Sari Bumi Herbal. Mataram: CV Pustaka Madani
- Satuhu, S. dan Sunarmani. 2004. Membuat Aneka Dodol Buah. Jakarta: Penebar Swadaya
- Sayekti, I., U. Hidayati, Chairul F., D. L. Hakim, dan R. D. Perwitasari, Yovan M. K. 2020. Pengatur Suhu dan Detektor Kain Berbasis Arduino untuk Industri Batik Cap. *Prosiding Seminar Hasil Penelitian dan Pengabdian Masyarakat Polines*, 3 (1): 73-86.
- Sebayang, R. 2020. 'Usaha Jamu Empu Gandring dan Obat-obatan Tradisional. *Jurnal Pengabdian Masyarakat*. 1(1), pp. 20-26.
- Setiawan, B. Dan Syahrizal, I. 2018. Unjuk Kerja Campuran Briket Arang Ampas Tebu dan Tempurung Kelapa. *Turbo*. 7(1): 57-64.

Setiawan, B.S. 2013. Membuat Pupuk Kandang secara Cepat. Penerbit Penebar Swadaya. Bogor.

Setyorini, D., R. Saraswati, dan E.K. Anwar. 2006. Kompos. Bogor: Balai Penelitian dan Pengembangan Pertanian.

Siddiqui, A. H. 2018. A Sustainable Society: Its Meaning and Objectives. *International Journal of Research and Scientific Innovation (IJRSI)*, 5(1): 128-131.

Sifa, A., Tito E., Badruzaman, I. Nurahman, I. D. Pangga, dan A. A. Rachman. 2020. Rancang Bangun Mesin Pengaduk Dodol Karangampe. *Prosiding The 11th Industrial Research Workshop and National Seminar*. Bandung. 114-118.

Suara Tani, 2021. Budikdamber, Budidaya Ikan dan Sayur Dalam Ember Mulai Diminati. [Online]: <https://www.suaratani.com/2021/02/budikdamber-budidaya-ikan-dan-sayur.html>

Sudirtha, G. I. dan I. G. Nurhayata. 2016. Pengembangan Prototipe Alat Batik Canting Elektronik Melalui Inovasi Alat Batik Canting Pada Proses Pembuatan Batik Tulis Tradisional. *Seminar Nasional Riset Inovatif (Senari) Ke-4*. 181-189.

Susilo, S., Akbar, B., & Pratinaningsih, I. 2018. Pengaruh Ekstrak Etanol Daun Sambiloto terhadap Jumlah dan Motilitas Spermatozoa Mencit Jantan. *Jurnal Biodjati*. 3(2), 166–172.

Suwaedi, O. 2018. Pemanfaatan Limbah Serbuk Gergaji sebagai Bahan Dasar Pembuatan Briket. *Jurnal Biology Science and Education*. 7(2): 204-212.

Tambuan, Tulus, 2009. Pola Pembangunan Ekonomi di Pedesaan. Jakarta : PT Pustaka LP3S Indonesia

The Conversation. 2022. Riset: Angka Kebakaran Hutan 2019 Jauh Lebih Besar dibanding Data Pemerintah

Tiwan. 2010. Rancang Bangun Mesin Pengaduk Adonan Bahan Dodol Batang dan Buah Pepaya untuk Meningkatkan Kapasitas Produksi Industri Kecil di Pedesaan. Inotek. 14(1):11-24.

Tribun News. 2019. Cara Membuat Briket Arang dari Daun Kering Ala Warga Kampung Gundih Surabaya. [Online]: <https://surabaya.tribunnews.com/2019/06/26/cara-membuat-briket-arang-dari-daun-kering-ala-warga-kampung-gundih-surabaya>

Tribunnews. 2020. Pembukaan Lahan Diminta Tidak dengan Cara Membakar. [Online]: <https://www.tribunnews.com/nasional/2020/12/17/pembukaan-lahan-diminta-tidak-dengan-cara-membakar>

Trisusilo, A. dan Indra C. 2021. Pelatihan Pembuatan Vermikompos di Desa Lokasi Baru Kecamatan Air Periukan Kabupaten Seluma. ICOMES: Indonesian Journal of Community Empowerment and Service. 1(1): 41-46

Tzoumaki, M.V., C.G. Biliaderis, and M. Vasilakakis. 2009. Impact of Edible Coatings and Packaging on

United Nations Environment Programme. 2015. Global Waste Management Outlook. (T. Cannon, Ed.) Austria: International Solid Waste Association. Diakses pada <https://www.unep.org/resources/report/global-waste-management-outlook>

UU RI. 2014. Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 6 Tahun 2014 Tentang Desa.

Wahyono, E. H., dan N, Sudarno. 2012. Biogas: Energi Ramah Lingkungan. Bogor: Yapeka.

Wakerkwa, O. 2016. Peranan Sumber Daya Manusia dalam Meningkatkan Pembangunan Masyarakat di Desa Umbanume

Kecamatan Pirime Kabupaten Lanny Jaya. Jurnal Holistik, 9(17): 1-22

Warman, G. R., dan Riajeng K. 2018. Mengkaji Sistem Tanam Tumpang-sari Tanaman Semusim. Proceeding Biology Education Conference. 15 (1): 791-794

White, Sarah A. 2013. Wetland Technologies for Nursery and Green-house Compliance with Nutrient Regulations. HORT-SCIENCE . 48(9): 1103-1108

Widiyaningsih, E. N. 2011. Peran Probiotik Untuk Kesehatan. Jurnal Kesehatan, 4 (1): 14-20.

Wijayanti, F. dan Silvi H. 2019. Pengaruh Pengeringan Biji Kopi dengan Metode Rumah Kaca dan Penyinaran Sinar Matahari Terhadap Kadar Air Biji Kopi Robusta (*Coffea Robusta*). Prosiding Seminar Nasional Sains dan Teknologi Terapan. 2(1): 1-6.

Winarti, C., Miskiyah, dan Widaningrum. 2011. Teknologi Produksi dan Aplikasi Pengemas *Edible* Antimikroorganisme Berbasis Pati. J.Lit. Pert. 31(3): 85-93.

Wulandari DDN, Fatmawati EN, Qolbaini KE, Praptinasari S. 2009. Penerapan MOL (Mikroorganisme Lokal) Bonggol Pisang sebagai Biostarter Pembuatan Kompos. PKM-P. Surakarta (ID): Universitas Sebelas Maret.

Yakub, S. 2019. Perancangan Mesin Pengaduk Dodol Nanas Tipe Vertikal Desa Tangkit Baru. E-Jurnal Liga Ilmu Serantau 2019. 1(1):169-175

Yuantari, M. G. C., Budi W., dan H. R. Sunoko. 2013. Tingkat Pengetahuan Petani dalam Menggunakan Pestisida (Studi Kasus di Desa Curut Kecamatan Penawangan Kabupaten Grobogan). Prosiding Seminar Nasional Pengelolaan Sumberdaya Alam dan Lingkungan. 142-148.

- Yulianti, N. dan Fengky F. A. 2018. Mari Belajar Tentang Pengelolaan Lahan Tanpa Bakar (PLTB). Bogor: IPB Press.
- Zaman A., S.R. Sarbini. 2015. The potential of Resistant Starch as a Prebiotic. *Crit. Rev. Biotechnol.*1-7.<https://doi.org/10.3109/07388551.2014.993590>
- Zhao, P., Huang J., Wang X. H., Song X. L., Yang C. H., Zhang X. G., Wang G. C. 2012. "The Application of Bioflocs Technology in High-Intensive, Zero Exchange Farming Systems of *Marsupenaeus japonicas*". *Aquaculture*, (354–355): 97–106.
- Zheng, L., Q. Li, J. Zhang, dan Z. Yu, 2012. Double the biodiesel yield: Rearing black soldier fly larvae, *Hermetia illucens*, on solid residual fraction of restaurant waste after grease extraction for biodiesel production. *Renewable energy* 41: 75-79.
- Zuhdi, A. 2021. Kelompok Pemberdayaan Zakat Optimalkan Olahan Mie dari Bahan Sagu. [Online]: <https://langit7.id/read/5025/1/kelompok-pemberdayaan-zakat-optimalkan-olahan-mie-dari-bahan-sagu-1633277426>
- Zuhrie, M. S. 2019. Peningkatan Produktivitas UKM Jamu Tradisional Melalui Penerapan Mesin Pengupas Rempah-Rempah. *Jurnal Kesehatan Masyarakat*. pp. 1–4.

DUMMY BOOK CV. WAWASAN ILMU

BAB 5

PENERAPAN TEKNOLOGI TEPAT GUNA DI PERKOTAAN

Teknologi yang semakin maju dan canggih tidak dapat dihindari. Dengan semakin berkembangnya ilmu pengetahuan serta munculnya berbagai macam inovasi maka teknologi kini menjadi indikator bagi kemajuan suatu kota bahkan Negara. Teknologi memainkan peran penting di era globalisasi sehingga terjadi pertukaran yang sangat masif di bidang informasi, pengetahuan dan juga kultur dari suatu negara sehingga menciptakan suatu pola hidup baru (Bolay & Kern, 2011). Kemunculan teknologi dalam kehidupan diharapkan dapat memudahkan pekerjaan kita dan menyebabkan perubahan yang sangat besar. Saat ini kondisi kota menjadi lebih maju, karena diterapkannya teknologi di berbagai aspek kehidupan.

Lain halnya dengan kondisi sebuah kota pada saat teknologi belum maju bahkan tanpa adanya teknologi. Segala sesuatu pekerjaan yang ada dilakukan secara manual, membutuhkan waktu yang lebih lama serta tenaga atau sumber daya manusia yang lebih ba-

nyak. Contohnya sebelum datangnya teknologi digital seperti *texting*, *chatting* atau *email*, untuk memberi kabar kepada seseorang yang berjarak jauh, kita mengirimkan surat melalui pos, bahkan lebih jauh lagi transportasi untuk mengirim surat menggunakan burung merpati sebagai pengantar surat. Selain itu jenis transportasi pun berbeda dengan saat ini. Sebelum adanya teknologi transportasi menggunakan tenaga hewan seperti kuda atau sapi.

Selain itu untuk mengabadikan momen sebelum adanya kamera digital, maka untuk melihat hasil foto harus menunggu beberapa hari karena harus dicetak terlebih dahulu bahkan lebih jauh lagi perlu dilakukan dengan cara menggambar atau melukis. Dengan demikian, terlihat sangat nyata perbedaan kondisi sebuah kota atau kehidupan manusia saat sebelum dan sesudah diterapkannya teknologi. Rata-rata untuk melakukan pekerjaan dilakukan dengan cara manual atau bantuan tenaga hewan. Hasilnya tentu saja akan jauh berbeda dengan menggunakan teknologi. Semakin berjalannya waktu, teknologi bermunculan sedikit-demi sedikit guna membantu dan memudahkan pekerjaan.



Gambar 39 Teknologi Tepat Guna untuk Kemajuan Kota
(Sumber: detikfinance. <https://finance.detik.com/foto-bisnis/d-5545866/saat-atap-masjid-di-ibu-kota-disulap-jadi-kebun-hidroponik>)

Adanya Teknologi Tepat Guna dalam percepatan kemajuan kota sangat bermanfaat bagi kota itu sendiri. Kebutuhan serta permasalahan yang dihadapi oleh sebuah kota seringkali dapat dipenuhi oleh adanya teknologi tepat guna. Teknologi Tepat Guna tidak hanya diaplikasikan atau digunakan untuk sebuah desa, tetapi kota-kota pun dapat menggunakan teknologi tepat guna tersebut sesuai dengan kebutuhan dan budaya kota masing-masing mengingat penggunaan teknologi tepat guna ini sangat universal tidak terbatas untuk di pedesaan. Tujuan pengembangan Teknologi Tepat Guna ini pada dasarnya untuk memenuhi dan juga menjawab kebutuhan-kebutuhan, baik yang sudah ada maupun yang diinginkan adanya dengan permintaan pasar (Munaf *et al.*, 2008).

Teknologi Tepat Guna dalam suatu perkotaan dibutuhkan untuk membangun kreativitas agar masyarakat di perkotaan bisa bertahan mengingat terdapat indikasi bahwa masyarakat miskin di perkotaan tidak berdaya ketika menghadapi suatu perubahan dan frustasi sehingga keresahan sosial. Teknologi tepat guna dilakukan untuk mempercepat pemulihan ekonomi suatu kota dan mampu menghadapi persaingan global di masa mendatang (Rahmiyanti *et al.*, 2015). Keadaan sebuah kota sesudah ada Teknologi Tepat Guna akan berbeda dengan sebelum adanya teknologi tepat guna. Selain kebutuhan dan permasalahan terpecahkan, kondisi ekonomi perkotaan tersebut semakin pulih, produktivitas meningkat sehingga masyarakat dapat menghadapi persaingan global.

Teknologi Tepat Guna dalam lingkungan perkotaan diciptakan umumnya untuk permasalahan-permasalahan yang berkaitan dengan lingkungan. Salah satu permasalahannya ialah pencemaran akibat sampah, baik itu sampah rumah tangga ataupun sampah industri. Untuk mengurangi permasalahan tersebut dimanfaatkan teknologi tepat guna. Pembuangan sampah rumah tangga biasanya dilakukan secara open dumping dengan meletakan sampah di tempat pembuangan sementara yang biasanya sampah disatukan tanpa dipilah saat dibuang. Teknologi tepat guna untuk masalah ini

adalah dengan membuat pupuk kompos atau pupuk bokashi yang ramah lingkungan dari sampah organik yang sebelumnya telah dipilah terlebih dahulu. Selain itu membuat tempat pemilahan sampah di rumah agar lebih mudah saat membuat pupuk kompos. Pembuatan pupuk ini murah, mudah juga ramah lingkungan (Mulyana *et al.*, 2020). Selain sampah rumah tangga ada juga sampah B3 yang dihasilkan dari industri tekstil, air limbah dari industri tekstil sebagian besar dibuang ke lingkungan sehingga menjadi tercemar.

Metode elektrokimia telah dilakukan untuk mengadsorpsi zat pewarna pada beberapa penelitian yang telah dilakukan. Adapun metode tekno ekonomi dekolorisasi dengan teknologi elektrokimia sebagai teknologi untuk mengadsorpsi zat pewarna, namun metode ini masih bersifat eksploratif tetapi memiliki biaya operasional yang murah serta tidak menghasilkan produk samping yang akan menjadi sumber limbah baru serta proses yang lebih singkat dan sederhana (Marlena *et al.*, 2012).



Gambar 40. Teknologi Tepat Guna dalam Lingkungan di Area Perkotaan (Sumber: Pupuk Nasa. <https://pupuknaturalnusanantara.net/cara-membuat-pupuk-organik-cair>)

5.1 Pembuatan Lubang Resapan Biopori (LRB)

Salah satu permasalahan lingkungan di sebagian wilayah Jakarta adalah banjir. *Rain Water Harvesting* bisa menjadi solusi berkelanjutan dalam pengelolaan air di perkotaan untuk mengurangi masalah krisis air, mengurangi pencemaran air, mengurangi genangan air, mencegah banjir, membantu pengendalian dampak perubahan iklim dan sebagainya. Lubang Resapan Biopori (LBR) merupakan

salah satu teknologi tepat guna yang mudah diterapkan, murah dan ramah lingkungan.

Sebagian lokasi kelurahan di Jakarta terletak di area cekungan sehingga aliran air dari permukiman yang lebih tinggi mengalir menuju permukiman yang lebih rendah. Kurangnya daerah resapan air akibat kepadatan penduduk yang tinggi juga dapat menyebabkan banjir. Sebagian wilayah yang relatif tinggi serta tidak adanya ruang terbuka hijau menyebabkan air larian tinggi masuk ke wilayah yang lebih rendah. Keberadaan ruang terbuka hijau diharapkan dapat menanggulangi banjir dan menambah daerah resapan air.



Gambar 41. Lubang Resapan Biopori yang dibangun Dinas Sumber Daya Air, Pemerintah Provinsi DKI Jakarta

Rainwater Harvesting (RWH) merupakan kegiatan pemanenan air hujan. Pemanenan air hujan merupakan salah satu upaya konservasi air dengan cara memberikan imbuhan pada tanah (menyerapkan air ke dalam tanah). Lubang Resapan Biopori (LRB) merupakan salah satu teknologi tepat guna yang mudah diterapkan, murah dan ramah lingkungan. LRB mampu mengurangi air larian (*run off*)

dengan masuknya air hujan ke dalam tanah. Hal ini menunjukkan LRB berfungsi sebagai upaya membantu menjaga muka air, konservasi air serta mengurangi banjir. Ada 2 cara pemanenan air hujan yaitu dengan meresapkan ke dalam tanah dan menampung menggunakan *water storage*. Meresapkan air ke dalam tanah berfungsi sebagai upaya menjaga tinggi muka air tanah dan mengendalikan banjir. Terdapat dua cara untuk meresapkan air ke dalam tanah yaitu melalui Sumur resapan dan Lubang Resapan Biopori.

5.2 Pembuatan Pupuk Bokashi

Pertambahan penduduk di suatu perkotaan diikuti dengan peningkatan konsumsi rumah tangga akan mengakibatkan bertambahnya produksi sampah baik sampah organik maupun anorganik. Tingginya jumlah sampah yang dihasilkan di area perkotaan dengan tingkat pengelolaan yang masih rendah serta TPA yang terbatas menimbulkan penumpukan sampah di tempat pembuangan sementara yang menjadi masalah lingkungan di perkotaan. Pengelolaan sampah yang selama ini dilakukan belum sesuai dengan metode pengelolaan sampah yang berwawasan lingkungan seperti *open dumping* dan *landfill*. Untuk mengurangi penumpukan sampah di (Tempat Penampungan Sementara) TPS atau Tempat Pemrosesan Akhir (TPA) dapat diterapkan teknologi tepat guna dengan pembuatan pupuk kompos atau pupuk bokashi.

Pupuk merupakan bahan-bahan untuk menutrisi tanah dengan mencukupi kebutuhan hara media tanaman sehingga tanaman mampu berproduksi dengan baik. Pupuk mengandung bahan baku berupa bahan organik maupun non-organik (mineral) yang dibutuhkan untuk pertumbuhan dan perkembangan tanaman. Penggunaan pupuk kimia terbukti lebih ampuh dalam perkembangan tanaman namun menimbulkan dampak negatif. Penggunaan pupuk kimia yang berlebihan dalam jangka waktu yang lama akan mengakibatkan kondisi tanah menjadi keras dan kurang subur serta mengandung residu yang sulit terurai. Upaya yang dilakukan un-

tuk mengganti fungsi pupuk kimia adalah dengan menggunakan pupuk bokashi.

Bokashi merupakan pupuk organik yang dapat menggantikan pupuk kimia untuk meningkatkan kesuburan tanah serta ramah lingkungan karena tidak menimbulkan pencemaran lanjutan akibat bahan kimia yang terpapar di tanah. Bokashi merupakan metode pengomposan bahan organik dengan menggunakan starter aerobik ataupun anaerobik yang berupa air, campuran molasses, sekam padi, dan starter mikroorganisme. Pupuk bokashi dihasilkan dari fermentasi bahan-bahan organik yang berasal dari sisa tanaman, hewan, kompos, jerami dan bahan lainnya yang bersifat memperbaiki sifat fisik, kimia dan biologi tanah yang memanfaatkan bantuan mikroorganisme pengurai seperti mikroorganisme atau jamur fermentasi contohnya seperti menggunakan EM4. Hasilnya dalam bentuk pupuk padat dengan kondisi sudah terurai dan mengandung banyak unsur hara. Rata-rata pupuk bokashi mengandung beberapa unsur hara makro seperti N, P, K, Mg, S, Ca dan unsur hara mikro seperti Zn, B, Fe, Cu, Mn, Mo dan Cl. Pembuatan pupuk bokashi juga dapat memanfaatkan sampah rumah tangga berupa sampah organik atau sisa makanan sehingga dapat mengurangi penumpukan sampah di TPS atau TPA. Bokashi yang berasal dari daur ulang sampah dapat digunakan untuk memupuk tanaman di pekarangan rumah.

Ciri-ciri pupuk bokashi yang sudah matang adalah memiliki warna hitam kecoklatan, terasa hangat, tumbuh jamur, tidak berbau busuk seperti feses dan tidak menggumpal. Bokashi memiliki kandungan kimia dengan nilai nisbah kandungan C/N 10-20%, 0,10% kandungan P_2O_5 , 0,40% kandungan Nitrogen, 0,20% kandungan K_2O , 27-58% kandungan C-organik, pH sebesar 6,80 hingga 7,5% dan kadar air sebesar 0,50% berdasarkan SNI 19-7030-2004. Pupuk bokashi ini dapat meningkatkan pertumbuhan tanaman, memiliki kandungan unsur hara yang lebih tinggi, mudah terurai sehingga mudah diserap akar tanaman, sehingga menekan pertumbuhan pathogen dalam tanah (Rinaldi *et al.*, 2021).

5.3 Program 3R (Reduce, Reuse, Recycle)

Permasalahan sampah masih menjadi fokus utama di Indonesia, pada tahun 2014 Indonesia menduduki peringkat kedua sebagai negara penghasil sampah terbesar di dunia. Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan menyebutkan peningkatan sampah di Indonesia mencapai 175.000 ton/hari. Berdasarkan studi pada tahun 2012 pengelolaan sampah di Indonesia 69% diangkut dan ditimbun di Tempat Pemrosesan Akhir (TPA), 10% dikubur, 7% dijadikan kompos dan di daur ulang, 5% dibakar, dan sebanyak 7% tidak dikelola. Pengelolaan sampah dibutuhkan untuk meminimalisir akibat negatif akumulasi dan penimbunan sampah. Sampah yang ditimbun dan tidak dikelola dengan baik akan menimbulkan penyakit, penyebaran zat kimia yang berbahaya serta dapat menyebabkan longsor bahkan banjir (Arisona, 2018).

Pencemaran lingkungan akibat peningkatan volume sampah di perkotaan tidak lepas dari kegiatan industri yang sangat menopang perekonomian Indonesia. Beberapa peraturan telah dikeluarkan oleh pemerintah pusat maupun pemerintah daerah terkait penanganan dan pengelolaan sampah, termasuk kampanye program 3R untuk pengelolaan sampah. Program 3R, singkatan dari *Reduce, Reuse, Recycle* adalah salah satu dari banyak Program Indonesia Peduli Sampah. *Reduce* berarti sikap mengurangi konsumsi segala sesuatu yang menimbulkan sampah. Contohnya menggunakan produk yang dapat di isi ulang (refill) untuk menghindari sampah kemasan.

Reuse berarti menggunakan kembali barang yang masih dapat digunakan tanpa memprosesnya terlebih dulu dengan fungsi yang sama. Contohnya menggunakan lap kain dibandingkan dengan tissue agar dapat dicuci dan digunakan kembali. *Recycle* berarti mengolah sampah menjadi bahan lain atau produk yang bermanfaat. Contohnya mengolah sampah kertas menjadi kertas atau karton kembali. Pengelolaan sampah secara 3R dapat menumbuhkan karakter peduli lingkungan pada masyarakat. Sikap peduli

lingkungan harus ditumbuhkan di masyarakat melalui pembiasaan melakukan 3R. Karakter peduli lingkungan tidak tumbuh dengan sendirinya namun harus diupayakan secara terus menerus melalui kegiatan sehari-hari. Dukungan dari pemerintah juga diperlukan untuk mensukseskan program 3R.

5.4 Teknologi Tepat Guna Hidroponik

Dengan meningkatnya penduduk di perkotaan mengakibatkan kebutuhan pangan semakin meningkat khususnya kebutuhan hasil pertanian. Banyak sekali lahan pertanian yang menghilang dan semakin terbatas. Peran teknologi tepat guna dibutuhkan untuk menjawab masalah pertanian yang berada di perkotaan salah satunya yaitu dengan hidroponik. Hidroponik merupakan metode bertani yang mudah dan cocok untuk dilakukan di perkotaan karena hidroponik tidak memakan tempat atau lahan yang luas.

Hidroponik dapat dilakukan baik di pekarangan rumah, lahan sempit, atap rumah (*rooftop*) bahkan di dalam rumah seperti di garasi. Hidroponik merupakan metode bertani atau system budidaya tanaman tanpa menggunakan tanah untuk media tanamnya namun dapat menggunakan bahan-bahan yang mudah menyerap air seperti arang sekam, pasir, rockwool, batu kerikil, gabus, batang pakis atau sabut kelapa. Media tanam yang baik bersifat porus dan memiliki aerasi yang baik. Selain itu hidroponik juga menggunakan tambahan nutrisi untuk pertumbuhan tanaman tersebut.

Pemberian nutrisi pada budidaya tanaman hidroponik bersifat wajib karena mengandung garam-garam makro dan mikro yang sangat dibutuhkan untuk pertumbuhan tanaman. Media tanam hidroponik menyediakan unsur hara sebagai nutrisi yang dibutuhkan tanaman. Baik nutrisi maupun media tanam hidroponik dapat ditemukan dan tersedia di pasaran untuk langsung digunakan. Tidak semua tanaman terutama pada tanaman yang tumbuh dan memiliki batang yang tinggi dan tebal dapat ditumbuhkan dengan system budidaya hidroponik. Tanaman yang sering dibudidayakan

secara hidroponik adalah tanaman sayur-sayuran seperti selada, kangkung, pokcoy karena sayur-sayuran tidak memiliki batang yang besar dan berat (Wahyuningsih *et al.*, 2016).

System budidaya tanaman hidroponik ini memiliki banyak kelebihan yaitu dapat memberikan hasil tanaman yang lebih baik dibandingkan dengan cara bertanam menggunakan tanah, dapat meminimalisir timbulnya hama dan penyakit yang menyerang tanaman yang membuat tanaman menjadi lebih awet dan juga sehat terhindar dari hama, penyakit dan juga pestisida. Kelebihan lainnya pada system budidaya tanaman hidroponik ini adalah tempat budidaya cenderung lebih bersih karena tidak menggunakan tanah serta lebih mudah diterapkan sendiri di rumah. Tanaman hidroponik ini disimpan di area sekitar rumah yang terlindungi dari air hujan. Perawatan tanaman hidroponik lebih praktis serta tidak membutuhkan sumberdaya manusia yang banyak. Kelebihan yang lainnya adalah tanaman hidroponik memiliki produktivitas yang tinggi disertai harga jual yang tinggi juga karena tanaman hidroponik menghasilkan tanaman yang bebas zat kimia, bersih, sehat dengan kualitas yang baik. Tanaman hidroponik dapat diterapkan di area perkotaan yang padat penduduk dengan minimnya lahan pertanian, selain itu tepat untuk diterapkan di daerah yang ketersediaan airnya terbatas karena air yang dibutuhkan pada tanaman hidroponik tidak sebanyak budidaya tradisional dengan menanamnya di tanah (Hayati *et al.*, 2021).



Gambar 42. Instalasi Budidaya Sayuran Hidroponik (<https://legioma.republika.co.id/posts/62104/lima-jenis-instalasi-hidroponik-yang-wajib-diketahui>)

Hingga saat ini telah dikenal 5 metode hidroponik. Semua metode hidroponik tersebut prinsipnya sama yaitu budidaya tanaman tanpa menggunakan tanah (*soilles*), yang membedakan adalah bagaimana sistem irigasi yang digunakan untuk memberi suplai nutrisi pada tanaman, dan bagaimana teknik pengakaran sebagai penopang pohon. Kelima metode hidroponik adalah sebagai berikut:

1. Hidroponik Sistem *Deep Flow Technique* (DFT)

Sistem hidroponik *Deep Flow Technique* (DFT), adalah sistem hidroponik dimana untuk memberi nutrisi pada tanaman menggunakan sistem aliran air dan menyisakan genangan pada instalasi untuk merendam akar tanaman. Genangan dibiarkan adalah agar tanaman bisa mendapatkan kebutuhan unsur hara selama 24 jam secara terus menerus. Jadi pada sistem ini air dari bak tandon yang sudah kaya dengan nutrisi disirkulasikan ke seluruh instalasi hidroponik, dan sebagian air berhenti di sepanjang instalasi untuk merendam akar tanaman, sebagian lagi kembali ke bak tandon, begitu seterusnya. Untuk mensirkulasikan air dari bak tandon ke instalasi digunakan pompa air yang kekuatannya disesuaikan dengan ketinggian instalasi hidroponik dan banyaknya jalur instalasi yang akan dialiri air nutrisi. Genangan air dalam instalasi tidak boleh terlalu tinggi karena jika terlalu tinggi akan mengakibatkan busuk akar pada tanaman dan mengakibatkan tanaman tidak bisa tumbuh sempurna bahkan bisa berujung pada kematian tanaman. Idealnya ketinggian atau kedalaman air dalam instalasi 1 sampai 3 cm.

2. Hidroponik Sistem *Nutrient Film Technique* (NFT)

Sistem Hidroponik NFT (*Nutrient Film Technique*) adalah sistem hidroponik yang mengandalkan sirkulasi air dan nutrisi ke instalasi hidroponik dengan aliran air tipis sampai diibaratkan setipis kertas film. Sistem NFT memiliki kemiripan dengan sistem DFT. Bedanya pada kedalaman genangan air saja sehingga sistem NFT lebih hemat air dibanding dengan DFT karena tidak ada air yang menggenang di instalasi. Selain itu sistem

NFT lebih hemat air dan nutrisi dibanding sistem DFT. Sistem NFT memiliki kelemahan yaitu jika ada gangguan aliran listrik atau pompa maka instalasi terancam kekeringan yang akan berakibat dehidrasi tanaman dan dalam jangka beberapa jam bisa mengakibatkan kematian tanaman. Sama dengan sistem DFT, untuk mengalirkan air dari bak tandon ke instalasi menggunakan pompa air yang kekuatannya disesuaikan dengan kapasitas instalasi hidroponik.

3. Hidroponik Sistem *Wick* atau Sumbu

Sistem hidroponik ini menjadi favorit para pemula, bahkan menjadi materi dasar hidroponik. Hidroponik sistem sumbu adalah sistem hidroponik untuk memberi suplai nutrisi pada akar tanaman menggunakan sumbu kapiler yang menghubungkan air tandon sampai ke akar tanaman. Sumbu pada sistem wick biasanya menggunakan kain flanel atau bahan lain yang mempunyai daya kapiler tinggi. Sistem sumbu bisa diaplikasikan dari hal yang sangat sederhana dengan menggunakan bak kecil sampai skala industri.

4. Sistem Hidroponik Rakit Apung

Sistem hidroponik rakit apung atau Floating Raft System adalah sistem hidroponik yang mengintegrasikan anatara bak penampungan dan tanaman menjadi satu kesatuan. Bedanya dengan sistem *wick*, sistem rakit apung tidak menggunakan sumbu kapiler untuk menghubungkan akar dengan air tandon, namun menempelkan akar tanaman langsung pada bak air dengan mengapungkan tanaman dipermukaan air. Untuk mengapungkan tanaman bisa menggunakan stereoform atau bahan lain yang bisa mengapung di atas air. Untuk menjaga ketersediaan oksigen dalam air maka kolam penampungan dilengkapi dengan aerator agar tanaman bisa tumbuh dengan cepat dan sempurna.

5. Sistem Hidroponik Vertikular atau Tower

Sistem hidroponik vertikular atau tower paling efisien lahan,

karena tanaman ditanam secara vertikal atau menyerupai tower. Teknik ini beda dengan teknik sebelumnya khususnya mengenai irigasinya. Pada hidroponik sistem tower, akar tanaman disiram dengan bintik air nutrisi (menyerupai embun) secara terus menerus. Bintik air dibuat dengan memompa air dari bak tandon ke atas dan dikeluarkan secara perlahan menyerupai embun. Salah satu kelemahan pada sistem ini adalah jika ada gangguan aliran air atau pompa air, maka tanaman akan cepat terdehidrasi.

5.5 Penerapan Teknologi Digital Marketing

Digital marketing merupakan kegiatan marketing atau pemasaran yang menggunakan media berbasis web yang saat ini sedang banyak digeluti oleh masyarakat untuk mendukung kegiatan yang dilakukan. Digital marketing merupakan teknologi tepat guna yang dapat digunakan untuk mengembangkan Industri Kecil Menengah (IKM). Komunikasi dan transaksi dapat dilakukan setiap waktu/*real time* bahkan dapat di akses ke seluruh dunia. Hal tersebut jelas sangat membantu pelaku usaha dalam memasarkan produknya. Selain itu penggunaan internet sangatlah penting karena untuk memperluas jaringan konsumen dapat dilakukan melalui social media (Febriyanto & Arisandi, 2018).



Gambar 43. Media Digital Marketing

(Sumber: Bisnis UKM. <https://bisnisukm.com/strategi-pemasaran-bisnis-melalui-sosial-media.html>)

Administrasi seperti pencatatan keuangan yang dilakukan pelaku usaha kebanyakan masih dilakukan secara manual. Teknologi tepat guna untuk mengembangkan IKM selain digital marketing yaitu platform pencatatan keuangan otomatis. Platform tersebut merupakan teknologi tepat guna karena fungsinya dapat memudahkan penggunanya. Terdapat beberapa aplikasi akuntansi keuangan yang bisa didapatkan dan gunakan hanya dengan smartphone diantaranya yaitu aplikasi Zahir Simply, aplikasi Teman Bisnis, aplikasi UangKu-My Money Management, aplikasi Money Manager Expense & Budgeting (Ria, 2018).

Aplikasi-aplikasi tersebut diciptakan untuk membantu pelaku usaha atau IKM dalam mengelola keuangan dengan mudah. Pengguna aplikasi dapat mengatur keuangan dengan mencatat pemasukan dan pengeluaran setiap saat. Selain itu ada fitur-fitur lainnya yang sama-sama memudahkan dalam lingkup keuangan. Sama halnya dengan digital marketing penggunaan internet saat menggunakan aplikasi pencatatan keuangan ini sangat penting.



Gambar 44. Contoh Fitur Platform Pencatatan Keuangan Otomatis
(Sumber: <http://zahir-malang.blogspot.com/p/zahir-simply.html>)

5.6 Teknologi Tepat Guna Warung Pintar

Pelaku usaha Industry Kecil Menengah (IKM) khususnya pemilik warung kini kian meredup karena tren ekonomi dan gaya hi-

dup yang semakin berkembang dan serba digital. Banyak pemilik warung khususnya yang berada di area perkotaan harus gulung tikar akibat banyaknya minimarket yang berdiri di beberapa tempat dan masyarakat beralih ke minimarket karena dinilai lengkap, bersih dan modern. Namun, fungsi dari warung bukan hanya tempat jual beli kebutuhan melainkan kita dapat merasakan hangat karena dapat bercengkrama dengan masyarakat.

Dengan berkembangnya teknologi dan untuk menggerakkan fungsi dari warung itu sendiri maka didirikan warung pintar dengan memodifikasi pengelolaan warung yang memiliki tiga landasan yaitu menggunakan teknologi *internet of things*, analisis big data, dan *blockchain*. Adanya warung pintar ini merupakan salah satu peran dari teknologi tepat guna. Warung pintar menggunakan system digital pada setiap rantai bisnisnya. Dimulai dari tahap pembelian barang, penjualan barang, hingga pengawasan warung. Penggunaan warung pintar pun cukup mudah, yaitu dengan menggunakan aplikasi *market place do-cart*. Aplikasi ini memudahkan pemilik warung dan pembeli karena pembelian barang di warung dapat dilakukan secara online dan barang dapat diantar langsung. Warung pintar juga dapat menjembatani antara pemilik warung, bisnis proses, akses dan teknologi agar pemilik dapat memajukan usaha mereka.

5.7 Platform Digital untuk Pendidikan

Teknologi memiliki peran yang berpotensi dalam suatu proses belajar dalam dunia pendidikan. Hal tersebut dapat meningkatkan produktivitas dalam belajar, kemungkinan memberikan para pelajar untuk belajar mandiri tanpa sepenuhnya bantuan dari guru, ilmu-ilmu dasar yang diberikan lebih ilmiah, dapat mengakses materi dengan cepat dan juga pembelajaran yang lebih luas. Dengan berkembangnya zaman, kualitas pendidikan juga semakin berubah dan lebih kompleks. Teknologi berperan penting sebagai media utama dalam perkembangan terutama pada bidang pendidikan ini.

Kini ilmu pengetahuan dan teknologi sudah berkembang pesat.

Banyak platform-platform pembelajaran yang dapat dimanfaatkan secara mandiri sehingga siswa dapat belajar dimana saja dan kapan saja. Di era sekarang pembelajaran-pembelajaran di sekolah bahkan sudah menggunakan teknologi digital, bahkan dalam kondisi pandemi mengharuskan siswa bahkan orang tua dan guru paham akan teknologi digital ini. Salah satu teknologi tepat guna dalam bidang pendidikan adalah platform *online* seperti ruangguru dan zenius.

Teknologi tepat guna ini berupa penerapan teknologi dan informasi yang memberikan media baru untuk menyebarkan informasi secara digital (Rahadian *et al.*, 2019). Media digital ini digunakan guna untuk membantu dalam proses pembelajaran. Cara penggunaan aplikasi tersebut adalah dengan berlangganan maka didapat fasilitas seperti video penjelasan oleh guru-guru bersertifikat, dapat mengunduh materi-materi, dan masih banyak lagi. Adanya media digital ini sebagai teknologi tepat guna sangat membantu proses belajar bagi para siswa.



Gambar 45. Aplikasi ruangguru dalam dunia pendidikan
(Sumber: Nesabamedia. <https://www.nesabamedia.com/cara-menggunakan-aplikasi-ruang-guru/>)

Perkembangan teknologi yang semakin maju tentunya memiliki berbagai macam dampak yang dirasakan oleh masyarakat. Begitu

pun juga dengan teknologi media digital yang selalu berkembang setiap harinya yang kini telah menjadi bagian dari kehidupan masyarakat. Bagi masyarakat yang tinggal di area perkotaan, penggunaan dan juga perkembangan teknologi media digital sangat terasa bahkan tidak dapat terpisahkan.

Dalam dunia pendidikan, teknologi media digital juga telah masuk dan berkembang untuk menghadapi era disruptif. Era disruptif dalam dunia pendidikan menimbulkan beberapa fenomena seperti pembelajaran yang beralih dari tradisional menuju digitalisasi. Pada era digitalisasi seperti sekarang, pelajar sangat mengenal teknologi, contohnya penggunaan smartphone atau Hp yang sudah menjadi kebutuhan keseharian. Untuk meningkatkan penggunaan teknologi sehingga lebih bermanfaat dapat dilakukan pembelajaran secara digitalisasi (Rahadian *et al.*, 2019).

Ruangguru merupakan perusahaan atau startup digital yang bergerak di bidang pendidikan yang telah memiliki lebih dari 6 juta pengguna, 150.000 guru yang tersebar di 32 provinsi serta menawarkan jasa lebih dari 100 bidang pelajaran. Ruangguru didirikan pada tahun 2014 oleh Belva Devara dan Iman Usman. Konsep dari ruangguru ini adalah dengan mempertemukan guru les dengan muridnya secara *online* atau dalam dunia maya. Sebagai teknologi tepat guna, ruangguru selalu memberikan inovasi-inovasi yang menarik perhatian bagi para pelaku pendidikan.

Penggunaan ruangguru sendiri dapat dilakukan melalui aplikasi yang dapat di download melalui smartphone, laptop ataupun tablet masing-masing. Terdapat fitur-fitur yang bermanfaat dan menjadi unggulan di ruangguru itu sendiri seperti RuangLatihan, RuangUji, RuangLes, RuangVideo, RuangLesOnline, DigitalBootCamp dan Edumail. Fitur ini diharapkan dapat meningkatkan kemampuan siswa dan mendapatkan hasil yang diinginkan dari siswa. Pembelajaran yang dibuat dalam bentuk konten-konten yang sesuai dengan kebutuhan siswa mulai dikembangkan.

Aplikasi ruangguru didesain untuk dapat menginspirasi dan juga memberikan motivasi kepada siswa dalam mendukung keberhasilan belajar. Kualitas yang diberikan ruangguru dalam upaya meningkatkan kualitas akademik dari para penggunanya telah difasilitasi baik dalam bentuk materi ataupun latihan soal. Para siswa atau pengguna dapat dengan mudah menggunakan aplikasi ruangguru dalam memilih materi yang diinginkan atau materi yang sesuai dengan kurikulum yang berlaku. Selain meningkatkan kualitas akademik para siswanya, ruangguru juga sangat berperan dalam membentuk sikap dan juga perilaku para siswanya.

Walaupun metode pembelajaran ruangguru dalam bentuk *on-line*, namun pembelajaran tidak berlangsung satu arah melainkan terdapat pembelajaran secara dua arah yaitu siswa dapat berinteraksi dengan guru baik secara verbal, lisan ataupun bertatap muka langsung. Selain itu, baik siswa maupun guru diharapkan tetap menerapkan etika yang baik ketika terhubung secara daring atau saat melakukan *Long Distance Learning* (LDL).

Pada metode LDL ini siswa diajarkan untuk bertanya dengan menggunakan bahasa yang sopan dan dapat menjelaskan permasalahan yang sedang dihadapi. Adapun guru dapat memberikan contoh yang baik ketika menjawab pertanyaan siswa sehingga siswa pun dapat tergerak untuk menggunakan bahasa yang sopan. Pada kegiatan pembelajaran satu arah, siswa diharapkan mampu menyimak dan mendengar materi dengan baik. Setelah itu siswa dapat mengukur tingkat kepahamannya lewat latihan soal sehingga siswa mengetahui kemampuannya sampai mana (Lida dan Eliya, 2019).

Di era digitalisasi ini menuntut guru, siswa dan orang tua siswa untuk memiliki keterampilan dalam literasi digital. Banyak yang menggunakan internet bukan untuk layanan pendidikan namun hiburan seperti games atau film. Berdasarkan data dalam situs Kominfo.go.id penggunaan internet untuk layanan pendidikan

berada pada urutan ke-15 dari 18 indikator yang ada atau pada persentase 19,3%.

Persentase tersebut sangat jauh jika dibandingkan dengan aktifitas para pengguna internet dalam kegiatan menonton film yang berada pada urutan 2 dan 4 dengan persentase di atas 48%. Beberapa aplikasi penunjang pembelajaran secara *online* di Indonesia sudah banyak bermunculan seperti *ruangguru*, *zeniuz*, *quipper* dan masih banyak lagi. Namun aplikasi pembelajaran tersebut merupakan aplikasi berbayar sehingga masih banyak siswa, guru maupun orangtua yang belum dapat memanfaatkan aplikasi tersebut semaksimal mungkin. Sebagai alternatif kini tersedia aplikasi Kipin yang sudah bekerja sama dengan beberapa sekolah salah satunya adalah SMA Labschool UNESA Surabaya. Kipin menawarkan harga jauh lebih murah dibandingkan aplikasi belajar online lainnya sehingga terjangkau bagi masyarakat menengah ke bawah (Sapoetra dan Purwaningsih, 2020).

Kipin atau singkatan dari Kios Pintar merupakan media pembelajaran yang memanfaatkan teknologi digital sebagai sarana untuk mendapatkan materi secara lengkap dan gratis. Terdapat ribuan materi yang disesuaikan dengan kebutuhan pelajar Indonesia baik buku pelajaran, video pembelajaran maupun soal latihan untuk siswa prasekolah (TK), SD, SMP, SMA dan juga SMK. Kipin juga berfungsi sebagai perpustakaan digital karena berisi buku, video, *try out* dan literasi yang lengkap. Selain itu, Kipin dapat menjadi solusi dalam pemerataan pendidikan di Indonesia karena Kipin dapat menjadi media pembelajaran baik siswa yang berada di perkotaan maupun di pelosok. Kipin memiliki 4 macam layanan yaitu Kipin school, Kipin PTO, Kipin classroom, dan Kipin ATM.

Kipin school merupakan aplikasi yang menyediakan ribuan materi seperti buku, video, latihan soal untuk siswa prasekolah, SD, SMP, SMA, dan SMK. Namun, kipin school ini diperuntukan bagi sekolah-sekolah yang akan mengubah system pembelajaran-

nya menjadi system digital dari konvensional guna untuk mewujudkan *smart-school*. Kipin PTO merupakan program kipin dalam digitalisasi soal latihan atau tryout dengan melakukan penilaian yang berbasis digital yang cocok saat ujian harian, ujian tengah semester ataupun ujian akhir semester.

Adapun Kipin classroom berisi konten-konten pembelajaran berupa perpustakaan digital, *hardware*, *software*, system maupun data lengkap tanpa membutuhkan jaringan internet. Lalu, ada kipin ATM berupa mesin seperti ATM pada umumnya namun sebagai server perpustakaan digital yang berada di sekolah-sekolah maupun di balai desa. Materi atau konten seperti buku, video, latihan soal bahkan komik pendidikan yang berada di Kipin ATM dapat di unduh secara gratis tanpa memerlukan kuota internet. Dengan adanya pembelajaran berbasis digital juga dapat menghemat pengeluaran seperti *fotocopy* materi dan dapat membantu guru-guru dalam membuat soal latihan maupun soal ujian. Selain keempat layanan Kipin tersebut terdapat Kipin *school* 4.0 yaitu bentuk penyempurnaan Kipin ATM dan Kipin PTO.

Fitur-fitur yang disediakan pada Kipin *school* 4.0 sangat lengkap seperti buku pelajaran sesuai dengan kurikulum, buku umum, video belajar, menu ujian online atau menu try out, menu literasi, menu prasekolah dan juga menu sekolahku. Pada umumnya fitur-fitur yang terdapat di Kipin dapat diperoleh secara gratis, namun untuk materi seperti video, try out dan komik diharuskan melakukan subscription sebesar 50.000/bulan. Selain itu disediakan menu *download and go* yang artinya setiap data yang sudah diunduh akan tersimpan dan tidak membutuhkan internet lagi. Kipin dapat menjadi solusi bagi masyarakat menengah ke bawah dalam memperoleh materi untuk pembelajaran di era digitalisasi (Susiyanto, 2021).

5.8 Teknologi Pompa ASI

Air Susu Ibu (ASI) merupakan makanan bayi yang tersedia secara alami dari seorang ibu untuk memberikan energy dan nutri-

si yang dibutuhkan oleh bayinya sedangkan ASI eksklusif adalah kegiatan memberikan ASI saja tanpa makanan tambahan lainnya termasuk air putih. Berdasarkan rekomendasi dari WHO bahwa pemberian asi eksklusif pada bayi untuk 6 bulan pertama sangat baik bagi ibu maupun anak karena dapat menyelamatkan lebih dari 800.000 nyawa balita setiap tahunnya. Pemberian ASI eksklusif kepada bayi mengalami penurunan persentase pada umur setelah tiga bulan. Fakta menunjukkan bahwa hanya 43% ibu yang memberikan ASI eksklusif kepada bayi pada umur 0-6 bulan. Kebanyakan alasan ibu tidak memberikan ASI eksklusif karena sang ibu diharuskan untuk bekerja Kembali (Khayati dan Sulistiyowati, 2019). Untuk mengatasi permasalahan tersebut kini telah dirancang pompa ASI yang memungkinkan ibu masih bisa terus bekerja namun pemberian ASI kepada anak juga masih tetap berjalan.

Pompa ASI terbagi menjadi dua jenis yaitu pompa ASI manual dan ada juga pompa ASI elektrik. Penggunaan pompa ASI tidak mempengaruhi pola pengeluaran air susu ibu, karena aktivitas memompa ASI tergantung kepada kenyamanan sang ibu. Mayoritas ibu yaitu sebanyak 666 dari 843 ibu menggunakan pompa ASI elektrik. Dengan memompa ASI secara berkala, produksi air susu ibu menjadi lebih meningkat, dapat memberikan rasa nyaman kepada ibu sehingga ibu percaya diri untuk terus menyusui. Pompa ASI berpotensi untuk menstimulasi payudara agar menghasilkan ASI lebih banyak, mudah, serta dapat menghemat waktu. Di Indonesia, sekitar 20% ibu yang sudah memanfaatkan pompa ASI (Anggreni *et al.*, 2018).

DAFTAR PUSTAKA

Anggreni, S., Mudayatiningsih, S., & Maemunah, N. 2018. Pengaruh Penggunaan Metode Pompa ASI (MPA) Terhadap Pemberian ASI Eksklusif Pada Ibu Pekerja di Wilayah Tologomas Kota Malang. *Nursing News*. 3(1): 1-11.

- Arisona, R. D. 2018. Pengelolaan Sampah 3R (Reduce, Reuse, Recycle) pada Pembelajaran IPS Untuk Menumbuhkan Karakter Peduli Lingkungan. *Al Ulya: Jurnal Pendidikan Islam*. 3(1): 39-51.
- Bolay, J. C., & Kern, A. 2011. Technology and Cities: What Type of Development Is Appropriate for Cities of the South?. *Journal of Urban Technology*, 18(3), 25-42. DOI: <https://doi.org/10.1080/10630732.2011.615563>
- Febriyantoro, M. T., & Arisandi, D. 2018. Pemanfaatan Digital Marketing Bagi Usaha Mikro, Kecil Dan Menengah Pada Era Masyarakat Ekonomi Asean. *Jurnal Manajemen Dewan-tara*. 1(2): 62-76.
- Hamzens, W. P. S., & Moestopo, M. W. 2018. Pengembangan Potensi Pertanian Perkotaan di Kawasan Sungai Palu. *Jurnal Pengembangan Kota*. 6(1): 75-83.
- Hayati, N., Fitriyah, L. A., & Wijayadi, A. W. 2021. Pelatihan Budi-daya Tanaman Secara Hidroponik Untuk Pemenuhan Ke-butuhan Sayur Skala Rumah Tangga. *Jurnal Pemberdayaan Masyarakat*. 6(1): 537-545.
- Khayati, F., & Sulistiyowati, D. 2019. Penggunaan Pompa Air Susu Ibu (ASI) Elektrik Oleh Ibu Bekerja. *Jurnal SMART Ke-bidanan*. 6(2): 87-92.
- Lida, U. M., & Eliya, I. (2019). Peran Startup Digital “Ruangguru” Sebagai Metode Long Distance Learning Dalam Pembela-jaran Bahasa. *Jurnal Edulingua*. 6(2): 5-16.
- Marlena, B., Mukimin, A., & Susana, E. 2012. Dekolorisasi Pewar-na Reaktif Pada Air Limbah Industri Tekstil Secara Elek-trokimia. *Jurnal Riset Teknologi Pencegahan Pencemaran Industri*. 2(2): 98-105. ISSN 2087-0965

- Mulyana, E., Ratnata, I. W., Saputra, W. S., & Ardiansyah, N. P. 2020. Penerapan Teknologi Tepat Guna pada Pengolahan Limbah Rumah Tangga di Desa Sukajaya Kabupaten Bandung Barat. *Jurnal Ilmiah Teknologi Informasi Terapan*. 7(1): 64-69.
- Munaf, D. R., Suseno, T., Janu, R. I., & Badar, A. M. 2008. Peran Teknologi Tepat Guna Untuk Masyarakat Daerah Perbatasan. *Jurnal Sositoknologi*. Edisi 13 Tahun 7, 329-333.
- Rahadian, D., Rahayu, G., & Oktavia, R. R. 2019. Teknologi Pendidikan: Kajian Aplikasi Ruangguru Berdasarkan Prinsip dan Paradigma Interaksi Manusia dan Komputer. *Jurnal Petik*. 5(1): 11-21.
- Rahmiyati, N., Andayani, S., & Panjaitan, H. 2015. Model Pemberdayaan Masyarakat Melalui Penerapan Teknologi Tepat Guna di Kota Mojokerto. *Jurnal Ilmu Ekonomi & Manajemen*, 2(2), 48-62.
- Ria, A. 2018. Analisis Penerapan Aplikasi Keuangan Berbasis Android pada Laporan Keuangan UMKM Mekarsari, Depok. *Sosio e-kons*, 10(3): 207-219.
- Rinaldi, A., Ridwan, & Tang, M. 2021. Analisis Kandungan Pupuk Bokashi dari Limbah Ampas The dan Kotoran Sapi. *Saintis*. 2(1): 5-13. ISSN: 2443-2369.
- Salim, A., & Utama, A. H. 2020. Evaluasi Sumatif Ketepatan Pemilihan Media Pembelajaran Tepat Guna di Sekolah Dasar (SD) Se-Kota Banjarmasin. *Jurnal Penelitian Tindakan dan Pendidikan*. 6(2): 71-78.
- Sapoetra, A. Y., & Purwaningsih, S. M. 2020. Pengaruh Media Pembelajaran Berbasis Aplikasi Kipin School 4.0 terhadap Kemampuan Berpikir Kreatif Peserta Didik Pada Mata Pelajaran Sejarah Kelas X IPS 2 SMA Labschool Unesa Surabaya.

Avatara: e-Journal Pendidikan Sejarah. 10(1).

Susiyanto, D. 2021. Kipin PTO Sebagai Media Asesmen Digital Pembelajaran Daring Di Tengah Pandemi Covid-19. Cendekia: Jurnal Ilmu Pengetahuan. 1(4): 280-292. e-ISSN : 2774-8030.

Wahyuningsih, A., Fajriani, S., & Aini, N. (2016). Komposisi Nutrisi dan Media Tanam Terhadap Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Pakcoy (*Brassica rapa* L.) Sistem Hidroponik. Jurnal Produksi Tanaman. 4(8): 595-601.

Wahyuningsih, H. (2018). Studi Kasus Lingkungan Hidup Perkotaan Berkelanjutan dengan Metode Analisis Pressure-State and Response di Kota Surakarta. Jurnal Arsitektur dan Perencanaan (JUARA). 1(2): 207-222.

BAB 6

STRATEGI PERENCANAAN PROGRAM PENGABDIAN MASYARAKAT BERBASIS TEKNOLOGI TEPAT GUNA

Pengabdian kepada masyarakat (PkM) bila dilihat kembali dari sisi urgensinya, menjadi sangat penting dan wajib bagi kalangan dosen karena sudah tercantum dalam Tridharma Perguruan Tinggi. Secara sederhana, pengabdian kepada masyarakat bisa diartikan sebagai proses implementasi atau penerapan teknologi dan ilmu pengetahuan yang dimiliki dosen kepada masyarakat. Sejati-nya, dosen tidak hanya dituntut dan diharapkan untuk bisa berbagi ilmu pengetahuan dengan mahasiswa di kampus, melainkan juga kepada masyarakat. Lewat pengabdian kepada masyarakat inilah para dosen memiliki kesempatan untuk bisa menerapkan ilmu yang dimiliki secara langsung. Dimulai dengan memberi ceramah, peng- arahan, penyuluhan atau sosialisasi agar masyarakat tahu teknologi dan ilmu pengetahuan yang disampaikan dosen. Kemudian bersama masyarakat tersebut materi mulai diterapkan melalui serang- kaian pelatihan-pelatihan secara periodik dan berkelanjutan.

Menurut Razak (2013) walaupun PkM merupakan kewajiban bagi dosen, tetapi masih banyak dosen muda yang kurang berminat dalam hal tersebut. Padahal terdapat tiga manfaat utama dalam PkM. Pertama, pengabdian masyarakat dapat meningkatkan kapasitas intelektual dosen. Kedua, menghasilkan produk bahan ajar penuntun praktikum, panduan lapangan, modul pendidikan dan pengajaran dengan studi kasus pelatihan. Ketiga, merupakan sarana penerapan atau aplikasi IPTEKS dalam rangka modernisasi, madanisasi maupun pemberdayaan masyarakat. Kurangnya minat dosen terhadap PkM bisa jadi disebabkan karena kurangnya referensi panduan maupun kiat-kiat menyusun proposal PkM.

6.1 Prinsip Dasar Perancangan Program Pengabdian Masyarakat

Perancangan program PkM memerlukan prinsip dasar yang sesuai dengan pengalaman para ahli dan praktisi. Menurut buku panduan yang ditulis oleh Dirjen Risbang Dikti (2018) terdapat 6 prinsip dalam perancangan program PkM sebagai berikut:

1. Berbasis kewilayahan
2. Berbasis hasil Riset
3. Berdasarkan permasalahan, kebutuhan atau tantangan di masyarakat
4. Sinergi, multi disiplin, dan bermitra
5. Kegiatan terstruktur, target luaran jelas dan dapat diukur
6. Berkelanjutan, tuntas, dan bermakna

Perancangan program kegiatan PkM berbasis teknologi tepat guna, selain harus dilakukan sesuai dengan 6 prinsip dasar tersebut di atas, juga harus melalui tahapan atau langkah-langkah untuk melaksanakan solusi yang ditawarkan dalam mengatasi permasalahan, yang memuat hal-hal berikut:

1. Menjelaskan pihak-pihak yang terlibat dalam kegiatan penerapan Teknologi Tepat Guna (TTG).

2. Menguraikan metode dan tahapan dalam penerapan TTG kepada masyarakat, mulai dari identifikasi kebutuhan masyarakat, perancangan, pembuatan, uji operasi, pendampingan operasional, dan penerapan TTG tersebut kepada masyarakat/mitra.
3. Menjelaskan deskripsi TTG yang akan diterapkan ke masyarakat disertai data yang mendukung (gambaran teknologi, desain).
4. Menguraikan prosedur kerja untuk mendukung realisasi metode yang ditawarkan.
5. Menguraikan bagaimana partisipasi mitra dalam pelaksanaan program.
6. Menguraikan evaluasi pelaksanaan program dan keberlanjutan program setelah selesai kegiatan Penerapan TTG kepada masyarakat di lapangan.
7. Dana yang dipergunakan untuk kegiatan penerapan TTG memenuhi syarat kewajaran sesuai peraturan yang berlaku.
8. Justifikasi anggaran disusun secara rinci dan dilampirkan sesuai dengan format yang disediakan.
9. Menguraikan kinerja lembaga litbang Perguruan Tinggi dalam kegiatan Penerapan Teknologi tepat guna kepada masyarakat.
10. Menjelaskan jenis kepakaran yang diperlukan dalam menyelesaikan seluruh persoalan atau kebutuhan masyarakat/mitra.
11. Menyebutkan nama tim pengusul dan uraikan kepakaran serta tugas masing-masing dalam kegiatan Penerapan Teknologi Tepat Guna kepada Masyarakat yang biasanya disajikan dalam bentuk tabel.

Dengan menerapkan tahapan-tahapan perancangan program ini, diharapkan dana yang tersedia dapat terserap dan terealisasi dengan efisien dan efektif. Khusus untuk PkM yang diharapkan memperoleh pendanaan hibah dari Pemerintah atau sumber lainnya, selain uraian prinsip dan langkah-langkah di atas ada beberapa kiat dalam penulisan proposal PkM, yaitu:

1. Memahami panduan dari setiap hibah PKM yang akan dibuat. Fungsi memahami panduan ini untuk mengetahui “selera pemberi dana”. Jika kita sudah mengetahui selera maka kita dapat membuat proposal sesuai keinginan sang pemberi dana.
2. Memahami format penulisan dan kelengkapan komponen (sub-bab). Hal ini sangat penting yang sangat mempengaruhi penilaian awal untuk dipertimbangkan didanai atau tidak
3. Membuat judul yang singkat, padat dan jelas serta spesifik menyebutkan kelompok sasaran PkM.
4. Selama menyusun proposal dosen diharapkan mampu menganalisis kondisi wilayah sasaran pengabdian masyarakat untuk memetakan masalah dan mencari solusi dengan penerapan IPTEK yang tepat guna, akurat dan sesuai kebutuhan masyarakat.
5. Menjelaskan analisis situasi dengan fakta dan data yang akurat.
6. Disarankan kelompok sasaran merupakan masyarakat yang memang perlu di bantu dalam peningkatan kapasitas masyarakat dan wilayahnya.
7. Adanya surat kesediaan mitra dari kelompok masyarakat sasaran, karena hal ini membuktikan bahwa kita pernah melakukan observasi dan kunjungan langsung ke masyarakat sasaran, membuktikan pula bahwa ide kita memang berasal dari masalah yang dirasakan masyarakat dan kita melihatnya secara langsung.
8. Mekanisme kerja atau penerapan IPTEK dijelaskan secara logis menggunakan alur.
9. Adanya monitoring dan evaluasi yang terukur dalam program PkM, serta merencanakan tindak lanjut agar program PkM memberikan manfaat dan hasil yang berkelanjutan.

6.2 Framework Pengukuran Tingkat Kesiapan Teknologi

Nilai manfaat “teknologi” dipengaruhi oleh beragam faktor, baik yang menyangkut teknologi yang bersangkutan maupun fak-

tor “di luar” teknologi tersebut. Di antara aspek yang penting dan erat kaitannya dengan faktor berpengaruh tersebut adalah yang menyangkut “kesiapan/kematangan (*readiness*)”. Penilaian tentang kesiapan/kematangan menjadi sangat penting mengingat “arti nyata” suatu teknologi bagi kepentingan manusia/masyarakat pada akhirnya bergantung pada peran atau kontribusi kegunaan/kemanfaatannya. Karena itu, upaya pengembangan atau inovasi teknologi sangat berkaitan dengan upaya/langkah perbaikan agar semakin berguna/bermanfaat dan berkinerja lebih baik (Taufik, 2005).

Secara umum, pengertian tentang kesiapan teknologi dapat dikembangkan berdasarkan sisi penyediaan dan permintaan dalam kerangka penilaian “obyektif” dan “subyektif”. Dalam kerangka penilaian yang lebih obyektif, sisi penyediaan berkaitan dengan “perkembangan suatu teknologi sebagai alat solusi dapat berfungsi” untuk diaplikasikan dalam dunia nyata sedangkan sisi permintaan berkaitan dengan pemenuhan atas tuntutan persyaratan (*requirements*) kebutuhan atas teknologi yang bersangkutan.

Sementara itu dalam kerangka subyektif, sisi penyediaan berkaitan dengan persepsi pihak penyedia tentang suatu teknologi yang dikembangkannya. Sedangkan dari sisi permintaan, kesiapan berkaitan dengan persepsi pengguna (calon pengguna) teknologi, yang tentunya dipengaruhi oleh pemahamannya tentang teknologi yang bersangkutan dalam konteks kepentingannya. Apabila “mekanisme pasar” dapat memecahkan interaksi penyediaan dan permintaan teknologi, maka isu kesiapan teknologi tidak muncul sebagai isu/persoalan yang memerlukan penanganan tertentu/khusus

Pada kenyataannya, mekanisme pasar tidak secara otomatis selalu dapat menemukan jalan solusi bagi interaksi penyediaan-permintaan teknologi dengan efisien. Dalam situasi demikian, persoalan kegagalan pasar akibat dari ketidaksepehaman informasi tentang kesiapan teknologi sering merupakan persoalan yang muncul dan menghambat berkembangnya aktivitas inovasi atau inter-

aksi yang bernilai tambah secara efisien. Dalam situasi demikian intervensi kebijakan sering dipandang perlu untuk dikembangkan dalam upaya menghilangkan/ mereduksi "kegagalan pasar" demikian atau mendorong terjadinya/berkembangnya mekanisme pasar yang efektif. Dalam kaitan ini, di antara sumber informasi tersebut adalah "ketidaksepaahaman tentang kesiapan teknologi" antara pihak penyedia dan pengguna (dan boleh jadi juga menyangkut pihak lain yang berkepentingan)

Konsep kesiapan teknologi (*technology readiness*) perlu dikembangkan untuk dapat ditafsirkan dengan baik oleh para pihak yang berkepentingan. Jika tidak, maka kemungkinan perbedaan pemahaman atau pandangan, bahkan lebih jauh berkembangnya informasi tentang kesiapan teknologi sangat boleh jadi akan dijumpai. Pihak pengembang/penyedia teknologi mungkin mengartikan bahwa apa yang dihasilkannya (misalnya konsep tentang proses pembuatan produk tertentu atau mungkin telah berwujud sebagai suatu purwarupa/prototipe teknologi) sebagai teknologi yang dapat diterapkan oleh pengguna. Sementara pihak pengguna (calon pengguna) memandang hal demikian bukan atau belum memadai sebagai teknologi yang siap untuk diterapkan dalam dunia nyata (atau sesuai kepentingannya).

Taufik, (2005) menjelaskan bahwa pengertian kesiapan teknologi sebenarnya dapat dikembangkan setidaknya dari 2 (dua) perspektif yang berbeda namun akan saling berkaitan:

1. Dari perspektif "obyektif" tentang karakteristik atau atribut teknologi tertentu yang ditelaah/dikaji.
2. Dari perspektif "subyektif" pihak yang berkepentingan menyangkut teknologi tertentu yang ditelaah/dikaji

Pengertian pertama banyak terkait dengan kinerja fungsional dan karakteristik tertentu lain berkaitan dengan sejauh mana teknologi yang bersangkutan dapat dimanfaatkan sesuai rancangannya. Ini berkaitan dengan aspek konsep, kinerja teknis dan aspek lain yang

dipandang penting menyangkut aplikasinya dalam kondisi tertentu yang diperkirakan atau dunia nyata.

Kesiapan teknologi (*technology readiness*) dapat dipahami sebagai seberapa siap atau matang suatu teknologi dapat diterapkan sesuai dengan fungsi yang ditujukannya (dirancang kegunaannya). Pengertian "kesiapan" menunjukkan adanya konsep tentang kemungkinan "perbedaan siap atau tidak/belumnya suatu teknologi" atau "perbedaan tingkatan kesiapan teknologi" untuk digunakan/dimanfaatkan sesuai fungsinya. Dalam pengertian pertama ini, secara umum, "Tingkat Kesiapan Teknologi/TKT" (*Technology Readiness Level/TRL*) pada dasarnya dapat diartikan sebagai "indikator" yang menunjukkan seberapa siap atau matang suatu teknologi untuk diterapkan dalam dunia nyata dan diadopsi oleh pengguna (calon pengguna).

Sementara itu, pengertian kedua lebih menyangkut persepsi yang berkaitan dengan "kepentingan atau aspek subyektif" pihak yang terlibat atau berkepentingan dengan teknologi yang ditelaah. Hal ini dapat menyangkut persyaratan (*requirements*) umum dan khusus/spesifik atau juga "persepsi" yang berkembang akibat hal tertentu dari pihak yang berkepentingan seperti misalnya menyangkut pengetahuan, kemampuan dan/atau persepsi risiko pengguna (atau calon pengguna) tentang teknologi baru (Taufik, 2005).

Pengukuran TKT dilakukan melalui aplikasi Teknometer, berupa file Excel yang memuat indikator-indikator TKT 1 hingga TKT 9 yang dapat diunduh melalui tautan bit.ly/teknometer. Pengukuran TKT juga dapat dilakukan secara online melalui laman yang disediakan oleh Kemenristek/BRIN yang dapat diakses melalui tautan <http://tkt.ristekbrin.go.id>. Berikut merupakan kerangka TKT / TRL dari tingkat 9 ke 1.

Tabel 2. Tabel TKT/TRL
(sumber : <http://tkt.ristekbrin.go.id>)

TRL	Penjelasan	Evidence
9	Sistem benar-benar teruji/ terbukti melalui keberhasilan pengoperasian Aplikasi (penerapan) teknologi secara nyata dalam bentuk akhirnya dan di bawah kondisi yang dimaksudkan (direncanakan) sebagaimana dalam pengujian dan evaluasi operasional. Pada umumnya, ini merupakan bagian/aspek terakhir dari upaya perbaikan/ penyesuaian (bug fixing) dalam pengembangan sistem yang sebenarnya. Contoh-contohnya termasuk misalnya pemanfaatan sistem dalam kondisi misi operasional.	Dokumentasi hasil misi operasional (bisa berupa foto-foto, rekap penjualan produk, penggunaan oleh masyarakat atau dokumen lain yang relevan)

	TRL	Penjelasan	Evidence
8	Sistem telah lengkap dan memenuhi syarat (qualified) melalui pengujian dan demonstrasi dalam lingkungan/aplikasi sebenarnya	Teknologi telah terbukti bekerja/ berfungsi dalam bentuk akhirnya dan dalam kondisi sebagaimana yang diharapkan. Pada umumnya, TKT ini mencerminkan akhir dari pengembangan sistem yang sebenarnya. Contohnya termasuk misalnya uji pengembangan dan evaluasi dari sistem dalam sistem persenjataan sebagaimana dirancang dalam rangka memastikan pemenuhan persyaratan spesifikasi desainnya.	Dokumentasi performance test dengan prediksi variasi yang mungkin terjadi di lapangan
7	Demonstrasi prototipe sistem dalam lingkungan/aplikasi sebenarnya	Prototipe mendekati/sejalan dengan rencana sistem operasionalnya. Keadaan ini mencerminkan langkah perkembangan dari TKT/ TRL 6, membutuhkan demonstrasi dari prototipe sistem nyata dalam suatu lingkungan operasional, seperti misalnya dalam suatu pesawat terbang, kendaraan atau ruang angkasa. Contoh-contohnya termasuk misalnya pengujian prototipe dalam pesawat uji coba (test bed aircraft)	Dokumentasi performance test dengan prosedur standar

TRL	Penjelasan	Evidence
6	Demostrasi model atau prototipe sistem/subsistem dalam suatu lingkungan yang relevan Riset/penelitian dan pengembangan secara aktif dimulai. Hal ini dapat menyangkut studi analitis dan studi laboratorium untuk memvalidasi secara fisik atas prediksi analitis tentang elemen-elemen terpisah dari teknologi. Contoh-contohnya misalnya komponen-komponen yang belum terintegrasi ataupun mewakili	Desain prototipe Foto prototipe Sertifikat hasil uji
5	Validasi kode, komponen dan/atau breadboard validation dalam suatu lingkungan simulasi Kenadalan teknologi yang telah terintegrasi (breadboard technology) meningkat secara signifikan. Komponen-komponen teknologi yang mendasar diintegrasikan dengan elemen-elemen pendukung yang cukup realistis sehingga teknologi yang bersangkutan dapat diuji dalam suatu lingkungan tiruan/simulasi. Contohnya misalnya integrasi komponen di laboratorium yang telah memiliki keandalan tinggi (high fidelity).	Sertifikat hasil uji Dokumen Paten

TRL	Penjelasan	Evidence
4	Validasi kode, komponen dan/atau breadboard validation dalam suatu lingkungan laboratorium Komponen-komponen teknologi yang mendasar diintegrasikan untuk memastikan agar bagian-bagian tersebut secara bersama dapat bekerja/berfungsi. Keadaan ini masih memiliki keandalan yang relatif rendah dibanding dengan sistem akhirnya. Contohnya misalnya integrasi piranti/perangkat keras tertentu (sifatnya ad hoc) di laboratorium.	Gambar desain Foto Lab. Scale prototype Dokumentasi hasil uji prototipe/alat Hasil uji laboratorium
3	Pembuktian konsep (proof-of concept) fungsi dan/atau karakteristik penting secara analitis dan eksperimental Riset/penelitian dan pengembangan secara aktif dimulai. Hal ini dapat menyangkut studi analitis dan studi laboratorium untuk memvalidasi secara fisik atas prediksi analitis tentang elemen-elemen terpisah dari teknologi. Contoh-contohnya misalnya komponen-komponen yang belum terintegrasi ataupun mewakili.	Karya ilmiah sesuai evidence TRL 2. Dokumentasi hasil penelitian berisi pembuktian aplikasi teknologi yang dikembangkan. Bisa berupa foto hasil penelitian atau hasil analisa lab internal

TRL	Penjelasan	Evidence
2	Formulasi konsep dan/atau aplikasi teknologi Invensi dimulai. Saat prinsip-prinsip dasar diamati, maka aplikasi praktisnya dapat digali/dikembangkan. Aplikasinya masih bersifat spekulatif dan tidak ada bukti ataupun analisis yang rinci yang mendukung asumsi yang digunakan. Contoh-contohnya masih terbatas pada studi makalah.	Karya ilmiah dalam bentuk paper dalam jurnal ilmiah yang berisi ide aplikasi konsep teknologi yang dikembangkan
1	Prinsip dasar dari teknologi diteliti dan dilaporkan Tingkat terendah dari kesiapan teknologi. Riset ilmiah dimulai untuk diterjemahkan kedalam riset terapan dan pengembangan. Contoh-contohnya misalnya berupa studi makalah menyangkut sifat-sifat dasar suatu teknologi (technology's basic properties).	Karya ilmiah dalam bentuk paper dalam jurnal ilmiah

6.3 Metode Kaji Dampak dengan Metode *Social Return Of Investment* (SROI)

SROI (*Social Return on Investment*) adalah suatu teknik untuk mengukur dampak/manfaat dari suatu proyek atau program. Teknik analisis investasi yang ada saat ini, masih kesulitan dalam mengukur seberapa besar manfaat yang dapat dihasilkan. Di sisi lain, efektivitas suatu proyek sejauh ini hanya dilihat dari sisi output fisik yang dihasilkan seperti spesifikasi teknis yang ada, tanpa

melihat lebih jauh manfaat apa yang benar-benar dapat dirasakan oleh para pemangku kepentingan (*stakeholders*). SROI dengan menggunakan pendekatan yang berfokus pada pemangku kepentingan akan mengidentifikasi, menilai, dan menghitung total manfaat yang dihasilkan oleh suatu proyek / program, ditinjau dari tiga aspek yaitu ekonomi, sosial, dan lingkungan. Sehingga, pada akhirnya para pemangku kepentingan memiliki informasi yang lebih komprehensif tentang seberapa besar *value-for-money* dari setiap Rupiah yang telah diinvestasikan.

Martin, (2017) menjelaskan bahwa, SROI is one of the most widely used approaches by nonprofit organizations for measuring socio-economic and social impacts. SROI has been used by nonprofit organizations to increase the efficiency and effectiveness of resource allocation and legitimize service outcomes. However, SROI analysis has one of the highest resource requirements compared to other social value metrics. Social return ratios should not be compared between separate SROI analyses. The scale and scope of a SROI analysis must be clearly defined to add context to the social return ratio. The SROI report that accompanies the social return ratio must be credible in the sense that it offers sound methodology for the analysis and offers a narrative that defines the social value generated. SROI was selected as the approach for measuring service impact in this research for several reasons. SROI has been widely used by nonprofit organizations.

Estimated that approximately 63% of published SROI analyses are for nonprofit organizations. It is one of the more popular tools for measuring social impacts in the nonprofit sector. Additionally, SROI is an effective change management tool for nonprofit organizations since it combines multiple types of impacts into a single unit of measurement, which makes it easier to compare resource needs and performance. Furthermore, the SROI framework eases communication between nonprofit organizations and their stakeholders by converting different impacts into the same unit.

Dampak, pengembalian, manfaat, dan nilai dalam lingkungan masyarakat yang positif merupakan tujuan setiap program yang dilaksanakan oleh organisasi/institusi. Dibutuhkan suatu pengukuran efektif yang digunakan untuk mengukur dan mengevaluasi dampak program pada pemangku kepentingan hingga mengidentifikasi cara untuk meningkatkan kinerja dan meningkatkan kinerja investasi. *Social Return on Investment* (SROI) adalah sebuah kerangka kerja untuk mengukur dan memperhitungkan konsep nilai yang jauh lebih luas yang bertujuan untuk mengurangi ketidaksetaraan dan degradasi lingkungan serta meningkatkan kesejahteraan dengan memasukkan biaya dan manfaat sosial, lingkungan, dan ekonomi. SROI mengukur perubahan dengan cara yang relevan dengan organisasi yang mengalami atau berkontribusi pada suatu program tentang bagaimana perubahan diciptakan dengan mengukur hasil sosial, lingkungan dan ekonomi dan menggunakan nilai moneter untuk merepresentasikannya. Hal ini memungkinkan untuk menghitung rasio manfaat dan biaya. Misalnya, rasio 3:1 menunjukkan bahwa investasi sebesar 1 juta menghasilkan nilai sosial sebesar 3 juta (Olahkarsa, 2022).

Olahkarsa, (2022) menjelaskan bahwa SROI menitikberatkan tentang nilai, bukan uang. Uang hanyalah satu unit umum dan dengan demikian merupakan cara yang berguna dan diterima secara luas untuk menyampaikan nilai. Perkiraan SROI sangat berguna dalam tahap perencanaan suatu kegiatan. SROI dapat membantu menunjukkan bagaimana investasi dapat memaksimalkan dampak dan juga berguna untuk mengidentifikasi apa yang harus diukur setelah proyek berjalan dan berjalan.

Ada dua jenis SROI yaitu SROI Evaluatif dan SROI Prakiraan

1. SROI Evaluatif, dilakukan berdasarkan hasil aktual yang telah terjadi.
2. SROI Prakiraan, memprediksi seberapa besar nilai sosial akan tercipta jika kegiatan memenuhi hasil yang diinginkan

SROI dikembangkan dari akuntansi sosial dan analisis biaya-manfaat dan didasarkan pada tujuh prinsip. Prinsip-prinsip tersebut adalah:

1. Melibatkan stakeholder (pemangku kepentingan)
2. Memahami perubahan yang terjadi
3. Menghargai hal yang bersifat penting
4. Hanya menyertakan sesuatu yang penting
5. Jangan mengklaim secara berlebihan
6. Transparan
7. Selalu memverifikasi hasil

Veronica, (2020) menjelaskan mengenai salah satu contoh penerapan dan metode menghitung SROI dalam menghitung dampak/manfaat dari program CSR Mikrohydro oleh PT. PJB UP Paiton di Desa Andungbiru, Kabupaten Probolinggo. Desa Andungbiru adalah desa yang terletak sangat terpencil dan merupakan kawasan pegunungan, dengan kondisi infrastruktur listrik dari sangat minim bahkan nyaris tidak dapat digunakan. CSR Mikrohydro oleh PT. PJB UP Paiton membantu masyarakat Desa Andungbiru dengan mengaktifkan kembali PLTMH (Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hydro) yang dulu pernah ada pada jaman penjajahan Belanda. Analisis SROI menunjukkan bahwa CSR Mikrohydro oleh PT. PJB UP Paiton di Desa Andungbiru telah berhasil memberikan manfaat dan memberdayakan masyarakat Desa Andungbiru secara ekonomi maupun sosial, serta tetap menjaga kelestarian lingkungan.

Prediksi pendapatan warga Desa Andungbiru seperti pada Tabel 5 diharapkan dapat mengejar ketertinggalan pendapatan sehingga dapat meningkatkan taraf hidup masyarakat Desa Andungbiru pada umumnya. Tabel 5 menyajikan perhitungan dari manfaat ekonomi untuk 10 tahun ke depan sebesar Rp. 126.578.567.478,00 (seratus dua puluh enam milyar lima ratus tujuh puluh delapan juta lima ratus enam puluh tujuh ribu empat ratus tujuh puluh delapan

rupiah). Nilai tersebut memiliki Net Present Value (NPV) sebesar Rp. 75.757.152.342,00 (tujuh puluh lima milyar tujuh ratus lima puluh tujuh juta seratus lima puluh dua ribu tiga ratus empat puluh dua rupiah). Pengeluaran investasi pembangunan PLTMH adalah sebesar Rp 543.680.000,00 (lima ratus empat puluh tiga juta enam ratus delapan puluh ribu rupiah)

Return of Investment (tingkat pengembalian investasi) dapat dihitung dari manfaat yang dihasilkan dari aktivitas investasi tersebut. Pengeluaran tersebut selanjutnya dibandingkan dengan prediksi manfaat ekonomi untuk 10 tahun ke depan, yaitu sebesar Rp. 126.578.567.478,00 (seratus dua puluh enam milyar lima ratus tujuh puluh delapan juta lima ratus enam puluh tujuh ribu empat ratus tujuh puluh delapan rupiah). Selanjutnya tingkat pengembalian-nya (*rate of return*) adalah $(Rp. 126.578.567.478,00 - Rp. 543.680.000) / Rp 543.680.000,00 = 229\%$. Dengan demikian setiap rupiah (Rp 1,00) yang diinvestasikan akan memperoleh pengembalian sebesar Rp 2,29 (dua koma dua puluh sembilan rupiah).

Identifikasi Perubahan Kondisi

Tabel 3 Perubahan Kondisi Masyarakat Desa Andungbiru

Sumber Daya	Kondisi	
	Sebelum	Sesudah
Sumber Daya Manusia	Pembangunan desa kurang bersinergi	- Perangkat desa dan tokoh masyarakat bersinergi membangun desa - Kelompok Tirta Pijar - Komunitas penggiat wisata alam Air-langga Adventure

Sarana Prasarana	PLTD dan PLTA mandiri. PLTMH PGN Supply listrik 40 kWh	PLTMH Andungbiru II
Sumber Daya Finansial	Swadaya terbatas kebutuhan pokok	Peningkatan pendapatan kelompok dan individu
Dukungan Kegiatan Lain	-	• Pelatihan pengelolaan PLTMH • Upaya menjaga kelestarian alam • Irigasi terpadu
Pengembangan	Aktivitas ekonomi mengandalkan sumber daya alam secara tradisional	Aktivitas ekonomi lebih bervariasi, baik sektor pertanian, pariwisata, maupun perdagangan.

Sumber: Data diolah, 2020

Tabel 4. Analisis Manfaat dan Biaya

	Deskripsi	Dapat dihitung dengan uang	Tidak dapat dihitung dengan uang
Manfaat	Kesejahteraan rakyat desa secara umum		Ya
	Ekosistem hutan		Ya
	Peningkatan pendapatan	Ya	
	Aktivitas sosial		Ya
	Aktivitas ekonomi: pertanian, pariwisata, dan perdagangan		Ya
Biaya	PLTMH (pembangkit listrik dan jaringannya)	Ya	
	Tenaga kerja	Ya	
	Lahan area PLTMH	Ya	
	Perbaikan infrastruktur	Ya	

Sumber: Wawancara Mohammad Rasid, 2020

Keterangan: Manfaat dan Biaya yang tidak dapat dihitung dengan uang, tidak dipergunakan dalam perhitungan NB dan B/C.

Tabel 5. Prediksi pendapatan Penduduk Andungbiru 2020 Sampai Dengan 2030

No	Pengeluaran	Dikonversikan dalam Rupiah	<i>Present Value</i> (Rp)
1	Bantuan PT. PJBUP Palton	506.000.000	
2	Lahan: 24m ² @Rp. 200.000	4.800.000	
3	Tenaga kerja 6 tukang selama 6 hari	2.880.000	
4	Biaya perbaikan kerusakan infrastruktur akibat	30.000.000	
Jumlah		543.680.000	543.680.000
Tahun	Pendapatan 30 Warga Pengguna	Pendapatan 600 Warga Pengguna	<i>Present Value</i> (Rp)
0	496.872.000	9.937.440.000	9.937.440.000
1	523.057.154	10.461.143.088	9.337.805.131
2	550.622.266	11.012.445.329	8.774.352.817
3	579.640.060	11.592.801.198	8.244.899.769
4	610.186.091	12.203.741.821	7.747.394.436
5	642.343.951	12.846.879.015	7.279.909.062
6	676.195.477	13.523.909.539	6.840.632.214
7	711.830.979	14.236.619.571	6.427.861.762
8	749.344.471	14.986.889.423	6.039.998.284
9	788.834.925	15.776.698.495	5.675.538.867
Jumlah		126.578.567.478	
Net Present Value			75.757.152.342

Daftar Pustaka

- Taufik, Tatang A. 2005. Konsep dan Metode Pengukuran Tingkat Kesiapan Teknologi/TKT (Technology Readiness Level/TRL). Surabaya: ITS.
- Direktorat Jenderal Penguatan Riset dan Pengembangan Kementerian Riset, Teknologi, dan Pendidikan Tinggi. 2018. Pengabdian Kepada Masyarakat. Jakarta: Kementerian Riset, Teknologi, dan Pendidikan Tinggi
- Direktorat Riset Dan Pengabdian Masyarakat Deputy Bidang Penguatan Riset Dan Pengembangan Kementerian Riset Dan Teknologi/BRIN. 2020. Panduan Program Penerapan Teknologi Tepat Guna Kepada Masyarakat. Jakarta: Kementerian Riset, Teknologi, dan Pendidikan Tinggi
- Veronica. 2020. Analisis SROI (Social Return On Investment) Dalam Mengukur Keberhasilan Program CSR Mikrohydro Oleh PT. PJB UP Paiton Di Desa Andungbiru, Kabupaten Probolinggo. Jurnal Ilmiah Politik, Kebijakan, & Sosial (Publicio), Vol. 2, No. 2.
- Martin, Molly Anne. 2017. A Proposed Social Return on Investment Reporting Tool for Oregon Nonprofit Organizations Supporting Anti-Poverty Welfare Programs. Master Thesis. Oregon State University.
- Olahkarsa. Mengenal Apa Itu SROI – Pengertian dan Prinsip. Diakses pada tanggal 14 Mei 2022, dari <https://blog.olahkarsa.com/mengenal-apa-itu-sroi-pengertian-dan-prinsip/>

DUMMY BOOK CV. WAWASAN ILMU

BAB 7

ESKALASI PROGRAM PENGABDIAN KEPADA MASYARAKAT (PkM) BERBASIS PENERAPAN TEKNOLOGI TEPAT GUNA UNTUK PERUBAHAN SOSIAL

7.1 Eskalasi Program Pengabdian kepada Masyarakat

Eskalasi merupakan suatu pertambahan atau peningkatan dalam sebuah ruang lingkup yaitu sebuah situasi akan menjadi lebih besar atau lebih serius. Penyebab timbulnya fenomena dari eskalasi ini dipengaruhi oleh beberapa faktor diantaranya faktor psikologis dan sosial, faktor proyek dan faktor organisasi. Secara psikologis dan sosial, eskalasi timbul karena adanya sikap atau keinginan untuk menjaga reputasi diri sehingga membuat seseorang enggan untuk mengakui kegagalan. Pada faktor proyek lebih memperlihatkan terhadap kegiatan bisnis yang tidak tercapai. Sedangkan pada faktor organisasi terdapat permainan politik oleh beberapa orang yang memiliki pengaruh di dalam organisasi tersebut (Sari dan Wirakusuma, 2016).

Dalam konteks PkM, eskalasi merupakan suatu peningkatan program PkM untuk mencapai tujuan yaitu meningkatkan nilai tambah dari program tersebut secara berkelanjutan, yaitu program

PkM diharapkan berjalan secara terus menerus untuk memberikan dampak positif secara signifikan terhadap lingkungan, wilayah dan masyarakat itu sendiri. Keberlanjutan pada program PkM merupakan suatu proses yang ditandai dengan pencapaian cita-cita yang sama antara pelaksana program dengan masyarakat yang menerima manfaat PkM. Bagi dosen dan mahasiswa, PkM merupakan sarana untuk memberikan kesempatan belajar dan bekerja bersama dengan masyarakat. Selain sarana untuk menimba ilmu, kegiatan PkM merupakan sarana untuk memecahkan suatu permasalahan yang riil dalam masyarakat dengan mengimplementasikan hasil penelitian yang telah dilakukan.

Berdasarkan Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 12 Tahun 2012 tentang Pendidikan Tinggi pasal 1 ayat 11, PkM merupakan kegiatan civitas akademika yang memanfaatkan ilmu pengetahuan dan teknologi untuk memajukan kesejahteraan serta mencerdaskan bangsa. Pengabdian kepada masyarakat merupakan suatu bentuk aktualisasi serta menjadi eskalasi potensi dalam diri mahasiswa dengan berbekal ilmu yang sudah diterima selama masa perkuliahan. Pengabdian kepada masyarakat yang dilakukan dimas dalam bentuk yang sederhana namun dapat menjawab permasalahan yang dihadapi masyarakat juga memiliki efek berkelanjutan.

Pelaksanaan PkM membutuhkan standar yang merupakan kriteria minimal yaitu:

1. Standar hasil pengabdian kepada masyarakat berupa penyelesaian masalah di masyarakat dengan memanfaatkan teknologi tepat guna, modul dan teknologi untuk pengayaan serta keahlian dari civitas akademik baik dosen maupun mahasiswa,
2. Standar isi pengabdian kepada masyarakat berupa hasil penelitian dan teknologi yang sesuai dengan kebutuhan masyarakat,
3. Standar proses pengabdian kepada masyarakat berupa pelayanan masyarakat dan juga pemberdayaan masyarakat,

4. Standar penilaian pengabdian kepada masyarakat yang meliputi tingkat kepuasan dari masyarakat serta adanya perubahan baik sikap, pengetahuan dan keterampilan pada masyarakat,
5. Standar pelaksana pengabdian kepada masyarakat yaitu pelaksana wajib memiliki penguasaan pada metode atau ilmu yang akan diberikan kepada masyarakat,
6. Standar sarana dan prasarana pengabdian kepada masyarakat merupakan kriteria yang diperlukan untuk menunjang proses pengabdian masyarakat,
7. Standar pengelolaan pengabdian kepada masyarakat yaitu pengelolaan terkait perencanaan, pelaksanaan, pengendalian, pemantauan, evaluasi serta pelaporan kepada masyarakat, dan
8. Standar pendanaan dan pembiayaan pengabdian kepada masyarakat berupa pendanaan melalui dana internal pemerintah, perguruan tinggi ataupun kerja sama dengan lembaga lain yang digunakan untuk membiayai program dan pengelolaan pengabdian kepada masyarakat.

Kriteria tersebut merupakan standar dalam melakukan program PkM yang berkelanjutan. Dengan tercapainya 8 (delapan) kriteria standar berdasarkan Peraturan Menteri Pendidikan dan Kebudayaan No. 3 Tahun 2020 tentang Standar Nasional Pendidikan Tinggi terkait dengan ruang lingkup tersebut diharapkan program pengabdian masyarakat dapat dilakukan eskalasi. Kedelapan kriteria standar tersebut masing-masing merupakan kriteria minimal untuk melaksanakan keberlanjutan program PkM. Eskalasi juga layak untuk dilakukan jika terdapat kepuasan serta apresiasi dari masyarakat yang merasakan langsung manfaat dari program PkM ini.

Program PkM tentunya sangat penting dan bermanfaat bagi masyarakat yang membutuhkan. Eskalasi tidak hanya untuk memecahkan permasalahan yang dihadapi masyarakat tetapi dapat dikembangkan dalam pengembangan kewirausahaan berbasis

keilmuan sehingga mampu menjadi penggerak ekonomi bagi masyarakat tersebut. Keberlanjutan program PkM ini perlu direncanakan karena perubahan sosial di masyarakat sangat dinamis sehingga masyarakat memerlukan waktu lebih lama untuk melakukan adaptasi dan mempersiapkan diri.

Faktor lain sebagai pendorong eskalasi adalah faktor psikologis dan emosional, yaitu keinginan pelaksana PkM untuk selalu menjaga reputasi diri, ketika program PkM berhasil dilakukan dan mendapat respon yang positif dari masyarakat. Eskalasi pada program PkM selain meningkatkan nilai tambah juga untuk meningkatkan level baik dari sisi teknologi maupun ilmu pengetahuan sehingga diharapkan muncul inovasi-inovasi baru untuk meningkatkan kesejahteraan masyarakat secara kontinyu atau terus menerus sehingga tercapai tujuan jangka panjang yang memberikan manfaat sebesar-besarnya bagi masyarakat.

7.2 Inovasi Sosial

Inovasi adalah ide atau gagasan yang diterima dan disadari sebagai suatu hal yang baru dari sebelumnya. Inovasi sosial adalah gagasan atau ide baru yang dilakukan untuk mengatasi masalah sosial masyarakat, melibatkan perubahan hubungan kelembagaan (kolaborasi), meningkatkan kapasitas juga kesejahteraan masyarakat, dan meningkatkan peluang jangka panjang atau keberlanjutan.

Berdasarkan pendapat Moulaert *et. al.* (2017), inovasi sosial memiliki kriteria dan ruang lingkup sebagai berikut:

1. Mengatasi permasalahan sosial. Permasalahan sosial menurut Soekanto (2006) adalah permasalahan yang muncul dalam masyarakat, bersifat sosial dan berhubungan erat dengan nilai-nilai sosial dan lembaga kemasyarakatan. Masalah sosial berkaitan erat dengan nilai-nilai sosial dan moral.
2. Menciptakan hubungan kelembagaan baru (kolaborasi). Morais-Da-Silva (2016) mengerucutkan inovasi sosial kepada arah

pengembangan. Pengembangan tersebut, di samping komitmen pengusaha sosial dan timnya, membutuhkan sumber daya secara mandiri atau diperoleh melalui filantropi atau melalui kemitraan strategis yang membantu dalam pengembangan proses inovasi sosial. Secara lebih jelas, Moulaert *et. al.* (2017) mengatakan bahwa inovasi sosial tidak memisahkan sarana dari ujung, tetapi memperlakukan kebutuhan dan masalah yang melekat dalam hubungan sosial. Karena itu melibatkan perubahan hubungan melalui adopsi praktik sosial baru, pengaturan kelembagaan dan/atau bentuk kolaborasi.

3. Meningkatkan kapasitas masyarakat Inovasi sosial bertujuan untuk meningkatkan kuantitas dan kualitas kehidupan masyarakat (Jali *et al.*, 2017). Moulaert *et al.*, (2017) menjelaskan bahwa efek inovasi sosial melampaui pemenuhan kebutuhan karena inovasi sosial dapat meningkatkan kapasitas sekaligus kesejahteraan masyarakat.
4. Meningkatkan kesejahteraan masyarakat. Inovasi sosial bertujuan untuk meningkatkan kuantitas dan kualitas kehidupan masyarakat (Jali *et al.*, 2017). Moulaert *et. al.*, (2017) menjelaskan bahwa efek inovasi sosial melampaui pemenuhan kebutuhan, yaitu inovasi sosial dapat meningkatkan kapasitas sekaligus kesejahteraan masyarakat. Kesejahteraan merupakan konsep yang luas dengan indikator pengukuran yang juga sangat luas. Robert McNamara (dalam Todaro & Smith, 2011), mengatakan bahwa seseorang dikatakan sejahtera apabila kebutuhan dasar personal (sandang, pangan, papan) telah terpenuhi, memiliki akses ke pelayanan dasar (air bersih, pendidikan, dan kesehatan), memiliki akses ke pekerjaan yang digaji dan kebutuhan kualitatif terpenuhi seperti lingkungan yang sehat dan aman juga kemampuan untuk turut serta dalam pengambilan keputusan.
5. Keberlanjutan. Inovasi sosial meningkatkan peluang jangka panjang bagi individu dan/atau komunitas, atau menghasilkan

sarana yang lebih efisien, efektif dan/atau berkelanjutan bagi masyarakat untuk menghadapi tantangan di bidang ekonomi, sosial, budaya.

Tingkat inovasi sosial dapat diketahui dengan melakukan pengukuran dan mengevaluasi dampak inovasi sosial tersebut terlepas dari tingkat kebaruan dan kemutakhiran dari inovasi sosial tersebut. Pengabdian kepada masyarakat khususnya yang berbasis TTG diharapkan menghasilkan inovasi sosial yang berdampak positif dan signifikan di masyarakat. Penerapan TTG akan menambah tingkatan inovasi sosial dan dampak yang dihasilkan pada pelaksanaan suatu program PkM.

Dampak adalah hasil jangka panjang yang dihasilkan oleh suatu program, proyek atau kebijakan, termasuk hasil yang diharapkan dan tidak diinginkan terjadi, dampak positif dan negatif, serta dampak langsung dan tidak langsung (Australian Gov; Department of Industry, Innovation, and Science, 2015). Identifikasi dampak bertujuan untuk melihat perbedaan utama dari suatu program atau kebijakan yang telah dilaksanakan berdasarkan tujuan pelaksanaan. International Fund for Agricultural Development (IFAD) mendefinisikan dampak sebagai cara untuk melihat pencapaian tujuan proyek atau program, atau lebih tepatnya terkait dengan kontribusi untuk pencapaian tujuan yang dilakukan yang keseluruhannya dapat ditempuh melalui satu instrumen pelaksanaan bernama *impact evaluation* atau evaluasi dampak.

Evaluasi dampak merupakan penyelidikan yang sistematis dan empiris terhadap dampak yang dihasilkan oleh suatu intervensi. Proses ini akan menentukan apakah suatu intervensi telah sesuai dengan tujuan yang diinginkan dari program atau kegiatan atau tidak sama sekali. Selain itu, evaluasi dampak ini juga bertujuan untuk menjawab pertanyaan tentang apa yang berhasil atau tidak berhasil, bagaimana, untuk siapa, dan mengapa hal itu terjadi (Impact Evaluation: A discussion paper for AusAID practitioners, 2012).

Evaluasi dampak dapat memberikan bukti secara nyata tentang dampak yang telah diproduksi (dampak yang diharapkan). Selain bukti yang kredibel tersebut, evaluasi dampak juga dapat mengarahkan pada inferensi kausal bahwa terjadinya perubahan sebagai bagian dari hasil pelaksanaan proyek, program atau kebijakan. Oleh karena itu, evaluasi dampak dapat digambarkan sebagai suatu kegiatan untuk menilai perubahan-perubahan yang terjadi dalam kelompok sasaran, yang diakibatkan oleh program/proyek/kebijakan dan merupakan hasil dari kegiatan program/proyek/ kebijakan.

Menurut Finsterbusch dan Motz dalam Tangkilisan (2003), terdapat empat jenis evaluasi dampak yaitu :

1. Evaluasi *single program after-only*. Jenis evaluasi ini merupakan yang paling lemah karena tidak diketahui baik tidaknya suatu program terhadap kelompok sasaran, dan tidak diketahui juga kelompok sasaran sebelum menerima program.
2. Evaluasi *single program before-after*. Jenis ini dapat digunakan untuk mengetahui keadaan kelompok sasaran sebelum menerima program tetapi tidak dapat mengetahui efek dari program tersebut.
3. Evaluasi *comparative after-only*, merupakan evaluasi dengan cara membandingkan kelompok sasaran dengan kelompok bukan sasaran. Pada evaluasi jenis ini efek program terhadap kelompok sasaran tidak diketahui.
4. Evaluasi *comparative before-after*, merupakan gabungan dari ketiga kelompok di atas sehingga kelemahan yang ada pada ketiga desain di atas dapat diatasi oleh desain evaluasi ini.

Lebih lanjut, Australian Government, Department of Industry, Innovation, and Science, (2015) menjelaskan ada pula jenis evaluasi dampak yang digunakan sebelum dan sesudah dan selama program dilaksanakan, yaitu:

1. *Ex post impact evaluation*, dilakukan dengan mengumpulkan data terkait *actual impact*.
2. *Ex ante impact evaluation*, dilakukan dengan meramalkan kemungkinan dampak yang akan terjadi.
3. *During implementation*, dilakukan dengan mengumpulkan data tentang kesesuaian dampak program yang dihasilkan dengan dampak yang diinginkan.

Patton dan Sawicky (1986) menguraikan 6 (enam) bentuk pendekatan evaluasi dasar yang dapat digunakan untuk mengukur tingkat keberhasilan implementasi program, yaitu:

1. *Before and after comparisons*. Pendekatan yang membandingkan kondisi (orang atau penduduk suatu daerah) sebelum dan sesudah program (*actual post program data*). Selain itu, pendekatan ini juga dapat digunakan untuk membandingkan kondisi masyarakat sesudah program dijalankan (*actual post program data*) dengan masyarakat yang tidak menjalankan program atau kebijakan tersebut.
2. *With and without comparisons*. Pendekatan untuk membandingkan antara grup target yang menerima program dan yang tidak. Adapun batasan-batasan antara pendekatan ini dan pendekatan pada nomor satu di atas adalah perlunya pemilihan kelompok yang akan dibandingkan dengan tepat, adanya asumsi bahwa perubahan-perubahan yang diamati di tempat kejadian perkara dapat dikenali.
3. *Actual-versus-planned performance comparisons*. Pendekatan ini membandingkan data pasca pelaksanaan program secara aktual pada sasaran program yang timbul pada periode waktu sebelumnya (biasanya sebelum implelementasi program). Analisis menentukan tujuan dan target yang spesifik untuk membuat kriteria evaluasi sebelum program dilaksanakan guna mengetahui periode waktu pelaksanaan program dan menentukan data yang dibutuhkan dari performa program yang dilaksanakan

analisis dalam hal ini membandingkan performa kebijakan secara aktual terhadap kondisi masyarakat yang tidak menerima program.

4. *Experimental (controlled) models*. Pendekatan ini menggunakan konsep kontrol ekuivalen dan kelompok yang diuji cobakan serta ukuran-ukuran pra dan pasca pelaksanaan program. Unit analisis adalah individu dalam kelompok yang dipilih secara acak. Individu yang dimaksud adalah yang menerima atau melaksanakan program dan tidak atau melaksanakan program yang berbeda dengan kelompok yang dijadikan kelompok uji coba.
5. *Quasi-experimental models*. Pendekatan *Quasi-experimental models* mencoba mengukur hasil atau *outcome* dari program atau kebijakan melalui skor, angka atau indikator lainnya. Selain itu pendekatan ini juga mencoba untuk mempertahankan logika percobaan tanpa menggunakan suatu prosedur, teknik ataupun hal lainnya. Pendekatan ini memiliki 2 rancangan dasar yang dapat digunakan untuk melakukan analisis hasil pelaksanaan program terhadap target grup, yaitu rancangan *non equivalent control group* dan rancangan *interrupted time-series design*. Rancangan *non equivalent control group* melakukan perbandingan dari *treatment group* dan grup lainnya yang diujicobakan program, baik sebelum dan sesudah kebijakan atau program dilaksanakan. Adapun rancangan yang kedua melakukan perbandingan *treatment group* dari waktu ke waktu baik sebelum dan sesudah program dilaksanakan. Misalnya kondisi kelompok masyarakat sebelum pelaksanaan program diamati beberapa kali.
6. *Cost-oriented approaches*. Pendekatan *Cost-oriented approaches* merupakan jawaban atas kondisi yang mengharuskan mengukur dampak kebijakan dalam satuan uang, estimasi biaya dan keuntungan bersih dari perubahan yang terdeteksi dari pelaksanaan program, mengukur keuntungan yang terlihat

maupun tidak serta biaya yang harus dikeluarkan baik secara langsung atau uang, maupun tidak langsung mengenai dampak buruk yang berpotensi dirasakan kedepannya.

Kajian The World Bank tahun 2006 tentang *Conducting Quality Impact Evaluations Under Budget, Time And Data Constraints* mengemukakan bahwa ada berbagai pilihan desain evaluasi dampak dimulai dari metode yang terkuat hingga lemah yaitu:

1. *Pre- and post intervention project and control group design with randomized or non-randomized assignment*. Desain ini merupakan desain evaluasi paling kuat yang mengkombinasikan evaluasi pre and post intervention dengan menggunakan data awal/dasar dan melibatkan perbandingan antar kelompok.
2. *Delayed pre-test/post-test comparison group design*. Desain ini bermanfaat ketika proses evaluasi dimulai dalam jangka menengah. Hal ini karena desain ini tidak menggunakan data awal/dasar (*baseline*), namun lebih pada penguatan evaluasi *mid-term* dan *post intervention*.
3. *Pre-and post-intervention project group and post-intervention comparison group*. Meskipun desain ini lebih lemah dari sebelumnya, namun desain ini memungkinkan untuk melihat perbandingan dari waktu ke waktu dan analisis transversal pasca proyek. Dalam desain ini tidak menggunakan pre-intervention terkait perbandingan kelompok, tetapi hanya menggunakan post-intervention.
4. *Post-intervention project and comparison groups with no baseline data*. Desain evaluasi ini hanya memfokuskan pada evaluasi dampak terhadap *post-intervention* data proyek dan perbandingan antar kelompok dan tanpa menggunakan *baseline* data.
5. *Pre-and post-implementation project group analysis with no comparison group*. Desain ini menghilangkan analisis terhadap evaluasi dampak dengan kelompok pembanding, namun tetap meng-

gunakan *pre and post intervention* untuk proyek kelompok dan baseline data.

6. Post-intervention project group without baseline data or a comparison group. Ini merupakan desain evaluasi yang paling lemah karena memfokuskan proses evaluasi post intervention tanpa pre-intervention dan berdasarkan baseline data.

7.3 Perbedaan Corporate Social Responsibility (CSR) dan Corporate Social Innovation (CSI)

Perusahaan menjadi salah satu pelaku dalam pembangunan ekonomi nasional namun selayaknya sebuah perusahaan tidak hanya bertujuan memperoleh keuntungan finansial tetapi perlu memberikan kontribusi bagi masyarakat dan lingkungan di sekitarnya untuk dapat mewujudkan pembangunan yang berkelanjutan. Saat ini dalam dunia usaha hadir konsep Corporate Social Responsibility (CSR) dan Corporate Social Innovation (CSI) sebagai bentuk nyata kepedulian perusahaan terhadap aspek ekonomi, sosial, dan lingkungan (Nurdianto *et al.*, 2014). CSR adalah komitmen suatu perusahaan sebagai suatu bentuk tanggung jawab secara sosial kepada semua pihak yang ada di dalamnya dengan melaksanakan sebuah program yang mempunyai manfaat bagi sosial dan lingkungan sekitarnya (Oktaman. 2016) sedangkan menurut Strandberg (2015) CSI merupakan strategi perusahaan dalam merencanakan ulang model bisnis, produk, layanan, struktur, sistem, dan proses untuk menghasilkan keuntungan dan pendapatan sekaligus memberikan nilai lingkungan dan sosial positif.

Perbedaan CSR dan CSI berdasarkan istilah yang digunakan sepintas hanya terlihat pada kata terakhir, yaitu *Responsibility* dan *Innovation*. Namun, perbedaan tersebut memiliki makna yang mendalam. *Responsibility* bermakna kewajiban, yang diartikan sebagai konsekuensi organisasi atau perusahaan setelah melakukan sesuatu yang berhubungan dengan bisnis kepada lingkungan sekitar sedangkan *innovatio* dari sudut pandang perusahaan, memiliki makna

sebagai penemuan yang memberikan nilai tambah bagi perusahaan melalui peningkatan pendapatan, pengurangan biaya, atau perbaikan serupa yang direpresentasikan dalam hasil keuangan.

Pada dasarnya konsep CSI lahir dari tuntutan keterlibatan perusahaan dalam mengatasi permasalahan sosial dan ekonomi yang semakin kompleks, sekaligus perusahaan dituntut untuk mempertahankan bisnisnya (Ginting, 2020). Konsep CSR pada umumnya dilakukan dengan pendekatan filantropi, yaitu hadiah uang atau sumbangan lain yang diberikan secara sukarela oleh perusahaan untuk mendukung masyarakat lokal dan mengimbangi dampak negatif dari bisnis perusahaan terhadap sosial dan lingkungan (Wang *et al.*, 2008). Berdasarkan hal itu, dalam konteks CSR diperlukan inovasi berupa *social innovation*. *Social innovation* diharapkan dapat meningkatkan CSR yang telah dilakukan perusahaan dan pengembangan CSR dengan *social innovation* dikenal dengan CSI. Ginting (2020) menjelaskan beberapa perbedaan utama antara konsep CSR dan CSI ditunjukkan pada Tabel 6.

Tabel 6. Perbedaan CSR dan CSI

Corporate Social Responsibility (CSR)	Corporate Social Innovation (CSI)
Program filantropis perusahaan sering kali didanai oleh hibah yayasan perusahaan serta dikelola oleh fungsi hubungan masyarakat dalam perusahaan	Strategi perusahaan dengan pendanaan serta pengelolaan seperti investasi perusahaan.
Melibatkan kontribusi uang (dana) dan tenaga kerja dalam program. Contohnya seperti fasilitas pelatihan dari perusahaan (tenaga kerja) kepada masyarakat	Melibatkan unit Research and Development (R&D) dalam perusahaan secara sosial dan menerapkan seluruh aset perusahaan yang relevan untuk mengelola serta mengatasi permasalahan yang ada

Corporate Social Responsibility (CSR)	Corporate Social Innovation (CSI)
Karyawan sebagai sukarelawan dalam program kegiatan sosial	Mengembangkan karyawan sebagai penggerak inovasi sosial dalam bisnis
Kontrak perusahaan dengan LSM atau kelompok masyarakat untuk memberikan layanan sosial	Kemitraan antara perusahaan, LSM, atau lembaga pemerintah.
Perusahaan menyediakan layanan sosial dan lingkungan bagi masyarakat yang membutuhkan (jenis program tematik)	Perusahaan dan mitra secara bersama-sama menciptakan sesuatu yang baru sebagai bentuk inovasi sosial dan lingkungan dengan memberikan solusi yang berkelanjutan untuk kebutuhan yang mendesak
Memiliki dana perusahaan untuk mendukung kegiatan sosial	Menempatkan masyarakat ke dalam bisnis, dengan mitra, untuk menghasilkan perubahan sosial yang berkelanjutan

Salah satu contoh CSR yaitu Enduro Student Program (ESP) telah diselenggarakan oleh PT Pertamina berupa bagian dari rangkaian program pendidikan dan pelatihan serta kewirausahaan di dunia perbengkelan roda dua (Pertamina, 2018). Program ini ditujukan untuk siswa-siswi terpilih dari berbagai SMK otomotif dan SMA unggulan. ESP terdiri dari berbagai program, yaitu: 1) pelatihan teknis sepeda motor dan non-teknis selama 1 bulan untuk memperdalam pengetahuan mengenai kendaraan bermotor; 2) pemberian materi non-teknis yang bertujuan untuk membangun karakter dan kreativitas kewirausahaan peserta seperti *creative thinking*, pengetahuan produk pelumas/*lubricant* Pertamina; 3) magang di bengkel mitra binaan PT Pertamina Lubricants melalui *mentorship* dan pelatihan kerja langsung oleh mekanik berpengalaman; 4) setelah magang, peserta diberi pelatihan dengan materi kewirausahaan, lingkungan

dan perencanaan bisnis oleh para pakar di bidangnya. Melalui ESP, PT Pertamina Lubricants berharap dapat mencetak professional dan wirausaha muda di industri otomotif

Salah satu dari empat model di atas yang banyak digunakan kalangan industri atau perusahaan adalah melalui program *community development* bekerjasama dengan lembaga kolaboratif seperti universitas, instansi pemerintah, dan lembaga sosial lainnya. Model ini merupakan strategi perusahaan untuk memudahkan dalam mengimplementasikan program CSR sehingga dapat menyentuh masyarakat setempat secara langsung dan mereduksi konflik dengan masyarakat yang ada di sekitar kegiatan operasional perusahaan tanpa mengurangi *core value* dari perusahaan itu sendiri. Hal ini menjadi potensi yang besar bagi lembaga-lembaga untuk mengembangkan ide program *community involvement and development* untuk direalisasikan dengan mengajukan rancangan program tersebut kepada perusahaan. Umumnya dalam model pelaksanaan tersebut perusahaan akan memberikan dana untuk merancang program yang diajukan oleh suatu lembaga dengan ketentuan perjanjian antara kedua belah pihak serta. Berdasarkan program yang telah disetujui, pihak lembaga diwajibkan melakukan pelaporan kemajuan, monitoring, evaluasi, dan laporan keuangan untuk memastikan bahwa program yang sedang dilakukan berjalan dengan baik (Zubaedi, 2013).

Selanjutnya Zubaedi, (2013) menjelaskan bahwa prinsip dasar dalam melaksanakan Community Development, diantaranya meliputi:

1. *Integrated development*: program harus mencakup aspek sosial, ekonomi, politik, budaya, lingkungan, dan personal/spiritual.
2. *Sustainability*: pemilihan sumber daya lokal yang berkelanjutan sehingga dapat menurunkan ketergantungan masyarakat pada pihak luar agar program bisa berkelanjutan.
3. *Empowerment*: menyediakan sumber, kesempatan, pengeta-

huan, dan keterampilan untuk meningkatkan kapasitas warga masyarakat sehingga masyarakat dapat menentukan masa depannya sendiri, dan dapat memberikan pengaruh dalam kehidupan masyarakatnya.

4. *Community building*: program bertujuan untuk menguatkan interaksi sosial masyarakat, kebersamaan warga masyarakat, membantu masyarakat untuk berkomunikasi satu sama lain sehingga adanya komunikasi, kesepahaman, dan tindakan sosial dengan tujuan bersama.
5. *Process and outcome*: proses dan hasil harus saling terintegrasi. Proses harus merefleksikan hasil, apabila terlalu berkonsentrasi pada proses dapat menyebabkan pencapaian hasil terabaikan.
6. *Inclusiveness*: proses yang dilakukan harus “to include” dibandingkan “to exclude” yaitu semua orang yang terlibat harus dihargai walaupun terdapat sebagian pihak yang berlawanan.
7. *Consensus*: proses dirancang atas dasar konsensus atau adanya kesepakatan.
8. *Participation*: program harus selalu berupaya memaksimalkan partisipasi dengan tujuan agar semua orang terlibat secara aktif dalam proses aktivitasnya.
9. *Defining need*: program harus mencapai kesepakatan terkait kebutuhan yang teridentifikasi. Definisi kebutuhan masyarakat harus bersumber dari masyarakat sendiri.
10. *Gender Responsif*: program yang dirancang harus berupaya untuk memberikan simpati, empati yang konsisten dan sistematis terhadap pencegahan terjadinya konflik antara perempuan dan laki-laki dalam pembangunan masyarakat. Aspek keadilan sering menjadi fokus pandangan yang ditujukan terhadap keterbatasan-keterbatasan dari penerapan gender dalam masyarakat

Strategi yang dapat dilakukan untuk merancang program *Community Involvement and Development* untuk memperoleh dukungan CSR suatu perusahaan, yaitu;

1. Memahami visi misi perusahaan

Latar belakang program yang diajukan menjadi pondasi yang kuat dan dasar yang relevan untuk meyakinkan perusahaan. Penyesuaian visi dan misi perusahaan dengan rancangan program CSR dapat membantu untuk menentukan langkah-langkah dalam menyusun strategi program. Pemahaman tentang visi dan misi perusahaan yang dituju menjadi hal penting untuk meningkatkan daya tarik program terhadap perusahaan. Karena program CSR pada dasarnya bertujuan untuk meningkatkan citra perusahaan dan meningkatkan reputasi perusahaan pada konsumen serta masyarakat sehingga akan lebih mudah menarik minat para investor terhadap perusahaan (Lingkar LSM, 2013).

2. Memahami karakteristik perusahaan

Pemahaman karakteristik perusahaan dapat dilakukan dengan *research* dan *benchmarking* terhadap perusahaan-perusahaan yang terbukti sukses dalam merealisasikan CSR. Penyelarasan *core value* perusahaan dengan tujuan program menjadi suatu strategi untuk meyakinkan program yang diajukan. Karena setiap perusahaan memiliki *interest* pada suatu bidang tertentu dalam program CSR yang sedang dijalankan. Lingkar LSM, (2013) menjelaskan nilai dasar CSR dari beberapa perusahaan dan beberapa program yang telah direalisasikan pada Tabel 7.

Tabel 7. CSR Perusahaan

Jenis Industri	Nama Perusahaan	Pilar CSR (Core Value)	CSR Perusahaan
Semen	PT Semen Gersik tbk.	1. Cerdas (bidang pendidikan) 2. Lestari (bidang lingkungan) 3. Mandiri (pemberdayaan) 4. Peduli (sosial Ekonomi) 5. Sehat (Kesehatan) (Semen Gersik, 2021)	1. Program Cerdas: • Program BIMBEL Kelas prestasi Semen Gresik. • Program Penyelenggaraan TPQ. • Program peningkatan kesadaran pentingnya pendidikan menuju era Indonesia Emas. 2. Program Lestari: • Program P4T (Perkebunan, Pertanian, Perikanan & Peternakan Terpadu) • Program P4L (Pemanfaatan Pekarangan dan Pengembangan Pangan Lokal) • Program Pengolahan sampah 3R (Reuse, Reduce, Recycle) 3. Program Mandiri: • Program Pemberdayaan Forum Masyarakat Madani (FMM) • Program Pemberdayaan dan Kemitraan BUMDes 4. Program Peduli: • Program Semen Gersik kokoh membangun • Bantuan perbaikan dan peningkatan sarana air bersih 5. Program Sehat: • Program GPS SG (Gerobak Pengangkut Sampah SG) • Program SG Menggosok gigi & cuci tangan • Program SG AYOMI (Ayo Optimalkan Gizi) Balita kurang gizi (Semen Gersik, 2019)

Jenis Industri	Nama Perusahaan	Pilar CSR (Core Value)	CSR Perusahaan
Kosmetik	PT Paragon Technology and Innovation	1. Education 2. Health 3. Women Empowerment 4. Environment (Paragon, 2022)	1. Education: - Media Belajar untuk Aha! Project - Media Belajar untuk Semua Murid Semua Guru 2. Health - kampanye #LangkahBaik-muBerarti 3. Women Empowerment - Beauty Academy 4. Environment - Wardah Recycle Program (Paragon, 2022)
Jasa layanan teknologi informasi dan komunikasi (TIK) dan jaringan telekomunikasi	PT Telkom Indonesia Tbk.	1. Lingkungan digital 2. Masyarakat digital 3. Ekonomi digital (Telkom, 2020)	1. Lingkungan digital - Campaign #DaurBikinMakmur 2. Masyarakat digital - Indonesia Digital Learning (IDL) & My Teacher My Hero - Disability Care 3. Ekonomi digital - Socio Digi Leaders - Telkom Craft (Telkom, 2020)
Tambang	PT Freeport Indonesia	1. Kesehatan 2. Pendidikan 3. Infrastruktur 4. Pengembangan ekonomi setempat (Freeport, 2021)	1. Kesehatan - Mobile Klinik 2. Pendidikan - Sekolah Asrama Taruna Papua 3. Infrastruktur - Fasilitas Air Minum 4. Pengembangan ekonomi setempat - Program Kampung (Freeport, 2021)

3. Penentuan cara mengukur kesuksesan program

Fokus program yang dirancang tidak hanya menghasilkan keuntungan secara finansial melainkan terdapat *value* serta benefit bagi perusahaan. Indikator-indikator keberhasilan sebuah program CD-CSR harus dituliskan secara jelas dan terukur dalam dokumen perencanaan sehingga terlihat performa program yang baik untuk meyakinkan perusahaan.

4. Program yang diajukan harus spesifik dan mencakup berbagai alternatif strategi yang dapat diterapkan

Dalam rancangan program yang diajukan perlu adanya penjabaran yang lebih rinci terkait strategi dan program yang bisa mendukung terwujudnya tujuan program. Inovasi-inovasi rencana kegiatan dipilih sesuai dengan kebutuhan masyarakat sehingga dapat mendukung terciptanya hasil dan dampak kepada terwujudnya tujuan aspek-aspek tersebut. Penyusunan program CD-CSR selain menyesuaikan dengan visi dan misi perusahaan, harus disesuaikan juga dengan hasil kajian daerah yang dituju agar sesuai dengan kebutuhan masyarakat, sesuai potensi lokal (SDM dan SDA), termasuk potensi pasar jika terkait dengan aspek ekonomi dan SDM.

5. Tampilan rencana program yang menarik

Desain rencana program yang baik menjadi nilai tambah untuk meningkatkan daya tarik perusahaan terhadap program yang ditawarkan.



Gambar 46. Enduro Student Program (ESP) Makassar 2018 (Pertamina, 2018).

Contoh CSI yaitu kolaborasi antara Grameen Bank yang didirikan Muhamad Yunus (dan Danone Co. dalam bentuk pendirian Grameen Danone Foods (GDF) Ltd yang dapat mempertahankan performa finansial perusahaan dengan mengembangkan inovasi berdampak sosial melalui kemitraan lintas sektor. Tujuan kolaborasi tersebut untuk mengatasi permasalahan kurang gizi yang diderita oleh sebagian besar balita (45%) di daerah pedesaan di Bangladesh. Kolaborasi ini menggabungkan keahlian Danone dalam bidang teknis seperti konstruksi, pemeliharaan pabrik dan produksi dengan pengetahuan Grameen tentang masyarakat pedesaan.

GDF memproduksi yoghurt yang mengandung nutrisi penting untuk pertumbuhan balita dengan harga yang terjangkau untuk masyarakat. Manfaat dari kolaborasi itu meluas hingga ke seluruh rantai nilai (*value chain*), mulai dari susu untuk bahan baku yoghurt yang dibeli dari petani mikro dan memberdayakan kelompok wirausahawan perempuan yang disebut *Grameen Danone Ladies* untuk pemasaran produknya dari pintu ke pintu dengan perolehan marjin 18%. Pada aspek lingkungan, produksi dilakukan dengan basis lokal, seperti pabrik menggunakan energi matahari untuk me-

manaskan air yang digunakan dalam proses produksi (Rodrigues & Baker, 2012).



Gambar 47. Produk yoghurt GDF Ltd (Danone Communities, 2021)

Secara umum bentuk kegiatan atau program CSR merupakan program yang berpotensi membantu meningkatkan kesejahteraan masyarakat dan penduduk di sekitar perusahaan, serta membantu menjaga kesehatan lingkungan terutama untuk perusahaan yang memiliki potensi merusak lingkungan sekitar. Model dari kegiatan CSR sangat beragam dan setiap perusahaan memiliki metode atau model tersendiri dalam pelaksanaannya tergantung pada *core business* ataupun *need assesment* masing-masing perusahaan. Menurut Saidi dan Abidin (2004) praktik pelaksanaan program CSR di Indonesia umumnya menerapkan empat model, yaitu:

1. Keterlibatan langsung.

Perusahaan melaksanakan program CSR secara langsung dengan menyelenggarakan kegiatan sosial atau menyerahkan langsung suatu sumbangan kepada masyarakat tanpa perantara.

2. Melalui yayasan atau organisasi sosial perusahaan.

Perusahaan mendirikan yayasan sendiri atau organisasi sosial di bawah perusahaan atau grupnya. Umumnya perusahaan

menyediakan bantuan sosial secara berkelanjutan atau dana rutin yang digunakan secara teratur bagi kegiatan yayasan.

3. Bermitra dengan pihak lain.

Perusahaan menyelenggarakan CSR dengan kerjasama bersama lembaga sosial/organisasi non-pemerintah, instansi pemerintah, universitas atau media massa, baik dalam mengelola dana maupun dalam melaksanakan kegiatan sosialnya.

4. Mendukung atau bergabung dalam suatu konsorsium.

Perusahaan turut serta mendirikan, menjadi anggota atau mendukung suatu lembaga sosial yang didirikan untuk tujuan sosial tertentu. Pihak konsorsium atau lembaga bersangkutan dipercaya oleh perusahaan yang mendukungnya secara proaktif mencari mitra kerjasama dari kalangan lembaga operasional dan kemudian mengembangkan program yang disepakati bersama.

Daftar Pustaka

Danone Communities. 2021. "Grameen Danone Foods Ltd". [Online]: <https://www.danonecommunities.com/grameen-danone-foods-ltd/>

Freeport. 2021. "CSR". [Online]: <https://ptfi.co.id/id/csr>

Ginting, G. 2020. *Shared Value Sense: Inovasi Dalam Tanggung Jawab Sosial Dan Solusi Kreatif Korporasi*. Banten: UTCC (Universitas Terbuka Convention Center)

Linkar LSM. 2013. "Bagaimana Menggalang Dana CSR?". [Online]: <http://lingkarlsm.com/bagaimana-menggalang-dana-csr/>

Nurdianto, A., Tun S., dan Bambang S. 2014. "Kajian Implementasi Program Corporate Social Responsibility (CSR) Di Daerah Penyangga Taman Nasional Gunung Gede Pangrango (Studi Kasus Di Kampung Sarongge Desa Ciputri Kecamatan Pacet Kab. Cianjur)". *Journal Nusa Sylva*, 14(1): 20 – 31

Paragon. 2022. "CSR". [Online]: <https://www.paragon-innovation.com/csr>

C.V. Patton dan D.Sawicki.1986. Basic Method of Policy Analysis and Planning. Prentice Hall. Michigan University

Pertamina. 2018. "Enduro Student Program Ciptakan Entrepreneur Muda di Makassar". [Online]: [https://pertamina.com/id/news-room/csr-news/enduro-student-program-ciptakan-entrepreneur-muda-dimakassar#:~:text=Enduro%20Student%20Program%20\(ESP\)%20adalah,siswi%20terpilih%20dari%20berbagai%20SMK](https://pertamina.com/id/news-room/csr-news/enduro-student-program-ciptakan-entrepreneur-muda-dimakassar#:~:text=Enduro%20Student%20Program%20(ESP)%20adalah,siswi%20terpilih%20dari%20berbagai%20SMK)

Rodrigues, Jonathan & Baker, Gregory A., 2012. "Grameen Danone Foods Limited (GDF)," International Food and Agribusiness Management Review, International Food and Agribusiness Management Association, vol. 15(1), pages 1-32.

Saidi, Z. & Abidin H. (2004). Wacana dan Praktek Kedermawanan Sosial di Indonesia. Jakarta: Piramedia

Semen Gersik. 2021. "Program CSR". [Online]: <https://semengresik.sig.id/id/programlanjutan>

Telkom. 2020."CSR". [Online]: https://www.telkom.co.id/sites/about-telkom/id_ID/page/program-csr-70

Wang, H., Choi. J., & Li, J. (2008). Too Little or Too Much? Untangling the Relationship Between Corporate Philanthropy and Firm Financial Performance. *Organization Science*, 19(1), 143-159

Zubaedi. 2013. Pengembangan Masyarakat: Wacana dan Praktik. Jakarta: Kencana Prenada Media Group.