

TORAJA DALAM PERUBAHAN IKLIM

Kajian Teknologi Budidaya Pertanian Aplikatif Berbasis Organik oleh Petani Kecil untuk Beradaptasi Terhadap Perubahan Iklim di Toraja

Buku ini merupakan rangkuman dari salah satu kegiatan Climate Resilient Agriculture Investigation and Innovation Project (CRAIIP) di Kabupaten Tana Toraja tahun 2019. Proyek ini merupakan Kegiatan Peningkatan Kerahanan Masyarakat Petani terhadap Perubahan Iklim Melalui Peningkatan Kapasitas dan Kemampuan Petani Membudidayakan Padi Lokal Organik dan Cabai Katokkon secara Intensif. Buku ini diharapkan dapat digunakan sebagai salah satu acuan dalam upaya mitigasi dan adaptasi dampak Perubahan Iklim pada sektor pertanian di Kabupaten Tana Toraja dan Toraja Utara. Dalam buku ini diuraikan tentang dinamika iklim Toraja kaitannya dengan perubahan iklim serta beberapa teknis pertanian organik sebagai solusi dalam menghadapi perubahan iklim yang terjadi sekaligus mendukung upaya mitigasi dampak perubahan iklim. Pada bagian akhir buku diberikan beberapa lesson learned dari pengalaman pelaksanaan program CRAIIP di Kabupaten Tana Toraja dan Toraja Utara.



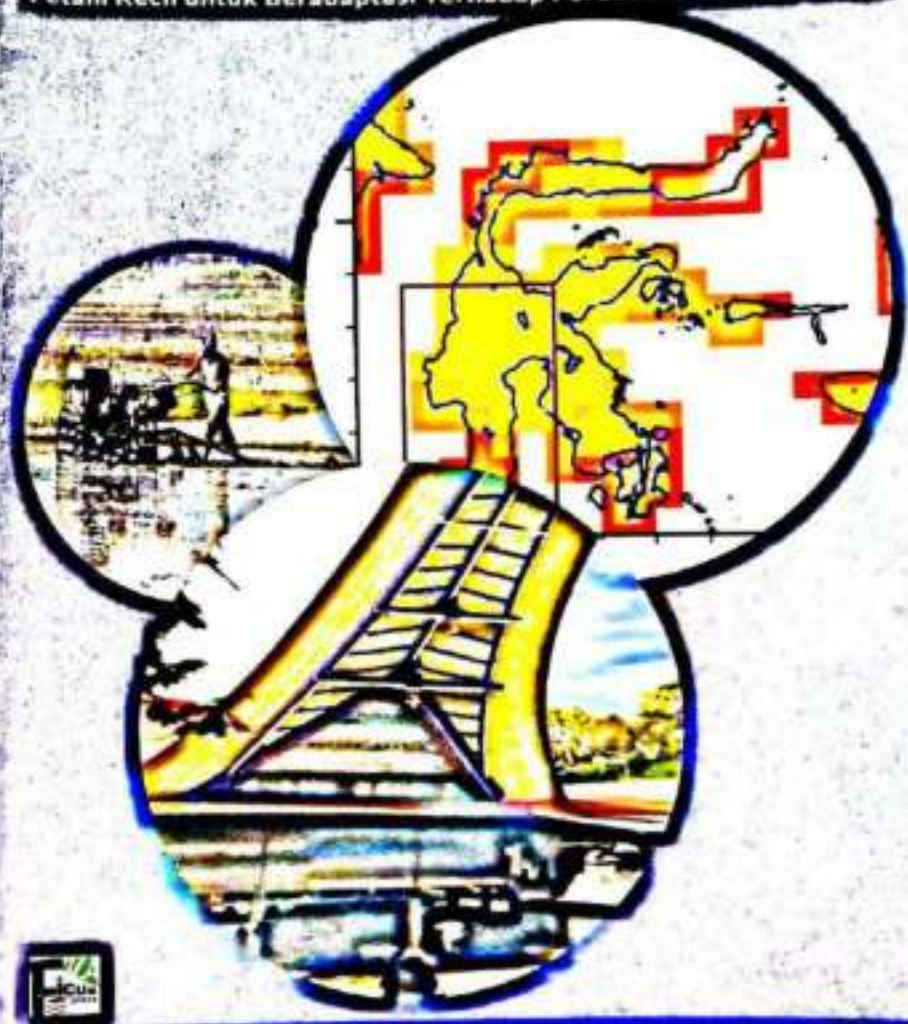
Departemen Budidaya Pertanian
Jl. Perintis Kemerdekaan Km. 10
Fakultas Pertanian Universitas Hasanuddin
Makassar 90245



TORAJA DALAM PERUBAHAN IKLIM 2021

TORAJA DALAM PERUBAHAN IKLIM

Kajian Teknologi Budidaya Pertanian Aplikatif Berbasis Organik oleh Petani Kecil untuk Beradaptasi Terhadap Perubahan Iklim di Toraja



KAIMUDDIN, YANDU RAMBA, AMIN YASSI, SYLVIA SJAM, HARI ISWOYO, RAHMAHYAH DENMAWAN

Toraja Dalam Perubahan Iklim
Kajian Teknologi Budidaya Pertanian
Aplikatif Berbasis Organik oleh Petani Kecil
untuk Beradaptasi Terhadap Perubahan
Iklim di Toraja

Penyusun:

Kaimuddin
Tandu Ramba
Amir Yassi
Sylvia Sjam
Hari Iswoyo
Rahmansyah Dermawan



Ficus Press
2021

**Toraja Dalam Perubahan Iklim
Kajian Teknologi Budidaya Pertanian Aplikatif
Berbasis Organik oleh Petani Kecil untuk
Beradaptasi Terhadap Perubahan Iklim di Toraja**

PENYUSUN: Kaimuddin
Tandu Ramba
Amir Yassi
Sylvia Sjam
Hari Iswoyo
Rahmansyah Dermawan

Editor: Ifayanti Ridwan

*Kerjasama antara **FAKULTAS PERTANIAN UNIVERSITAS
HASANUDDIN** dengan **MOTIVATOR PEMBANGUNAN
MASYARAKAT (MPM) SANGALLA' TANA TORAJA***

Penerbit: Ficus Press
Departemen Budidaya Pertanian
Fakultas Pertanian
Universitas Hasanuddin
Jalan Perintis Kemerdekaan Km. 10
Makassar 90245
E-mail: ficuspress.unhas@gmail.com

Cetakan Pertama November 2021
xxi + 199; 176 x 250 mm
ISBN: 978-623-98388-0-5

© Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
Isi di luar tanggung jawab penerbit

Toraja Dalam Perubahan Iklim
Kajian Teknologi Budidaya Pertanian Aplikatif
Berbasis Organik oleh Petani Kecil untuk
Beradaptasi Terhadap Perubahan Iklim di Toraja

Sanksi Pelanggaran Hak Cipta

Undang-Undang Republik Indonesia No. 19 Tahun 2002 tentang Hak Cipta

Lingkup Hak Cipta

Pasal 2:

1. Hak Cipta merupakan hak eksklusif bagi pencipta dan pemegang Hak Cipta untuk mengumumkan atau memperbanyak ciptaannya, yang timbul secara otomatis setelah suatu ciptaan dilahirkan tanpa mengurangi pembatasan menurut peraturan perundang-undangan yang berlaku.

Ketentuan Pidana

Pasal 72:

1. Barang siapa dengan sengaja atau tanpa hak melakukan perbuatan sebagaimana dimaksud dalam pasal 2 ayat (1) atau pasal 49 ayat (1) dan (2) dipidana dengan pidana penjara masing-masing paling singkat 1 (satu) bulan dan/atau denda paling sedikit Rp1.000.000,00 (satu juta rupiah), atau pidana penjara paling lama 7 (tujuh) tahun dan/atau denda paling banyak Rp5.000.000.000,00 (lima milyar rupiah).
2. Barang siapa dengan sengaja menyiarkan, memamerkan, mengedarkan, atau menjual kepada umum suatu ciptaan atau barang hasil pelanggaran Hak Cipta atau Hak Terkait sebagaimana dimaksud dalam ayat (1) dipidana dengan pidana penjara paling lama 5 (lima) tahun dan/atau denda paling banyak Rp500.000.000,00 (lima ratus juta rupiah).

KATA PENGANTAR

Puji syukur kita panjatkan kehadirat Tuhan Yang Maha Esa atas berkat Rahmat-Nya, sehingga buku tentang pertanian organik dan perubahan iklim ini dapat ditulis. Buku ini berisi tentang pemaparan fenomena perubahan iklim yang terjadi di Indonesia dan terkhusus di Propinsi Sulawesi Selatan dengan lokasi kasus yang menjadi focus adalah Kabupaten Tana Toraja dan Toraja Utara.

Selain pemaparan tentang perubahan iklim yang dilengkapi dengan data-data spesifik lokasi, buku ini juga berisi tentang aktifitas yang merupakan upaya untuk beradaptasi dengan dampak perubahan iklim dalam bidang pertanian. Fokus kegiatan yang dilakukan adalah intensifikasi pertanian organik di kedua Kabupaten yang menjadi lokasi spesifik kegiatan penelitian dan kajian perubahan iklim dalam buku ini.

Selain kegiatan berupa aplikasi dalam bentuk penelitian yang dilakukan langsung oleh petani, buku ini juga memaparkan aktifitas peningkatan kapasitas petani dalam kegiatan-kegiatan yang mendukung penerapan pertanian organik

Buku ini sangat penting mengingat sebahagian besar masyarakat petani telah merasakan dampak perubahan

iklim dan petani merupakan pihak yang paling rentan untuk menerima efek negatif melalui penurunan produktivitas pada lahan pertanian mereka yang disebabkan oleh faktor-faktor seperti ketidakteraturan curah hujan, peningkatan suhu yang berpengaruh terhadap intensitas serangan OPT, dan sebagainya. Sehingga kehadiran buku ini diharapkan dapat menjadi rujukan informasi dalam upaya adaptasi dan resiliensi terhadap dampak perubahan iklim.

Hasil kajian yang dipaparkan dalam buku ini juga dapat menjadi bagian referensi yang digunakan pemerintah dalam menetapkan kebijakan pembangunan khususnya disektor pertanian, baik bagi Pemerintah Daerah di lokasi studi maupun di daerah lain yang mungkin menghadapi permasalahan serupa terkait perubahan iklim.

Penghargaan yang sebesar-besarnya diberikan kepada Motivator Pembangunan Masyarakat (MPM), Universitas Hasanuddin, (BFdW), Diakonie Katastrophenhilfe (DKH) dan seluruh pihak yang terlibat dalam rangkaian kegiatan pendampingan, penelitian hingga kepada penulisan buku ini.

Rantepao, Oktober 2019

Tim Penulis,

KATA PENGANTAR

Dokumen Climate Resilient Agriculture Investigation and Innovation Project (**CRAIIP**) di Kabupaten Tana Toraja tahun 2019 ini merupakan Kegiatan Peningkatan Ketahanan Masyarakat Petani terhadap Perubahan Iklim Melalui Peningkatan Kapasitas dan Kemampuan Petani Membudidayakan Padi Lokal Organik dan Cabai Katokkon secara Intensif

Buku ini diharapkan dapat digunakan sebagai salah satu acuan dalam upaya mitigasi dan adaptasi dampak Perubahan Iklim pada sektor pertanian di Kabupaten Tana Toraja dan Toraja Utara

Ucapan terima kasih ditujukan kepada semua pihak terkhusus kepada Motivator Pambangunan Masyarakat (MPM) yang telah memberikan kontribusi dalam penyelesaian buku ini. Kritik dan saran yang bersifat membangun sangat diharapkan untuk perbaikan buku ini.

Makassar, Oktober 2019
Ketua TIM CRAIIP PROJECT
Universitas Hasanuddin

Prof. Dr. Ir. Kaimuddin, MSi.

KATA PENGANTAR DIREKTUR MPM

Motivator Pembangunan Masyarakat (MPM) telah melakukan pendampingan kepada petani kecil lebih dari 30 tahun di Toraja Propinsi Sulawesi Selatan dan di Mamuju Propinsi Sulawesi Barat dalam bidang Pembangunan Masyarakat dengan fokus Perdamaian dan Pertanian Organik.

Seiring dengan berjalannya waktu dengan melihat berbagai tantangan yang dihadapi oleh masyarakat kelompok dampingan, terutama petani kecil, sejak tahun 2009 MPM memulai sebuah program yang disebut "Lighthouse Project (LHP)" dalam kerjasama dengan Brot für die Welt (BfdW) dan Diakonie Katastrophenhilfe (DKH). Kedua lembaga ini merupakan lembaga Internasional yang berpusat di Jerman. Tujuan utama dari LHP adalah untuk meningkatkan kapasitas masyarakat yang rentan terhadap perubahan iklim agar mereka mampu melakukan aksi-aksi Adaptasi dan Mitigasi terhadap perubahan iklim yang memberikan dampak negatif bagi masyarakat pada umumnya dan kelompok sasaran pada khususnya.

Dalam implementasi LHP, MPM melihat sebuah peluang agar petani dalam usaha taninya mampu mengatasi persoalannya sendiri yaitu petani didampingi oleh

Universitas untuk melakukan penelitian sesuai dengan kaidah ilmiah sehingga hasil-hasil penelitian mereka bisa dijadikan rujukan kepada petani lain di berbagai belahan dunia. Ide ini diimplementasikan dalam sebuah proyek yang dinamakan "Climate Resilient Agriculture Investigation and Innovation Project (**CRAIP**)" dengan pendampingan dari Universitas Hasanuddin, Makassar.

Berbagai praktek-praktek terbaik dan pembelajaran dalam pelaksanaan **CRAIP** dirasa penting untuk diperkenalkan kepada petani lain atau kepada pemangku kepentingan lainnya dalam bentuk buku yang menarik dengan bahasa yang sederhana sehingga mudah dipahami oleh berbagai kalangan.

Motivator Pembangunan Masyarakat menyambut baik penerbitan buku "Perubahan Iklim dan Pertanian Organik" yang berisi Kajian teknologi budidaya pertanian aplikatif petani di Toraja dalam beradaptasi dengan perubahan iklim.

Terima kasih kepada Petani di Lembang Buatarrung, Batusura, To'pao, Buntutatu, dan Tallang Sura', yang telah memberikan waktunya untuk belajar bersama dalam *Climate Resilient Agriculture Investigation and Innovation Project*. Terima kasih kepada Fakultas Pertanian, Universitas Hasanuddin, Makassar, BfdW, DKH, dan berbagai pihak yang memungkinkan terbitnya

buku ini. "Tak seorang pun tahu segala sesuatu tetapi semua orang tahu sesuatu". Buku ini tidaklah sempurna sehingga masukan dan saran dari berbagai pihak akan sangat berguna untuk penyempurnaan buku ini.

Kondoran, 28 Juni 2021

Direktur Motivator

Pembangunan Masyarakat

Ruth Tandi Ramba

DAFTAR ISI

DAFTAR ISIxi
DAFTAR TABELxiii
DAFTAR GAMBAR.....	.xiv
BAB I OVERVIEW PERUBAHAN IKLIM	
A. Fenomena Global Perubahan Iklim	1
B. Perubahan Iklim di Indonesia dan Sulawesi Selatan	5
C. Dinamika Faktor faktor Iklim dan Cuaca di Toraja	25
BAB II TORAJA: POTENSI, ANCAMAN DAN DAMPAK TERKAIT PERUBAHAN IKLIM	
A. Kejadian Bencana terkait Iklim di Toraja	37
B. Perubahan Iklim dan Pertanian.....	38
C. Analisis Risiko Bencana terkait Perubahan Iklim	43
BAB III PERTANIAN ORGANIK	
A. Sekilas tentang Pertanian Organik di Indonesia	51
B. Mengapa Pertanian Organik?.....	53
C. Komponen Pertanian Organik	56
1. Pupuk Organik	56
1.1. Kompos	56
1.2. Pupuk Organik Cair.....	69
2. Pestisida Nabati	81
D. Dampak Pemberian Bahan Organik terhadap Kesuburan tanah di Toraja	99
BAB IV BUDIDAYA TANAMAN ORGANIK (Padi Organik)	
A. Pengenalan Agroekosistem Tanaman Padi Sawah	109
B. Varietas Unggul Padi	110
C. Teknologi Budidaya Tanaman Padi Organik	113

BAB V BUDIDAYA TANAMAN ORGANIK (Cabai Organik)	
A. Budidaya Tanaman Hortikultura Organik di Toraja	167
B. Eksperimen Budidaya Cabaik Organik di Toraja .	167
C. Pertanaman Cabai Organik	168
BAB VI PEMBELAJARAN DARI KEGIATAN PERTANIAN ORGANIK DI TORAJA	
A. Pembelajaran Umum (General Lessons)	183
B. Pembelajaran Khusus (Specific Lessons)	184
C. Pembelajaran dari Budidaya Padi Organik	185
D. Pembelajaran dari Budidaya Cabai Organik	186
E. Rekomendasi	187

DAFTAR TABEL

Nomor	Teks	Halaman
Tabel 1.1.	Statistik dan tipe Hujan Kabupaten Toraja	26
Tabel 1.2.	Indeks Kerentanan Kumulatif daerah (IKKD) Kabupaten Tana Toraja	29
Tabel 1.3.	Nilai Indikator Kapasitas Kumulatif Daerah (IKaKD).....	30
Tabel 1.4.	Proyeksi Iklim	32
Tabel 2.1.	Indeks bencana kekeringan yang dideduksi dari rataan luas tambah kekeringan tahun 2005-2010 sebagai baseline (RLTK, ha) tanaman pangan di Provinsi Sulawesi Selatan.....	43
Tabel 2.2.	Indeks risiko bencana longsor yang dideduksi dari fraksi luas wilayah dengan kelerengan lebih besar dari 40% Kabupaten Tana Toraja.....	44
Tabel 2.3.	Indeks bencana banjir yang dideduksi dari rataan luas tambah banjir tahun 2005 – 2010 sebagai baseline (RLTB, ha) tanaman pangan Kabupaten Tana Toraja.....	45
Tabel 2.4.	Penentuan tingkat resiko iklim	45
Tabel 2.5.	Matrik Risiko Iklim per Kabupaten di Provinsi Sulawesi Selatan.....	45
Tabel 3.1.	Rasio C/N dan kadar air beberapa jenis bahan ...	67
Tabel 3.2.	Kandungan unsur hara beberapa kotoran ternak	68
Tabel 3.3.	Jenis mikroba lokal yang diperoleh dari lokasi penelitian di Toraja	77
Tabel 3.4.	Daftar bahan tanaman sebagai bahan pestisida nabati yang terdapat di Toraja	83
Tabel 3.5.	Hasil analisis tanah setelah penelitian di tiga lokasi binaan di Toraja	103
Tabel 4.1.	Peranan dan Bentuk Penyerapan Unsur Hara...	133

DAFTAR GAMBAR

Nomor	Teks	Halaman
Gambar 1.1.	Rata-rata tinggi hujan bulan DJF untuk periode (A) 1931-1960 dan (B) 1961-1900.....	8
Gambar 1.2.	Rata-rata tinggi hujan bulan JJA untuk periode (A) 1931-1960 dan (B) 1961-1900.....	9
Gambar 1.3.	Perubahan temperatur di Indonesia untuk tahun 1950 – 2100	11
Gambar 1.4.	Peta pembagian tipe curah hujan berbasis perhitungan polygon Thiessen berdasarkan hasil analisis cluster	13
Gambar 1.5.	Pola curah hujan klimatologi pada masing-masing cluster curah hujan	14
Gambar 1.6.	Tren total curah hujan tahunan di lima stasiun pengamatan di daerah Provinsi Sulawesi Selatan.....	15
Gambar 1.7.	Tren suhu rata-rata tahunan di lima stasiun pengamatan cuaca di daerah Provinsi Sulawesi Selatan	16
Gambar 1.8.	Pengaruh ENSO terhadap keragaman curah hujan.....	17
Gambar 1.9.	Rasio antara anomali CH akibat penyimpangan anomali SPL sebesar 1 °C di wilayah Nino-3.4 terhadap curah hujan rata-rata bulanan di daerah Provinsi Sulawesi Selatan	19
Gambar 1.10	Grafik time series DMI dengan anomali curah hujan (terstandarisasi) pada enam cluster wilayah curah hujan di Sulawesi Selatan	21
Gambar 1.11.	Curah hujan harian maksimum tahunan dari lima stasiun pengamatan cuaca di daerah Provinsi Sulawesi Selatan	22
Gambar 1.12.	Pola hujan Kabupaten Toraja	27

Gambar 1.13.	Tren historis suhu maksimum/minimum/rata-rata harian dan rata-rata bulannya untuk stasiun di Pongtiku dari tahun 1998-2018	32
Gambar 1.14.	Tren historis curah hujan untuk BMKG Pongtiku dari tahun 1998-2018	32
Gambar 1.15	Proyeksi perubahan suhu maksimum harian untuk skenario RCP2.6 dan RCP8.5 di BMKG Pongtiku.....	33
Gambar 2.1.	Sebaran Curah Hujan dari Pengamatan Stasiun Pongtiku Toraja	39
Gambar 2.2.	Rata-rata lama penyinaran bulanan tahun 1998-2006 dan 2007-2016.....	40
Gambar 2.3.	Sebaran suhu udara maksimum (A) dan minimum (B) tahun 1998-2005 dan 2007-2016	41
Gambar 2.4.	Rata-rata kelembaban dekade tahun 1998-2006 dan tahun 2007-2016	42
Gambar 3.1.	Rumah kompos di Desa Bua Tarrung (kiri) dan Desa Buntu Datu (kanan)	58
Gambar 3.2.	Composting site sederhana sementara di desa Tallang Sura' pada saat rumah kompos sedang dalam pembangunan	59
Gambar 3.3.	Ki pahit (<i>Tithonia diversifolia</i>)	
Gambar 3.4.	Tumbuhan ki pahit/paitan (<i>Tithonia diversifolia</i>) sebagai bahan pembuatan kompos oleh petani di Toraja.....	59
Gambar 3.5.	Pengumpulan bahan pembuatan kompos berupa hijauan dan kotoran ternak	60
Gambar 3.6.	Penimbangan dan penakaran bahan yang akan digunakan untuk pembuatan kompos. ...	61
Gambar 3.7.	Teknik pengomposan sederhana ala petani yang telah dilakukan oleh petani di Toraja	68
Gambar 3.8.	Bahan-bahan yang dipergunakan oleh petani di Toraja dalam pembuatan Pupuk Organik Cair (POC).....	70

Gambar 3.9.	Hasil analisis kandungan nutrisi kompos dan POC dari 3 lokasi penelitian	100
Gambar 3.10.	Hasil analisis tanah sebelum penelitian di lokasi penanaman cabai di Desa Tallang Sura.....	101
Gambar 3.11.	Hasil analisis tanah sebelum penelitian di lokasi penanaman cabai di Desa Buntu Datu	105
Gambar 3.12.	Hasil analisis tanah sebelum penelitian di lokasi penanaman cabai di Desa To Pao.....	106
Gambar 4.1.	Sebaran pola hujan tahun 2007-2016 dari Stasiun Pontiku Kab. Tana Toraja.....	109
Gambar 4.2.	Kondisi Lahan Sawah Tadah Hujan yang Berbukit	110
Gambar 4.3.	Hambur Kompos dan Pembuatan Pematang.	114
Gambar 4.4.	Perbaikan Pematang Dan Pembuatan Petak Percobaan.....	114
Gambar 4.5.	Pembajakan Sawah dengan Alsintan atau Ternak	115
Gambar 4.6.	Pembusukan Sisa Limbah Tanaman Bahan Organik.....	115
Gambar 4.7.	Pembusukan Sisa Limbah Tanaman Sumber Bahan Organik	116
Gambar 4.8.	Indikator Perendaman Benih Menggunakan Telur Dalam Larutan Garam.....	119
Gambar 4.9.	Benih Tenggelam Siap Dihambur, Benih Yang Mengapung Dibuang.....	120
Gambar 4.10.	Hambur Benih dan Bibit Siap Dipindahkan.....	120
Gambar 4.11.	Komposisi Media Semai Tanah, Kompos dan Abu.....	121
Gambar 4.12.	Media Tanam dan Benih yang Telah Tumbuh	121
Gambar 4.13.	Sistim Tanam Pindah dan Legowo 2:1	123
Gambar 4.14.	Cara Tanam Tegel.....	123
Gambar 4.15.	Pengukuran Kebutuhan Air dengan Lisimeter.	129
Gambar 4.16.	Pembuatan Alat Ukur Air Untuk Pengelolaan Air Basah-Kering (AWD).....	130

Gambar 4.17. Jenis-jenis Hara Esensial yang Terdapat di Alam.....	132
Gambar 4.18. Proses Pembuatan Kompos dan Hambur Dilahan Sawah	138
Gambar 4.19. Proses Pembuatan Pupuk Organik Cair (POC) dan Pestisida Nabati (Pesnab).	141
Gambar 4.20. Pupuk Hijau Azolla dan Tictonia.....	142
Gambar 4.21. Metode Pengendalian Walang Sangit dengan Menggunakan Umpan Keong yang Busuk	147
Gambar 4.22. TBS (<i>Trap Barrier System</i>) dan LTBS (<i>Linier Trap Barrier System</i>).....	148
Gambar 4.23. Kegiatan Pengamatan Ciri Tanaman Padi siap Panen.....	151
Gambar 4.24. Kegiatan Pembelajaran Kelompok Tani Cara Panen dengan Menggunakan Ani-Ani dan Sabit.....	152
Gambar 4.25. Grafik Keadaan Produksi pada Musim Tanam Pertama Pada Tiga Varietas Padi (Inpago, Pare Ambo dan Barri Rarang)	152
Gambar 4.26. Kegiatan pemberdayaan dengan melakukan kegiatan FGD	159
Gambar 4.27. Kegiatan Sosialisasi Program pada Dua Kelompok Tani.....	160
Gambar 5.1. Tahap-tahap Pengambilan Biji Cabai Katokkon untuk Benih Penanaman Selanjutnya.....	169
Gambar 5.2. Perendaman Benih dengan Larutan Perasan Bawang Merah Selama 1 Malam.....	170
Gambar 5.3. Petani Melakukan Penyemaian Benih Di Rumah Persemaian dan Di Wadah Talang	171
Gambar 5.4. Petani Membuat Kokeran dari Daun Pisang dan Mengisi Media Tanam ke dalam Kokeran	171
Gambar 5.5. Pertumbuhan Bibit dalam Kokeran	172
Gambar 5.6. Pemangkasan Pucuk Akan Memperkokoh dan Memperkuat Pertumbuhan Bibit	172
Gambar 5.7. Pengolahan Lahan Menggunakan Cangkul ...	173
Gambar 5.8. Proses Pembentukan Bedengan	173

Gambar 5.9. Pemasangan Mulsa	174
Gambar 5.10. Pembuatan Lubang Tanam	174
Gambar 5.11. Seleksi Bibit yang Berkualitas.....	175
Gambar 5.12. Proses Penanaman Bibit	175
Gambar 5.13. Pemadatan Tanah di Sekitar Batang Bibit Agar Tidak Mudah Roboh.....	176
Gambar 5.14. Penyiraman Teratur Untuk Menjaga Tanaman Tetap Sehat.....	176
Gambar 5.15. POC yang Siap Diaplikasikan ke Tanaman Cabai	177
Gambar 5.16. Pemasangan yellow trap (atas) dan Penyemprotan pesnab untuk pengendalian hama dan penyakit secara organik (bawah) ..	178
Gambar 5.17. Tanaman Kokoh dan Berbuah Lebat Pertanda Tanaman Sehat dan Terpenuhi nutrisinya.....	179
Gambar 5.18. Buah Cabai Berubah Warna Menjadi Orange atau Kemerahan Pertanda Siap Panen.....	180
Gambar 5.19. Cabai Katokkon yang Siap dan Telah Dipanen	180
Gambar 5.20. Petani Melakukan Penimbangan Sebelum Dijual Ke Pasar	181

DAFTAR TABEL

Nomor	Teks	Halaman
Tabel 1.1.	Statistik dan tipe Hujan Kabupaten Toraja	26
Tabel 1.2.	Indeks Kerentanan Kumulatif daerah (IKKD) Kabupaten Tana Toraja	29
Tabel 1.3.	Nilai Indikator Kapasitas Kumulatif Daerah (IKaKD).....	30
Tabel 1.4.	Proyeksi Iklim	32
Tabel 2.1.	Indeks bencana kekeringan yang dideduksi dari rataan luas tambah kekeringan tahun 2005-2010 sebagai baseline (RLTK, ha) tanaman pangan di Provinsi Sulawesi Selatan.....	43
Tabel 2.2.	Indeks risiko bencana longsor yang dideduksi dari fraksi luas wilayah dengan keterenggan lebih besar dari 40% Kabupaten Tana Toraja.....	44
Tabel 2.3.	Indeks bencana banjir yang dideduksi dari rataan luas tambah banjir tahun 2005 – 2010 sebagai baseline (RLTB, ha) tanaman pangan Kabupaten Tana Toraja.....	45
Tabel 2.4.	Penentuan tingkat resiko iklim	45
Tabel 2.5.	Matrik Risiko Iklim per Kabupaten di Provinsi Sulawesi Selatan.....	45
Tabel 3.1.	Rasio C/N dan kadar air beberapa jenis bahan ...	67
Tabel 3.2.	Kandungan unsur hara beberapa kotoran temak	68
Tabel 3.3.	Jenis mikroba lokal yang diperoleh dari lokasi penelitian di Toraja	77
Tabel 3.4.	Daftar bahan tanaman sebagai bahan pestisida nabati yang terdapat di Toraja	83
Tabel 3.5.	Hasil analisis tanah setelah penelitian di tiga lokasi binaan di Toraja	103
Tabel 4.1.	Peranan dan Bentuk Penyerapan Unsur Hara...	133

DAFTAR GAMBAR

Nomor	Teks	Halaman
Gambar 1.1.	Rata-rata tinggi hujan bulan DJF untuk periode (A) 1931-1960 dan (B) 1961-1900.....	8
Gambar 1.2.	Rata-rata tinggi hujan bulan JJA untuk periode (A) 1931-1960 dan (B) 1961-1900.....	9
Gambar 1.3.	Perubahan temperatur di Indonesia untuk tahun 1950 – 2100	11
Gambar 1.4.	Peta pembagian tipe curah hujan berbasis perhitungan polygon Thiessen berdasarkan hasil analisis cluster	13
Gambar 1.5.	Pola curah hujan klimatologi pada masing-masing cluster curah hujan.....	14
Gambar 1.6.	Tren total curah hujan tahunan di lima stasiun pengamatan di daerah Provinsi Sulawesi Selatan.....	15
Gambar 1.7.	Tren suhu rata-rata tahunan di lima stasiun pengamatan cuaca di daerah Provinsi Sulawesi Selatan	16
Gambar 1.8.	Pengaruh ENSO terhadap keragaman curah hujan.....	17
Gambar 1.9.	Rasio antara anomali CH akibat penyimpangan anomali SPL sebesar 1 °C di wilayah Nino-3.4 terhadap curah hujan rata-rata bulanan di daerah Provinsi Sulawesi Selatan	19
Gambar 1.10	Grafik time series DMI dengan anomali curah hujan (terstandarisasi) pada enam cluster wilayah curah hujan di Sulawesi Selatan	21
Gambar 1.11.	Curah hujan harian maksimum tahunan dari lima stasiun pengamatan cuaca di daerah Provinsi Sulawesi Selatan	22
Gambar 1.12.	Pola hujan Kabupaten Toraja	27

Gambar 1.13.	Tren historis suhu maksimum/minimum/rata-rata harian dan rata-rata bulannya untuk stasiun di Pongtiku dari tahun 1998-2018	32
Gambar 1.14.	Tren historis curah hujan untuk BMKG Pongtiku dari tahun 1998-2018.....	32
Gambar 1.15	Proyeksi perubahan suhu maksimum harian untuk skenario RCP2.6 dan RCP8.5 di BMKG Pongtiku.....	33
Gambar 2.1.	Sebaran Curah Hujan dari Pengamatan Stasiun Pongtiku Toraja	39
Gambar 2.2.	Rata-rata lama penyinaran bulanan tahun 1998-2006 dan 2007-2016.....	40
Gambar 2.3.	Sebaran suhu udara maksimum (A) dan minimum (B) tahun 1998-2005 dan 2007-2016	41
Gambar 2.4.	Rata-rata kelembaban dekade tahun 1998-2006 dan tahun 2007-2016.....	42
Gambar 3.1.	Rumah kompos di Desa Bua Tarrung (kiri) dan Desa Buntu Datu (kanan)	58
Gambar 3.2.	Composting site sederhana sementara di desa Tailang Sura' pada saat rumah kompos sedang dalam pembangunan	59
Gambar 3.3.	Ki pahit (<i>Tithonia diversifolia</i>).....	
Gambar 3.4.	Tumbuhan ki pahit/paitan (<i>Tithonia diversifolia</i>) sebagai bahan pembuatan kompos oleh petani di Toraja.....	59
Gambar 3.5.	Pengumpulan bahan pembuatan kompos berupa hijauan dan kotoran ternak	60
Gambar 3.6.	Penimbangan dan penakaran bahan yang akan digunakan untuk pembuatan kompos....	61
Gambar 3.7.	Teknik pengomposan sederhana ala petani yang telah dilakukan oleh petani di Toraja	68
Gambar 3.8.	Bahan-bahan yang dipergunakan oleh petani di Toraja dalam pembuatan Pupuk Organik Cair (POC).....	70

Gambar 3.9.	Hasil analisis kandungan nutrisi kompos dan POC dari 3 lokasi penelitian	100
Gambar 3.10.	Hasil analisis tanah sebelum penelitian di lokasi penanaman cabai di Desa Tallang Sura.....	101
Gambar 3.11.	Hasil analisis tanah sebelum penelitian di lokasi penanaman cabai di Desa Buntu Datu	105
Gambar 3.12.	Hasil analisis tanah sebelum penelitian di lokasi penanaman cabai di Desa To Pao.....	106
Gambar 4.1.	Sebaran pola hujan tahun 2007-2016 dari Stasiun Pontiku Kab. Tana Toraja	109
Gambar 4.2.	Kondisi Lahan Sawah Tadah Hujan yang Berbukit	110
Gambar 4.3.	Hambur Kompos dan Pembuatan Pematang.	114
Gambar 4.4.	Perbaikan Pematang Dan Pembuatan Petak Percobaan.....	114
Gambar 4.5.	Pembajakan Sawah dengan Alsintan atau Temak	115
Gambar 4.6.	Pembusukan Sisa Limbah Tanaman Bahan Organik.....	115
Gambar 4.7.	Pembusukan Sisa Limbah Tanaman Sumber Bahan Organik	116
Gambar 4.8.	Indikator Perendaman Benih Menggunakan Telur Dalam Larutan Garam	119
Gambar 4.9.	Benih Tenggelam Siap Dihambur, Benih Yang Mengapung Dibuang.....	120
Gambar 4.10.	Hambur Benih dan Bibit Siap Dipindahkan.....	120
Gambar 4.11.	Komposisi Media Semai Tanah, Kompos dan Abu.....	121
Gambar 4.12.	Media Tanam dan Benih yang Telah Tumbuh	121
Gambar 4.13.	Sistim Tanam Pindah dan Legowo 2:1	123
Gambar 4.14.	Cara Tanam Tegel.....	123
Gambar 4.15.	Pengukuran Kebutuhan Air dengan Lisimeter.	129
Gambar 4.16.	Pembuatan Alat Ukur Air Untuk Pengelolaan Air Basah-Kering (AWD).....	130

Gambar 4.17. Jenis-jenis Hara Esensial yang Terdapat di Alam.....	132
Gambar 4.18. Proses Pembuatan Kompos dan Hambur Dilahan Sawah	138
Gambar 4.19. Proses Pembuatan Pupuk Organik Cair (POC) dan Pestisida Nabati (Pesnab).....	141
Gambar 4.20. Pupuk Hijau Azolla dan Tictonia	142
Gambar 4.21. Metode Pengendalian Walang Sangit dengan Menggunakan Umpan Keong yang Busuk	147
Gambar 4.22. TBS (<i>Trap Barrier System</i>) dan LTBS (<i>Linier Trap Barrier System</i>).....	148
Gambar 4.23. Kegiatan Pengamatan Ciri Tanaman Padi siap Panen.....	151
Gambar 4.24. Kegiatan Pembelajaran Kelompok Tani Cara Panen dengan Menggunakan Ani-Ani dan Sabit.....	152
Gambar 4.25. Grafik Keadaan Produksi pada Musim Tanam Pertama Pada Tiga Varietas Padi (Inpago, Pare Ambo dan Barri Rarang)	152
Gambar 4.26. Kegiatan pemberdayaan dengan melakukan kegiatan FGD	159
Gambar 4.27. Kegiatan Sosialisasi Program pada Dua Kelompok Tani.....	160
Gambar 5.1. Tahap-tahap Pengambilan Biji Cabai Katokkon untuk Benih Penanaman Selanjutnya.....	169
Gambar 5.2. Perendaman Benih dengan Larutan Perasan Bawang Merah Selama 1 Malam.....	170
Gambar 5.3. Petani Melakukan Penyemaian Benih Di Rumah Persemaian dan Di Wadah Talang	171
Gambar 5.4. Petani Membuat Kokeran dari Daun Pisang dan Mengisi Media Tanam ke dalam Kokeran	171
Gambar 5.5. Pertumbuhan Bibit dalam Kokeran	172
Gambar 5.6. Pemangkasan Pucuk Akan Memperkokoh dan Memperkuat Pertumbuhan Bibit	172
Gambar 5.7. Pengolahan Lahan Menggunakan Cangkul ...	173
Gambar 5.8. Proses Pembentukan Bedengan	173

Gambar 5.9. Pemasangan Mulsa	174
Gambar 5.10. Pembuatan Lubang Tanam	174
Gambar 5.11. Seleksi Bibit yang Berkualitas	175
Gambar 5.12. Proses Penanaman Bibit	175
Gambar 5.13. Pemasangan Tanah di Sekitar Batang Bibit Agar Tidak Mudah Roboh	176
Gambar 5.14. Penyiraman Teratur Untuk Menjaga Tanaman Tetap Sehat.....	176
Gambar 5.15. POC yang Siap Diaplikasikan ke Tanaman Cabai	177
Gambar 5.16. Pemasangan yellow trap (atas) dan Penyemprotan pesnab untuk pengendalian hama dan penyakit secara organik (bawah) ..	178
Gambar 5.17. Tanaman Kokoh dan Berbuah Lebat Pertanda Tanaman Sehat dan Terpenuhi Nutrisinya.....	179
Gambar 5.18. Buah Cabai Berubah Warna Menjadi Orange atau Kemerahan Pertanda Siap Panen.....	180
Gambar 5.19. Cabai Katokkon yang Siap dan Telah Dipanen	180
Gambar 5.20. Petani Melakukan Penimbangan Sebelum Dijual Ke Pasar	181

BAB I

OVERVIEW PERUBAHAN IKLIM

A. Fenomena Global Perubahan Iklim

Menurut laporan IPCC (2014) dalam *Headline Statements from the Summary for Policymakers* pada laporan IPCC WGI TSU 30 January 2014 dalam **Climate Change 2013 The Physical Science Basis** bahwa tiga dekade akhir-akhir ini lebih hangat di permukaan bumi daripada dekade sebelumnya sejak tahun 1850. Di Belahan Bumi Utara, tahun 1983–2012 kemungkinan merupakan periode 30 tahun terhangat selama 1400 tahun terakhir. Pemanasan samudera mendominasi peningkatan energi yang tersimpan dalam sistem iklim, menyumbang lebih dari 90% energi yang terakumulasi antara 1971 dan 2010. Hampir pasti bahwa laut bagian atas (0–700 m) menghangat dari tahun 1971 hingga 2010, dan kemungkinan menghangat antara tahun 1870-an sampai 1971. Selama dua dekade terakhir, lapisan es Greenland dan Antartika telah kehilangan massa, gletser terus menyusut hampir di seluruh dunia, dan es laut Kutub Utara dan salju musim semi Belahan Bumi Utara terus menurun jumlahnya. Tingkat kenaikan permukaan laut sejak pertengahan abad ke-19 telah lebih besar dari tingkat rata-rata selama dua milenium sebelumnya. Selama periode 1901 hingga 2010, permukaan laut rata-rata global naik 0,19 [0,17 ke 0,21] m. Konsentrasi karbon dioksida (CO₂), metan (CH₄), dan dinitrogen oksida (N₂O) di atmosfer telah meningkat ke tingkat yang belum pernah terjadi sebelumnya di Setidaknya 800.000 tahun terakhir. Konsentrasi CO₂ telah meningkat sebesar 40% sejak zaman pra-industri, terutama dari emisi bahan bakar fosil dan kedua emisi dari perubahan penggunaan lahan. Lautan telah menyerap sekitar 30% dari total emisi antropogenik CO₂, menyebabkan terjadinya pengasaman laut.

Pemanasan global merupakan naiknya suhu rata-rata diseluruh permukaan bumi akibat dari emisi gas rumah kaca dalam jumlah banyak yang membuat energi panas matahari terperangkap di atmosfer. Pemanasan global ini telah menimbulkan berbagai dampak seperti terganggunya hutan dan ekosistem lainnya, terjadinya kenaikan permukaan laut yang banyak memberikan kerugian untuk negara-negara kepulauan serta terjadinya

perubahan iklim yang sangat ekstrim di bumi. Gas rumah kaca merupakan gas-gas di atmosfer yang memiliki potensi untuk menghambat radiasi sinar matahari yang dipantulkan oleh bumi sehingga menyebabkan suhu di permukaan bumi menjadi hangat (Newby, 2007). Gas rumah kaca terdiri dari Karbon Dioksida (CO_2), Metana (CH_4), Dinitrogen Mono Oksida (N_2O), Hidro Fluorocarbon (HFCs), Sulfur Hexaflorida (SF_6), Perfluoro Karbon (PFCS) dan gas-gas turunan lainnya. Gas karbondioksida dan metana merupakan dua zat utama yang menyebabkan efek rumah kaca. Efek dari gas rumah kaca tersebut dinamakan dengan efek rumah kaca. Pada keadaan normal efek rumah kaca berpengaruh positif pada suhu bumi. Efek rumah kaca yang dihasilkan oleh metana (21 GWP) lebih kuat daripada karbondioksida (1 GWP). Laju emisi CH_4 ke atmosfer merupakan yang paling cepat diantara keenam gas rumah kaca. Konsentrasi CH_4 meningkat 150% dari konsentrasi sebelum jaman revolusi industri tahun 1750 (IPCC, 2001). Variabilitas dan perubahan iklim sebagai akibat pemanasan global (*Global Warming*). Perubahan iklim berdampak terhadap kenaikan frekuensi maupun intensitas kejadian cuaca ekstrim, perubahan pola hujan, serta peningkatan suhu dan permukaan air laut (Surmaini, Runtuwuu, dan Las, 2011). Untuk mempelajari iklim disuatu daerah perlu diketahui bagaimana keadaan atmosfer dan sistem iklim secara global. Sistem iklim terdiri dari lima komponen yaitu atmosfer, litosfer, hidrosfer, kriosfer dan biosfer. Indonesia secara umum dibagi menjadi 3 pola iklim utama dengan melihat pola curah hujan selama setahun (Tjasyono, 1999).

Perubahan iklim yang disebabkan oleh aktivitas manusia saat ini tidak dapat dipungkiri lagi, karena besarnya konsensus di antara para ilmuwan bahwa perubahan iklim antropogenik sedang terjadi, seperti yang dilaporkan banyak pakar iklim (Retallack dan Bunyard, 1999; van Rood, 2000; Bonan, 2002; Mann et al., 1998; Levitus et al., 2000; Bonan, 2002; Harris dan Chapman, 2001). Bonan (2002) mengemukakan bahwa pemanasan berperan penting dalam mengurangi salju dimusim semi, danau belahan bumi utara dan sungai-sungai membeku kemudian dimusim gugur dan pencairan sebelumnya dimusim semi, mencairnya Gletser Alpine, lapisan es Greenland, lapisan es, dan penyusutan es artik. Telah terjadi penurunan kisaran suhu diurnal karena peningkatan dalam suhu minimum harian (Jones et al., 1999). Perubahan iklim ini akan meningkatkan frekuensi kejadian iklim ekstrem (Bonan, 2002), menghasilkan perubahan banjir, kekeringan, dan curah hujan yang deras (Stewart dan Vemuri, 2006).

Pemanasan sistem iklim sangat jelas, dan sejak 1950-an, banyak perubahan yang diamati belum pernah terjadi sebelumnya dekade hingga ribuan tahun. Atmosfir dan lautan telah memanas, jumlah

salju dan es telah berkurang, permukaan laut telah meningkat, dan konsentrasi gas rumah kaca telah meningkat. Total gaya radiasi positif, dan telah menyebabkan penyerapan energi oleh sistem iklim. Kontribusi terbesar terhadap total pemaksaan radiatif disebabkan oleh peningkatan konsentrasi atmosfer CO₂ sejak 1750.

Memahami dan memprediksi sistem iklim dan perubahan-perubahan yang terjadi dimasa depan semakin membaik dengan pemanfaatan model iklim sejak dikeluarkannya model iklim AR4. Model-model ini telah menghasilkan luaran pola suhu permukaan skala benua yang diamati dan trennya selama beberapa dekade, termasuk pemanasan yang lebih cepat sejak pertengahan abad ke-20. Studi observasional dan model perubahan suhu, umpan balik iklim, dan perubahan anggaran energi bumi bersama-sama memberikan keyakinan akan besarnya pemanasan global dalam menanggapi aktivitas masa lalu dan masa depan. Faktor antropogenik telah terdeteksi dalam pemanasan atmosfer dan lautan, dalam perubahan siklus hidrologi global, pengurangan salju dan es, kenaikan permukaan suhu rata-rata global, dan terjadinya beberapa iklim ekstrem. Bukti ini untuk antropogenik telah berkembang sejak model AR4 dirilis. Sangat mungkin bahwa hasil pengamatan, pengaruh manusia telah menjadi penyebab dominan terjadinya pemanasan global sejak pertengahan Abad ke-20.

Memahami dan memprediksi perubahan iklim global dan regional di masa depan yaitu perubahan suhu permukaan global relatif untuk akhir Abad ke-21 kemungkinan akan melebihi 1,5 °C dari 1850 hingga 1900 untuk semua Skenario RCP kecuali RCP2.6. Kemungkinan akan melebihi 2 °C untuk RCP6.0 dan RCP8.5, dan lebih besar kemungkinannya tidak melebihi 2 °C untuk RCP4.5. Pemanasan akan berlanjut melampaui 2100 dalam semua skenario RCP kecuali RCP2.6. Perubahan dalam siklus hidrologi global dalam menanggapi pemanasan selama Abad ke-21 tidak akan seragam. Perbedaan besar dalam curah hujan antara daerah basah dan kering dan antara musim hujan dan kemarau akan meningkat, meskipun mungkin ada pengecualian secara regional. Permukaan lautan global akan terus menghangat selama abad ke-21. Panas akan menembus dari permukaan ke laut dalam dan mempengaruhi sirkulasi lautan. Sangat mungkin bahwa lapisan es laut Kutub Utara akan terus menyusut dan menipis dan lapisan salju musim semi belahan utara akan menurun selama abad ke-21 saat suhu permukaan rata-rata global naik. Volume gletser global akan semakin menurun (IPCC, 2014).

Permukaan laut rata-rata global akan terus meningkat selama abad ke-21. Di bawah semua skenario RCP, laju kenaikan

permukaan laut akan sangat mungkin melebihi yang diamati selama 1971 hingga 2010 karena peningkatan pemanasan laut dan peningkatan kehilangan massa dari gletser dan lapisan es. Perubahan iklim akan mempengaruhi proses siklus karbon dengan cara yang akan memperburuk peningkatan CO₂ di atmosfer. Penyerapan karbon lebih lanjut oleh laut akan meningkatkan pengasaman laut. Emisi kumulatif CO₂ sangat menentukan rata-rata pemanasan permukaan global pada akhir abad ke-21. Aspek perubahan iklim akan bertahan selama berabad-abad bahkan jika emisi CO₂ dihentikan perubahan iklim tetap terjadi. Ini merupakan substansial komitmen perubahan iklim multi-abad yang diciptakan oleh emisi CO₂ di masa lalu, sekarang dan masa depan (IPCC, 2014). Perubahan iklim ini akan mempengaruhi seluruh sektor kehidupan, termasuk didalamnya sektor Pertanian.

Kegiatan pertanian pada dasarnya rawan terhadap risiko dan ketidakpastian dari berbagai sifat biofisik, abiotik, iklim, lingkungan, biotik (hama, penyakit) dan ekonomi. Kebanyakan risiko-risiko ini berhubungan dengan komponen iklim dan sebagian besar dari risiko tersebut akan dipengaruhi oleh perubahan iklim, baik dalam intensitas, ruang lingkup atau frekuensi. Tujuan penulisan buku ini, bukan untuk meninjau literatur yang makin marak tentang risiko, tentang kerentanan dan tentang ketahanan. Ini adalah untuk mengartikulasikan gagasan-gagasan luas sedemikian rupa sehingga penanganan risiko dapat digunakan untuk membingkai pendekatan yang berlaku untuk masalah konkret dalam sistem pertanian dan pangan (Gitz dan Meybeck, 2012). Dampak risiko tergantung pada guncangan itu sendiri dan pada sistem yang terpapar dan kerentanannya. Sistem akan lebih atau kurang terpengaruh oleh guncangan yang sama, tergantung pada ketahanannya, yang akan pulih dengan mudah atau lebih sulit untuk beradaptasi. Perubahan iklim diharapkan untuk memodifikasi risiko, kerentanan dan kondisi yang membentuk ketahanan sistem pertanian. Perubahan iklim juga memperkenalkan ketidakpastian baru. Bisakah dengan membangun ketahanan terhadap risiko yang diketahui menjadi cara untuk membangun ketahanan terhadap risiko yang berubah dan untuk beradaptasi dengan perubahan iklim?

Bagaimana membangun strategi dan kebijakan untuk ketahanan pertanian dan sistem terkait dalam konteks perubahan iklim? Untuk mempertimbangkan pertanyaan-pertanyaan ini, pertamanya kita harus mengklarifikasi bagaimana pengertian dan keterhubungan antara risiko, kerentanan dan ketahanan sistem, bagaimana risiko, kerentanan dan ketahanan sistem bekerja untuk sistem, dan yang saling terkaitannya, dan bagaimana perspektif lingkungan (biofisik), ekonomi dan sosial dapat berinteraksi. Oleh

karena itu Gitz dan Meybeck (2012) menyatakan bahwa, perlu adanya pemahaman yang lebih baik tentang "apa artinya adaptasi" dan menuju strategi untuk membangun ketahanan dalam membuat hal-hal berikut:

1. Risiko beroperasi pada sistem dan yang pertama harus dimiliki adalah pemahaman yang baik tentang sistem untuk dipertimbangkan.
2. Risiko iklim dan perubahan bekerja di tengah-tengah semua risiko lainnya, yang disandingkan dengan risiko lain yang dapat mengubah risiko iklim tersebut.
3. Sebelum kita sampai pada "apa yang kita maksudkan dengan ketahanan", kita harus menjelaskan gagasan tentang kerentanan. Mempertimbangkan risiko karena berdampak pada sistem membuat kita mempertimbangkan kerentanan. Kami akan mencoba mendefinisikan apa yang dicakup oleh gagasan ini dan dimensinya.
4. Membangun ketahanan dimulai dengan mengurangi kerentanan: sistem lebih tangguh jika kurang rentan. Tetapi ini tidak cukup. Ketahanan menambah dua dimensi: dimensi waktu dan kebutuhan untuk menghadapi ketidakpastian. Di sinilah kapasitas adaptif sebagai kuncinya.

Akhirnya dalam buku ini, kami akan mengambil beberapa pelajaran untuk strategi membangun ketahanan dalam konteks perubahan iklim.

B. Perubahan Iklim di Indonesia dan Sulawesi Selatan

Semenjak beberapa tahun terakhir, kajian ilmiah perubahan iklim di Indonesia telah banyak dilakukan, terutama berkaitan dengan analisis dampak, resiko dan kerentanan serta berkaitan dengan kegiatan adaptasi dan mitigasi di berbagai sektor kunci. Akan tetapi, berbagai studi yang telah dilakukan masih bersifat umum dan tidak banyak dilakukan dalam skala lokal maupun sub-regional dengan didukung data iklim lokal yang baik. Padahal, dengan kondisi geografis Indonesia yang luas dan beragam, adanya pengaruh distribusi daratan di benua maritim yang luas, serta kondisi topografi yang berbeda, interaksi lautan-atmosfer-daratan menghasilkan kondisi iklim yang kompleks. Sehingga, respon iklim lokal terhadap perubahan iklim global menjadi cenderung tidak seragam antar wilayah. Oleh karena itu, dalam melakukan kajian dampak perubahan iklim dalam skala lokal atau sub-regional, perlu dilakukan analisis yang mendalam berdasarkan kumpulan data observasi yang lengkap dan baik. Sehingga

identifikasi sinyal perubahan iklim global dalam skala lokal dapat dipahami secara tepat dan dapat menjadi dasar yang akurat untuk kajian proyeksi perubahan iklim, kajian dampak, kerentanan dan adaptasi.

Di era perubahan iklim ini Pemerintah Indonesia harus berusaha keras untuk menyusun rancangan pembangunan daerah dengan tingkat emisi gas rumah kaca (GRK) yang rendah, dengan jalan mengendalikan deforestasi dan degradasi hutan. Tingkat keberhasilan dari upaya tersebut akan meningkat bila ada keterlibatan berbagai lapisan masyarakat, untuk itu tingkat pengetahuan dan ketrampilan masyarakat tentang cara menaksir emisi GRK perlu ditambah melalui pelibatan dalam pelatihan-pelatihan dan meningkatkan ketersediaan bahan ajar. Tiga macam data utama yang dibutuhkan oleh Pemerintah saat ini terutama terkait dengan: (a) Perubahan emisi GRK terkait dengan kebakaran dan alih guna lahan hutan menjadi bentuk penggunaan lahan lainnya, maka perubahan emisi GRK di masa yang akan datang bisa ditaksir; (b) Kondisi keanekaragaman hayati dan jasa lingkungan yang ada, dan (c) kondisi hidrologi Daerah Aliran Sungai (DAS).

Indonesia berada di daerah katulistiwa yang dikenal sebagai benua maritim. Karakteristik dari unsur-unsur meteorologi khususnya curah hujan di atas wilayah Indonesia sangat dipengaruhi oleh kondisi iklim monsun yakni adanya perbedaan musim basah dan musim kering yang jelas. Tingginya variabilitas iklim, pergeseran awal musim dan adanya fenomena iklim ekstrim merupakan indikator terjadinya perubahan iklim akibat pemanasan global. IPCC (2007) mendefinisikan perubahan iklim sebagai perubahan rata-rata dan atau variabilitas faktor-faktor yang berkaitan dengan iklim dan berlaku untuk satu periode yang panjang, umumnya puluhan tahun atau lebih. Perubahan iklim secara statistik didefinisikan sebagai perubahan kecenderungan baik naik atau turun dari unsur – unsur iklim yang disertai keragaman harian, musiman maupun siklus yang tetap berlaku untuk satu periode yang panjang. Perubahan iklim diukur berdasarkan perubahan komponen utama iklim, yaitu suhu atau temperatur, musim (hujan dan kemarau), kelembaban dan angin. Dari variabel-variabel tersebut variabel yang paling banyak dikemukakan adalah suhu dan curah hujan (BMKG, 2011). Keragaman iklim dapat diketahui melalui analisis deret waktu. Analisis ini memberikan informasi tentang adanya pola kecenderungan (*trend*), siklus atau fluktuasi disekitar nilai rata-rata jangka panjang. Analisis keragaman iklim dengan metode analisis deret waktu pada data curah hujan telah banyak dilakukan; seperti keragaman curah hujan jangka panjang di Ethiopia (Mahdi dan Suerborn, 2002) yang menunjukkan kecenderungan curah hujan menurun selama abad 20. Mosmann

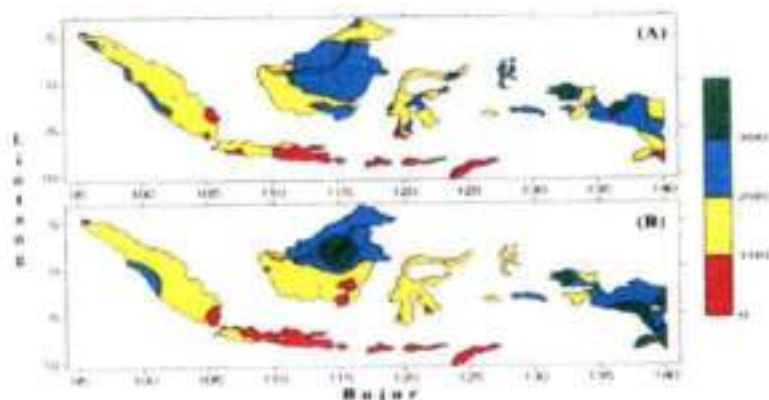
et al., (2004), menggunakan data curah hujan periode 1961-1990 untuk menganalisa kecenderungan data curah hujan di daratan Spanyol. Zhang, et al., (2007) melakukan simulasi menggunakan multiple model dengan menggunakan data curah hujan periode 1925-1999 dan menyimpulkan bahwa curah hujan per tahun di Belahan Bumi Bagian Selatan (30-0) OS cenderung meningkat sedangkan di Belahan Bumi Bagian Utara (0-30) ON cenderung menurun. Analisis deret waktu curah hujan juga telah dilakukan pada data curah hujan Indonesia antara lain: Rouw (2009) menganalisis dampak keragaman curah hujan terhadap kinerja produksi padi sawah (Studi kasus di Kabupaten Merauke, Papua), Pramudia (2007) menyusun model prediksi curah hujan dengan teknik analisis jaringan syaraf tiruan (Neural Network Analysis) di sentra produksi padi di Jawa Barat dan Banten) dan Sipayung (2004) mempelajari dampak variabilitas iklim terhadap Produksi Pangan di Sumatera. Ada banyak metode yang dapat di gunakan dalam menilai berbagai macam tipe perubahan data rentang waktu. Ada dua istilah umum yang sering dipakai untuk membedakan metode yang digunakan, yaitu *parametric test* dan *non-parametric test*. Dikatakan *parametric test* apabila didasarkan pada satu atau lebih parameter. Linear regression merupakan salah satu contoh metode *parametric test*. Secara umum, *parametric test* sangat baik digunakan ketika variabel terdistribusi secara normal (Onos dan Bayazit, 2003).

Isu tentang perubahan iklim sangat ramai dibicarakan oleh berbagai pihak baik kalangan nasional maupun internasional, Pokok permasalahannya adalah perubahan sifat iklim akan memberikan dampak besar pada berbagai sektor. Fenomena yang muncul diantaranya adanya iklim Ekstrim berupa Kekeringan, Tanah Longsor, Banjir dan sebagainya. Sektor yang paling rentan terhadap dampak perubahan sifat iklim ekstrim ini ialah sektor pertanian, khususnya ekosistem padi. Terjadinya perubahan iklim atau variasi musim telah dilansir oleh *International Panel on Climate Change* (IPCC). Perubahan iklim atau variasi musim merupakan masalah bersama dan dampaknya dirasakan manusia diberbagai belahan bumi. Adanya perubahan iklim atau variasi musim dapat dilihat antara lain melalui naiknya permukaan air laut, mencairnya tutupan es di daerah kutub, meningkatnya frekuensi kebakaran, mewabahnya hama penyakit dan munculnya banyak badai dan cuaca ekstrim (IPCC, 2007a).

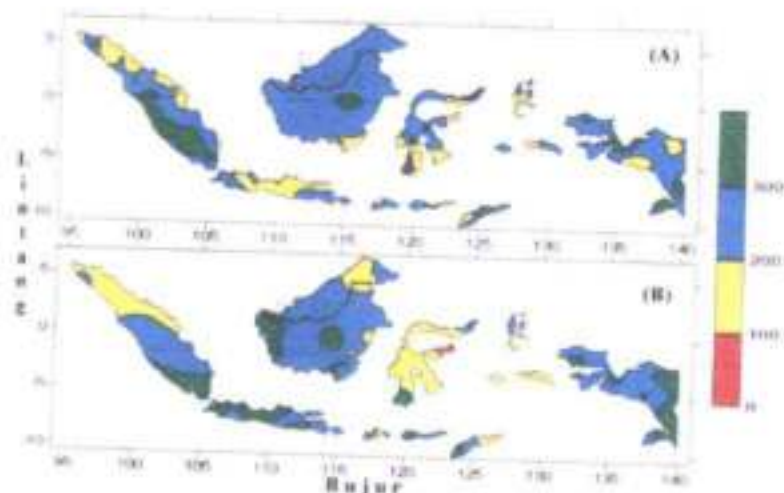
Perubahan iklim atau variasi musim terjadi karena banyaknya CO₂ di atmosfer. Keadaan ini memberikan dampak terhadap ekosistem hutan dan kehidupan manusia, terutama mereka yang berdomisili di negara berkembang, kurang mampu kondisi sosial ekonominya dan penghidupannya tergantung pada sektor pertanian. Hasil

penelitian di berbagai Negara antara lain menunjukkan adanya perubahan fenologi dan produktivitas tumbuhan, pergerakan spesies, jumlah populasi tumbuhan pohon, merebaknya serangga, dan perubahan distribusi spesies. Kondisi ini memberikan stress sosial. Dampak dari perubahan iklim atau variasi musim berbeda dari satu tempat ke tempat lain dikarenakan perbedaan tingkat kerentanan ekosistem dan masyarakat yang tinggal di wilayah tersebut. Untuk tetap bertahan hidup atau mempertahankan kelestariannya, baik tanaman, hewan maupun manusia perlu beradaptasi.

Berdasarkan data hujan bulanan historis (1931-1990) yang dibagi menjadi dua periode yaitu tahun 1931-1960 dan 1961-1990, diperoleh kecenderungan bahwa curah musim hujan di wilayah Selatan Indonesia, khususnya Lampung, Jawa, dan sebagian kawasan Indonesia Timur akan semakin basah, sebaliknya hujan musim kemarau akan semakin kering (Gambar 1.1 dan 1.2). Sebaliknya untuk Indonesia bagian Utara (Sulawesi Utara, Kalimantan Utara dan Sumatera bagian Utara, curah hujan musim hujan akan semakin berkurang sedangkan curah hujan musim kemarau akan cenderung semakin tinggi, khususnya Kalimantan bagian Utara (Gambar 1.1 dan 1.2). Berdasarkan data hujan tahunan, secara umum wilayah Selatan Indonesia, khususnya Jawa Barat cenderung semakin basah. Berdasarkan data dari dua periode tersebut, dapat dilihat bahwa di Indonesia sebenarnya sudah mengalami perubahan iklim. Adanya bukti ini dapat dijadikan sebagai landasan bagi kita semua untuk tidak lagi mengabaikan aspek perubahan iklim dalam mengelola ekosistem, khususnya ekosistem padi.



Gambar 1.1. Rata-rata tinggi hujan bulan DJF untuk periode (A) 1931-1960 dan (B) 1961-1990. Sumber: Kaimuddin (2000).



Gambar 1.2. Rata-rata tinggi hujan bulan JJA untuk periode (A) 1931-1960 dan (B) 1961-1990. Sumber: Kaimuddin (2000).

Begitu pula Aldrian dan Susanto (2003) yang telah mengklasifikasi iklim Indonesia, yang diperlihatkan pada Gambar 1.1. Wilayah A yaitu wilayah dengan curah hujan pola monsunial. Pola ini dicirikan oleh tipe curah hujan yang bersifat unimodial (satu puncak musim hujan). Dimana pada bulan Juni, Juli dan Agustus terjadi musim kering, sedangkan untuk bulan Desember, Januari dan Februari merupakan bulan basah. Enam bulan sisanya merupakan periode peralihan atau pancaroba (tiga bulan peralihan musim kemarau ke musim penghujan dan tiga bulan peralihan musim penghujan ke musim kemarau). Daerah yang didominasi oleh pola monsun ini berada di daerah Sumatra bagian Selatan, Kalimantan Tengah, dan Selatan, Jawa, Bali, Nusa Tenggara dan sebagian Papua. Wilayah B merupakan wilayah dengan curah hujan Pola Ekuatorial. Pola ekuatorial dicirikan oleh tipe curah hujan dengan bentuk bimodial (dua puncak hujan) yang biasanya terjadi sekitar bulan Maret dan Oktober atau pada saat terjadi ekuinoks. Daerahnya meliputi pulau Sumatra bagian tengah dan Utara, serta pulau Kalimantan bagian Utara. Wilayah C memperlihatkan wilayah dengan curah hujan Pola Lokal. Pola lokal dicirikan oleh bentuk pola hujan unimodial (satu puncak hujan), tetapi bentuknya berlawanan dengan tipe hujan monsun. Daerahnya hanya meliputi daerah Maluku, Sulawesi dan sebagian Papua (Gambar 1.1). Tiga wilayah iklim di Indonesia. Wilayah A (monsun) garis hitam, Wilayah B (ekuatorial) garis dan titik, dan Wilayah C (lokal) garis putus-putus. Iklim akan mengalami perubahan kalau ada proses yang mempengaruhi sistem iklim tersebut. Disatu pihak proses ini

dapat berasal dari perubahan di luar sistem yang disebut perubahan eksternal dan dilain pihak dapat bersumber dari perubahan di dalam sistem yang dinamakan perubahan internal. Perubahan eksternal dapat berupa perubahan banyaknya radiasi matahari yang sampai di bagian luar atmosfer dan perubahan konfigurasi atau perubahan distribusi daratan dan lautan pada permukaan bumi. Perubahan internal terjadi di dalam sistem iklim (Prawirowardoyo, 1996). Perubahan temperatur atmosfer menyebabkan kondisi fisik atmosfer semakin tak stabil dan menimbulkan terjadinya anomali-anomali terhadap parameter cuaca yang berlangsung lama. Dalam jangka panjang anomali-anomali parameter cuaca tersebut akan menyebabkan terjadinya perubahan iklim. Dampak-dampak yang ditimbulkan oleh perubahan iklim tersebut diantaranya adalah: (1) semakin banyaknya penyakit (Tifus, Malaria, Demam, dll.); (2) meningkatnya frekuensi bencana alam /cuaca ekstrim (tanah longsor, banjir, kekeringan, badai tropis, dll.); (3) mengancam ketersediaan air; (4) mengakibatkan pergeseran musim dan perubahan pola hujan; (5) menurunkan produktivitas pertanian; (6) peningkatan temperatur akan mengakibatkan kebakaran hutan; (7) mengancam biodiversitas dan keanekaragaman hayati; dan (8) kenaikan muka laut menyebabkan banjir permanen dan kerusakan infrastruktur di daerah pantai (Susandi, et al., 2008).

Gas Rumah Kaca (GRK) adalah istilah kolektif untuk gas-gas yang memiliki efek rumah kaca, seperti klorofluorokarbon (CFC), karbon dioksida (CO_2), metana (CH_4), nitrogen oksida (NO_x), ozon (O_3), dan uap air (H_2O). Beberapa gas tersebut memiliki efek rumah kaca lebih besar daripada gas lainnya. Sebagai contoh, metana memiliki efek 20-30 kali lebih besar dibandingkan dengan karbon dioksida, dan CFC diperkirakan memiliki efek rumah kaca 1000 kali lebih kuat dibandingkan dengan karbon dioksida (Porteous, 1992).

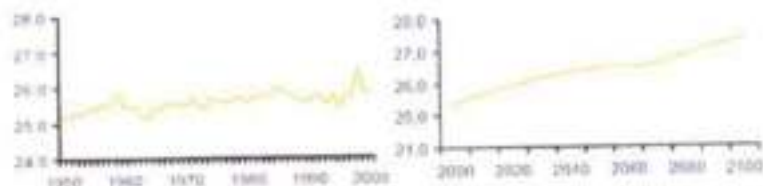
Emisi Gas Metana (CH_4) yang dilepas ke udara (atmosfer) lebih banyak berasal dari aktivitas manusia (*antropogenic*) daripada hasil dari proses alami. Termasuk pembakaran biomassa dan beberapa kegiatan yang berasal dari dekomposisi bahan organik dalam keadaan anaerob (Dany, 2000). CH_4 merupakan gas rumah kaca dengan konsentrasi terbesar kedua setelah karbondioksida. Diperkirakan tiap molekul CH_4 memiliki *radiative forcing* 21 kali lebih besar daripada CO_2 per molekul. CH_4 menyumbang 20% *radiative forcing* sehingga pengaruhnya terhadap pemanasan global cukup signifikan. *Radiative forcing* merupakan perubahan pada selisih antara energi radiasi yang masuk dan yang keluar di tropopause. *Radiative forcing* yang semakin besar akan menyebabkan suhu bumi semakin panas. Emisi CH_4 dapat berasal dari

sumber alami maupun aktivitas antropogenik. Sumber alami CH_4 antara lain lahan basah, laut, persawahan, proses fermentasi oleh bakteri dan ternak. Sedangkan CH_4 dari aktivitas antropogenik berasal dari pemakaian bahan bakar fosil, pembakaran lahan dan biomassa serta pengeboran gas alam. Aktivitas antropogenik diperkirakan menyumbang lebih kurang 60% dari emisi CH_4 ke atmosfer (Houweling et al., 2006).

Perubahan iklim adalah perubahan unsur-unsur iklim (suhu, tekanan, kelembaban, hujan, angin, dan sebagainya) terhadap kondisi normalnya. Sedangkan iklim merupakan rata-rata keadaan udara (cuaca) pada kurun waktu tertentu (harian, mingguan, bulanan, musiman dan tahunan) yang diperlihatkan dari ukuran catatan unsur-unsurnya (Ratag et al., 2004)

Perubahan unsur-unsur iklim yang terjadi sangat berpeluang mendorong terjadinya perubahan pada zona iklim. Zona iklim merupakan metode untuk memperoleh informasi yang efisien dalam bentuk yang umum dan sederhana. Menurut Tjasjono (1999) ragam iklim pada berbagai tempat di muka bumi ditentukan oleh beberapa gabungan proses atmosfer yang berbeda-beda, sehingga untuk melakukan pemetaan zona iklim perlu mengidentifikasi dan mengklasifikasikan jenis iklim terlebih dahulu.

Suhu udara di Indonesia mengalami peningkatan maksimum sebesar $0,7\text{ }^\circ\text{C}$ per tahun (Gambar 1.3), sedangkan maksimum peningkatan curah hujan sebesar 565 mm per tahun. Sebagian besar wilayah Indonesia mengalami hujan sepanjang tahun atau memiliki tipe iklim hutan hujan tropis (Af), kecuali di Indonesia bagian selatan yang relatif lebih kering atau tipe iklim muson dan iklim savana (Am dan Aw). Zonasi iklim mengalami perubahan pada periode kedua yang berbeda dengan periode pertama dan ketiga. Untuk hasil yang lebih detil secara kewilayahan, perlu dilakukan penelitian dengan cakupan wilayah yang lebih kecil (per kabupaten), sehingga pemanfaatan pembuatan zonasi iklim ini yang bertujuan untuk menunjang peningkatan sektor pertanian akan lebih akurat (tepat guna).



Gambar 1.3. Perubahan temperatur di Indonesia untuk tahun 1950 - 2100 (Susandi, 2004).

Perubahan iklim global sebagai implikasi dari pemanasan global telah mengakibatkan ketidakstabilan atmosfer di lapisan bawah terutama yang dekat dengan permukaan bumi. Pemanasan global ini disebabkan oleh meningkatnya gas-gas rumah kaca yang dominan ditimbulkan oleh industri-industri. Gas-gas rumah kaca yang meningkat ini menimbulkan efek pemantulan dan penyerapan terhadap gelombang panjang yang bersifat panas (inframerah) yang diemisikan oleh permukaan bumi kembali ke permukaan bumi. Pengamatan temperatur global sejak abad 19 menunjukkan adanya perubahan rata-rata temperatur yang menjadi indikator adanya perubahan iklim. Perubahan temperatur global ini ditunjukkan dengan naiknya rata-rata temperatur hingga 0,74 °C antara tahun 1906 hingga tahun 2005. Temperatur rata-rata global ini diproyeksikan akan terus meningkat sekitar 1,8-4,0 °C diabad sekarang ini, dan bahkan menurut kajian lain dalam IPCC diproyeksikan berkisar antara 1.1 - 6.4 °C.

Perubahan temperatur atmosfer menyebabkan kondisi fisis atmosfer kian tak stabil dan menimbulkan terjadinya anomali-anomali terhadap parameter cuaca yang berlangsung lama. Dalam jangka panjang anomali-anomali parameter cuaca tersebut akan menyebabkan terjadinya perubahan iklim. Dampak-dampak yang ditimbulkan oleh perubahan iklim tersebut diantaranya adalah :

- Semakin banyak penyakit (Tifus, Malaria, Demam, dll.)
- Meningkatnya frekuensi bencana alam/cuaca ekstrim (tanah longsor, banjir, kekeringan, badai tropis, dll.)
- Mengancam ketersediaan air
- Mengakibatkan pergeseran musim dan perubahan pola hujan
- Menurunkan produktivitas pertanian
- Peningkatan temperatur akan mengakibatkan kebakaran hutan
- Mengancam biodiversitas dan keanekaragaman hayati
- Kenaikan muka laut menyebabkan banjir permanen dan merusak infrastruktur di daerah pantai

Terdapat dua dampak yang menjadi isu utama berkenaan dengan perubahan iklim, yaitu fluktuasi curah hujan yang tinggi dan kenaikan muka laut yang menyebabkan tergenangnya air di wilayah daratan dekat pantai. Dampak lain yang diakibatkan oleh naiknya muka laut adalah erosi pantai, berkurangnya salinitas air laut, menurunnya kualitas air permukaan, dan meningkatnya resiko banjir.

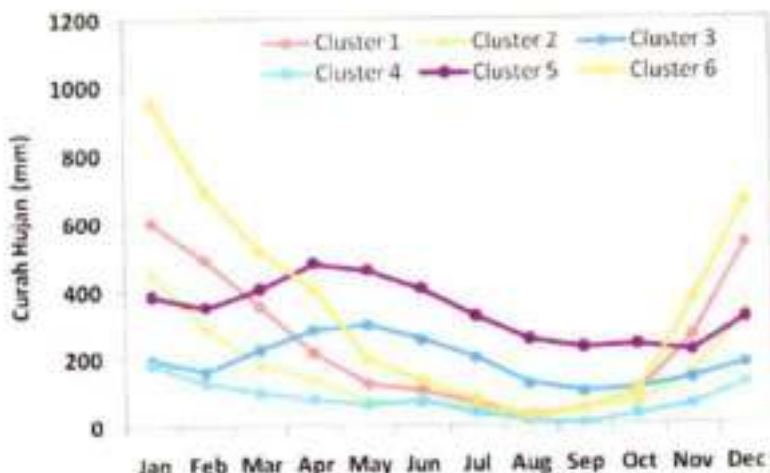
Kondisi iklim historis di wilayah Provinsi Sulawesi Selatan dianalisis dengan mempelajari keadaan klimatologis, tren perubahan, kondisi iklim ekstrim dan pengaruh faktor pengendali keragaman iklim. Identifikasi pola hujan dan analisis kondisi klimatologis dari data historis dilakukan dengan menggunakan data dari beberapa stasiun pengamatan iklim di daerah Provinsi Sulawesi Selatan. Berdasarkan kombinasi hasil analisis komponen utama (AKU) dan analisis kluster, diperoleh enam pola optimal dari curah hujan yang ada di Provinsi Sulawesi Selatan. Keenam wilayah kluster tersebut dapat dilihat pada Gambar 1.4. Gambar tersebut menunjukkan bahwa pola curah hujan lebih beragam pada wilayah selatan Provinsi Sulawesi Selatan yang ditunjukkan dari kelompok kluster yang berbeda-beda di bagian wilayah tersebut (Kluster 1-4 dan 6).



Gambar 1.4. Peta pembagian tipe curah hujan berbasis perhitungan polygon Thiessen berdasarkan hasil analisis kluster. (Sumber: Dewan nasional perubahan iklim, 2012).

Gambar 1.5 menunjukkan siklus musiman dari pola curah hujan bulanan untuk masing-masing kluster. Kluster 1, 2, 4, dan 6 memiliki pola curah hujan musonal dengan perbedaan puncak penerimaan hujan pada musim penghujan. Diantara keempat kluster dengan pola hujan musonal tersebut, wilayah Kluster 6 memiliki puncak curah hujan rata-rata bulanan tertinggi pada musim

penghujan (>900 mm), sedangkan Kluster 4 mengalami penerimaan curah hujan rata-rata bulanan yang terendah (<200 mm). Dua kluster lainnya, yaitu Kluster 1 dan 2 memiliki puncak curah hujan bulanan rata-rata berkisar antara 450-600 mm. Dari keenam kluster yang diperoleh, Kluster 3 dan 5 memiliki pola hujan yang berbeda dimana puncak hujannya bergeser, masing-masing di bulan Mei dan April. Pergeseran tersebut kemungkinan disebabkan karena perbedaan waktu pengaruh Monsun yang salah satunya disebabkan oleh letak wilayah tersebut yang semakin mendekati ekuator.

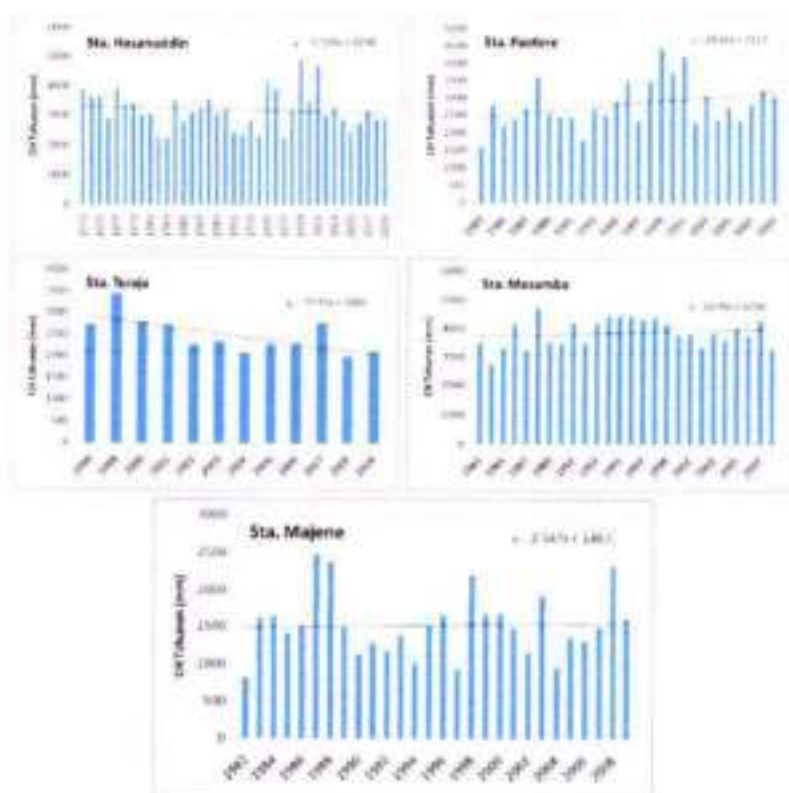


Gambar 1.5. Pola curah hujan klimatologi pada masing-masing kluster curah hujan.

Berdasarkan analisis data pada beberapa stasiun hujan (Gambar 1.6), pola hujan musonal ditemukan pada stasiun hujan yang terletak agak jauh dari ekuator di lintang selatan. Stasiun hujan yang berlokasi di sekitar bagian selatan tersebut, seperti Stasiun Hasanuddin dan Paotere, memiliki puncak musim hujan di sekitar bulan Januari sekitar 600-700 mm/bulan dan hujan terendah pada musim kemarau terjadi sekitar bulan Agustus. Selain pola hujan musonal tersebut, stasiun lain seperti Stasiun Toraja dan Masamba menunjukkan pola yang berbeda dengan puncak hujan terjadi di bulan April, dengan besar hujan rata-rata masing-masing sekitar 365 dan 470 mm. Pola ini juga hampir mirip dengan pola hujan di Stasiun Majene dengan sedikit perbedaan pada rata-rata curah hujan di puncak musim hujannya.

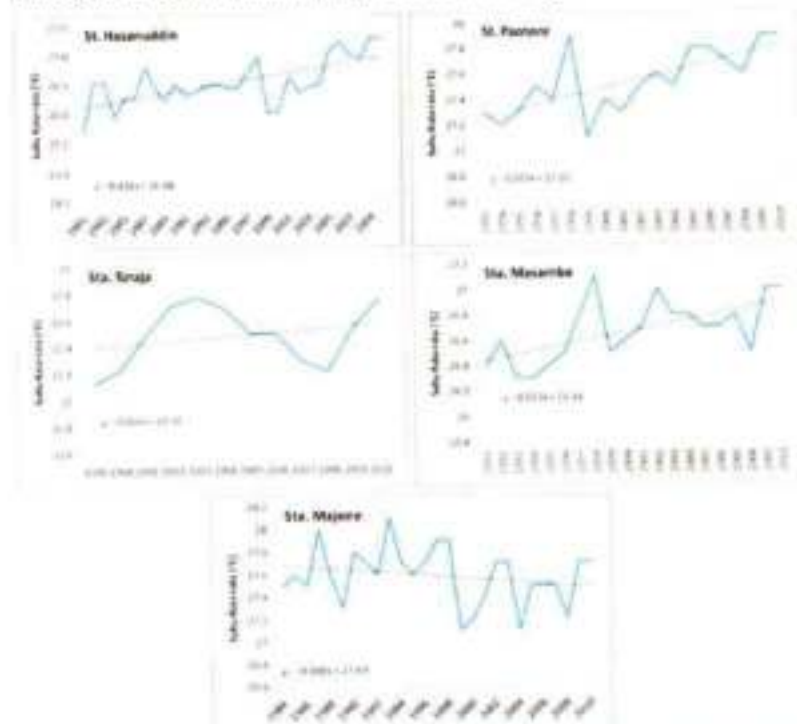
Analisis Tren Iklim

Analisis tren curah hujan tahunan di lima stasiun iklim di Sulawesi Selatan menunjukkan adanya tren peningkatan dan penurunan curah hujan di Stasiun yang berbeda (Gambar 1.6). Stasiun Paotere, Masamba dan Majene menunjukkan tren peningkatan dengan laju masing-masing sekitar 29, 11 dan 2 mm/tahun. Sedangkan Stasiun Hasanuddin dan Toraja menunjukkan laju penurunan curah hujan tahunan masing-masing sekitar 6 dan 80 mm/tahun. Perbedaan arah laju perubahan tren curah hujan tersebut menunjukkan adanya perbedaan respon terhadap perubahan iklim di Provinsi Sulawesi Selatan. Disamping terdapat tren perubahan pada curah hujan, data pada curah hujan tahunan menunjukkan adanya keragaman antar tahun yang cukup jelas dan memiliki keterkaitan yang cukup erat dengan kejadian iklim ekstrim.



Gambar 1.6. Tren total curah hujan tahunan di lima stasiun pengamatan di daerah Provinsi Sulawesi Selatan.

Analisis tren suhu dilakukan dengan menggunakan data observasi dan juga data iklim global dari CRU TS2.1. Berdasarkan data observasi di lima stasiun yang dikaji, menunjukkan adanya laju peningkatan suhu udara rata-rata di Provinsi Sulawesi Selatan dengan kisaran laju peningkatan 0,016 - 0,033 °C. Data dari lima stasiun menunjukkan konsistensi laju peningkatan suhu udara rata-rata tersebut kecuali di Stasiun Majene yang menunjukkan laju penurunan suhu yang relatif lambat, yaitu sebesar -0,008 °C/tahun (Gambar 1.7). Data iklim global menunjukkan adanya laju peningkatan suhu di Sulawesi selama periode 1981-2000 (Gambar 1.8). Khusus di Provinsi Sulawesi Selatan, laju kenaikan suhu rata-rata tahunan berkisar antara 0,01 hingga 0,016 °C/tahun, dengan laju peningkatan tertinggi terdapat di sekitar Kabupaten Luwu, Tanah Toraja dan Enrekang.



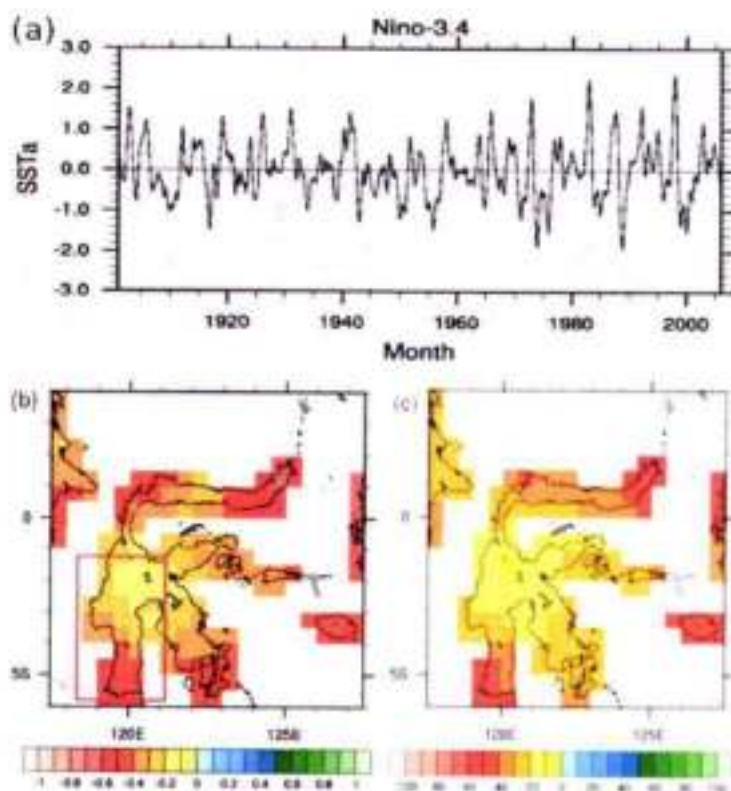
Gambar 1.7. Tren suhu rata-rata tahunan di lima stasiun pengamatan cuaca di daerah Provinsi Sulawesi Selatan.

Analisis Pengaruh Fenomena Iklim

Pengaruh El Nino-Southern Oscillation

Keragaman curah hujan di Provinsi Sulawesi Selatan dipengaruhi oleh fenomena ENSO baik El Nino maupun La Nina. Hal ini ditun-

jukkan dari hasil analisis korelasi spasial anomali curah hujan dengan indeks anomali SPL di zona Nino-3.4 yang merupakan salah satu indeks ENSO yang sering dijadikan sebagai indikator untuk mempelajari pengaruh ENSO terhadap keragaman curah hujan di Indonesia (Gambar 1.8a). Pola spasial korelasi yang bernilai negatif menunjukkan bahwa pada saat terjadi peningkatan (penurunan) anomali SPL di zona Nino-3.4 yang biasa berkaitan dengan kejadian El Nino (La Nina) berkaitan dengan meningkatnya peluang kejadian kekeringan (banjir) di Sulawesi, khususnya di Provinsi Sulawesi Selatan (Gambar 1.8b).



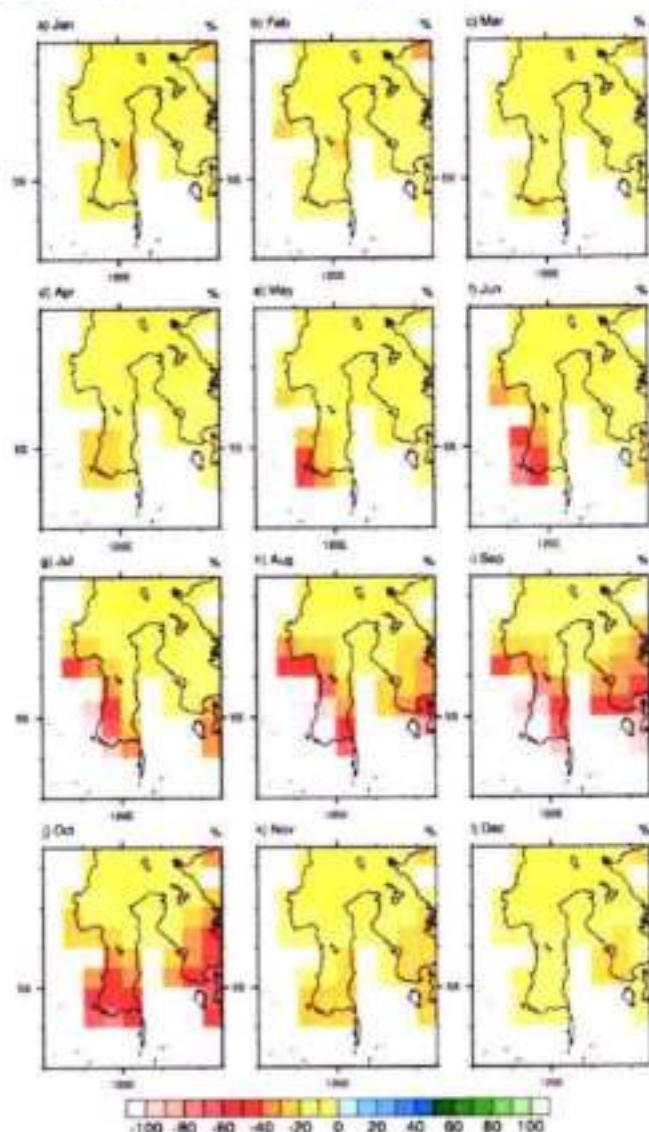
Gambar 1.8. Pengaruh ENSO terhadap keragaman curah hujan, a) indeks ENSO berdasarkan anomali suhu muka laut (SPL) di zona Nino-3.4, b) korelasi spasial antara curah hujan di Sulawesi Selatan dengan indeks ENSO di zona Nino-3.4, dan c) koefisien regresi yang menunjukkan laju penyimpangan curah hujan akibat adanya peningkatan anomali SPL setiap 1 °C.

Besarnya laju penyimpangan curah hujan akibat penyimpangan SPL di Nino-3.4 setiap 1°C dapat dilihat dari nilai koefisien regresi hubungan antara anomali SPL dengan anomali curah hujan pada Gambar 1.8c. Gambar tersebut menunjukkan bahwa wilayah selatan Gowa, Talakar, Jenoponto memiliki tingkat sensitifitas yang tinggi terhadap ENSO. Hal ini ditunjukkan dari peningkatan (penurunan) SPL sebesar 1°C di Nino-3.4 berkontribusi pada penurunan (peningkatan) anomali curah hujan sebesar 60 mm/bulan. Sementara di wilayah lain terutama di bagian utara dari Provinsi Sulawesi Selatan, pengaruh ENSO cenderung berkurang dengan rata-rata laju penyimpangan curah hujan perbulan sebesar 20 mm/ $^{\circ}\text{C}$.

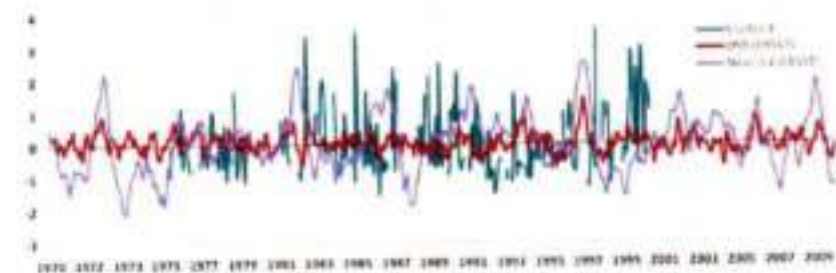
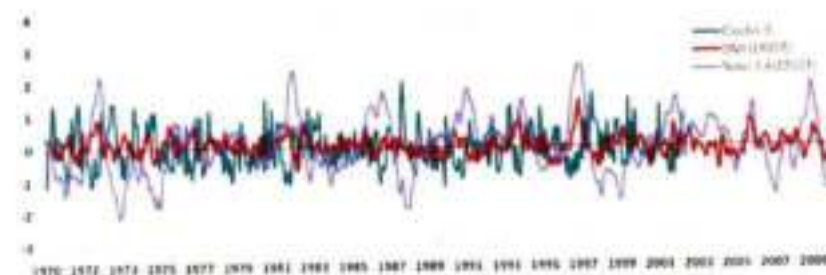
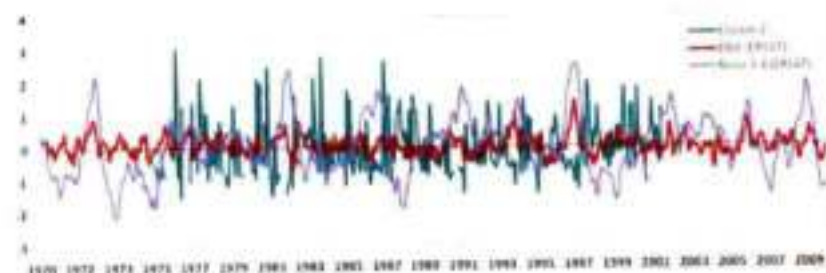
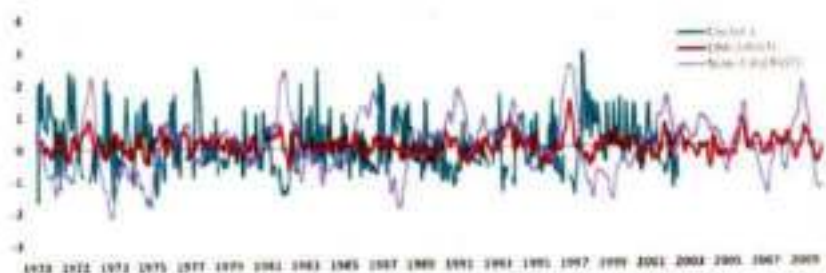
Dari koefisien regresi pada Gambar 1.8c, persentase kontribusi penyimpangan curah hujan akibat penyimpangan SPL di Nino-3.4 per 1°C terhadap kondisi rata-rata (klimatologi) curah hujan setiap bulan disajikan pada Gambar 1.9. Gambar tersebut menunjukkan bahwa pengaruh ENSO terhadap anomali curah hujan relatif merata dan berkisar 20% dari kondisi rata-rata terutama pada bulan Januari hingga Maret. Memasuki bulan April, El Nino (La Nina) berpotensi mengurangi curah hujan mencapai 40% dari kondisi rata-rata pada bulan tersebut. Kondisi ini akan terus meningkat dan mempengaruhi peningkatan persentase penyimpangan curah hujan dari nilai rata-rata mencapai lebih dari 50% pada bulan Mei, terutama di sekitar Kabupaten Talakar. Pada bulan-bulan berikutnya, yaitu selama bulan Juni hingga Oktober, potensi pengaruh ENSO semakin meluas ke berbagai kabupaten di Provinsi Sulawesi Selatan, khususnya di wilayah bagian selatan.

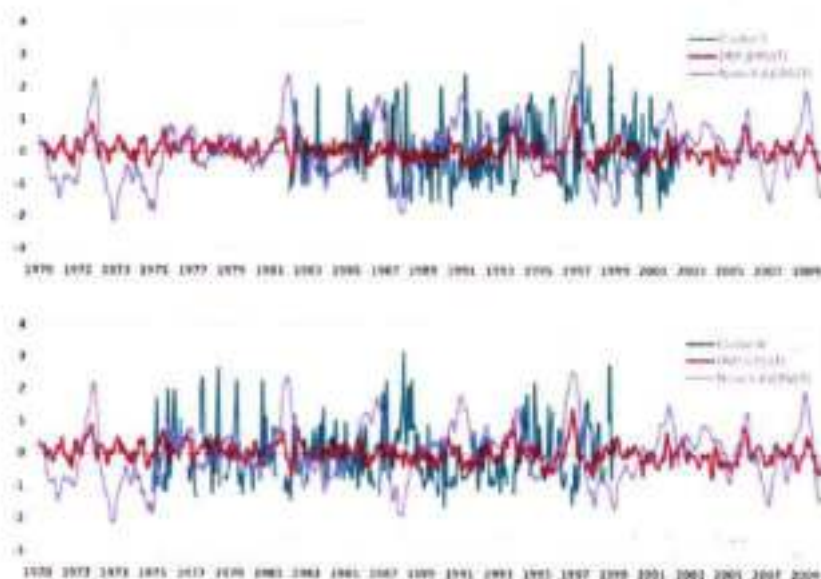
Berdasarkan analisis data time series curah hujan rata-rata per-kluster dengan time series indeks ENSO dari anomali SPL di wilayah Nino-3.4 (Gambar 1.10), ditemukan bahwa curah hujan di masing-masing kluster di Sulawesi Selatan memiliki respon berlawanan terhadap anomali SPL di Nino-3.4. Peningkatan anomali SPL di Nino-3.4 tersebut dapat menyebabkan penurunan curah hujan yang cukup drastis yang berasosiasi dengan bencana kekeringan. Hal ini sebagaimana ditunjukkan pada periode tahun 1972-73, 1982-83, 1987, 1991-92, 1993-94, 1997-98, dan 2002. Sebaliknya, menurunnya indeks ENSO di zona Nino-3.4 berasosiasi dengan meningkatnya anomali curah hujan, seperti terjadi pada tahun 1973, 1975, 1983-84, 1988 dan 1998-99. Larkin & Harrison (2002) mengungkapkan bahwa transisi kejadian El Nino ke La Nina biasanya berlangsung lebih cepat dibandingkan dari La Nina ke El Nino, dimana hampir seluruh transisi El Nino ke La Nina terjadi dalam satu tahun.

Persentase Anomali CH terhadap CH Klimatologi per 1 degC Anomali SST di Nino-3.4



Gambar 1.9. Rasio antara anomali CH akibat penyimpangan anomali SPL sebesar 1 °C di wilayah Nino-3.4 terhadap curah hujan rata-rata bulanan di daerah Provinsi Sulawesi Selatan (dalam persentase; %). Tanda negatif menunjukkan bahwa peningkatan (penurunan) anomali SPL di Nino-3.4 sebesar 1 °C akan berdampak pada penurunan (peningkatan) curah hujan di Sulawesi Selatan.





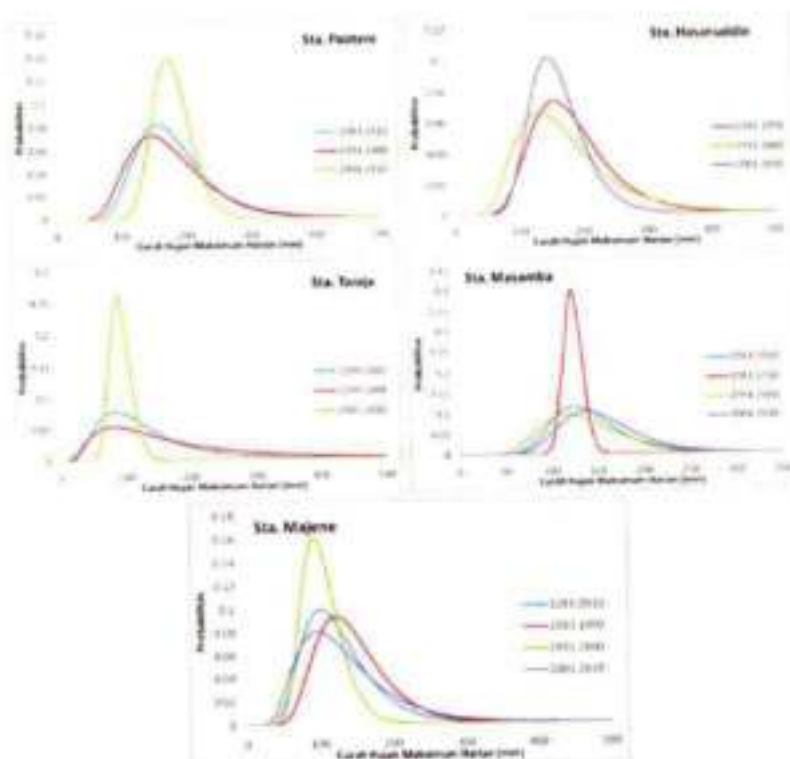
Gambar 1.10. Grafik time series DMI dengan anomali curah hujan (terstandarisasi) pada enam cluster wilayah curah hujan di Sulawesi Selatan. Keenam grafik tersebut menunjukkan adanya pengaruh yang kuat dari kondisi ENSO dan IOD terhadap keragaman curah hujan pada keenam cluster.

Walaupun terdapat indikasi yang jelas bahwa keragaman curah hujan di seluruh kluster dipengaruhi oleh ENSO, namun respon keragaman curah hujan akibat kejadian ENSO yang sama berbeda untuk masing-masing kluster. Sebagai contoh, pengaruh ENSO terhadap keragaman curah hujan di Kluster 3 tidak sebesar di kluster lainnya.

Analisis Kejadian Iklim Ekstrim

Curah Hujan Ekstrim

Hasil analisis kurva PDF dari data curah hujan maksimum harian di lima stasiun pengamatan iklim di Provinsi Sulawesi Selatan menunjukkan adanya perubahan peluang kejadian curah hujan hujan ekstrim pada periode yang berbeda mulai dari periode tahun 1980-an hingga periode pasca tahun 2000 (Gambar 1.11).



Gambar 1.11. Curah hujan harian maksimum tahunan dari lima stasiun pengamatan cuaca di daerah Provinsi Sulawesi Selatan.

Stasiun Hasanuddin dan Paotere menunjukkan nilai peluang curah hujan ekstrim yang lebih tinggi ($CH > 200$ mm/hari) pada periode 1991-2000 dibandingkan periode setelahnya yaitu 2001-2010. Sementara Stasiun Masamba dan Majene menunjukkan kondisi sebaliknya, dimana peluang curah hujan ekstrim ditemukan lebih banyak terjadi pada periode setelah tahun 2000 dibandingkan selama periode tahun 1990-an. Pada Stasiun Toraja, karena keterbatasan data yang dimiliki, maka hanya dibagi menjadi dua periode, yaitu periode 1999-2004 dan 2005-2010. Dari perbandingan kedua periode tersebut, frekuensi kejadian curah hujan ekstrim ($CH > 200$ mm/hari) lebih banyak terjadi pada periode 1999-2004 dibandingkan pada periode setelahnya.

Kejadian ekstrim seperti banjir dan kekeringan lebih disebabkan pengaruh oleh adanya pengaruh keragaman iklim baik dalam skala musiman maupun non-musiman. Dalam hal ini perubahan iklim berkontribusi dalam meningkat atau menurun frekuensi kejadian iklim ekstrim tersebut dalam periode waktu tertentu.

Sebagai contoh, dalam dekade 1980-an dan 1990-an, Stasiun Paotere beberapa kali mengalami anomali curah hujan negatif yang cukup signifikan, akan tetapi pada periode tahun 2000-an telah terjadi laju peningkatan curah hujan tahunan sehingga mengurangi pengaruh anomali curah hujan negatif yang berkaitan dengan kekeringan di wilayah tersebut. Selain itu, berdasarkan hasil analisis diketahui bahwa arah perubahan kondisi dan frekuensi kejadian ekstrim cukup beragam dan dapat berbeda antara satu dekade dengan dekade lainnya, sehingga agak sulit dalam mempelajari bagaimana kemungkinan kondisi di masa yang akan datang. Hal ini menjelaskan bahwa keragaman iklim dalam frekuensi rendah (dekadal) memiliki peran yang penting dalam kajian perubahan iklim ekstrim disamping adanya informasi tren perubahan jangka panjang.

Demikian pula studi yang dilakukan oleh Kaimuddin et al. (2005) di Sulawesi Selatan, menunjukkan bahwa pola iklim berdasarkan fisiografi lahan menghasilkan tiga wilayah hujan, yaitu pola monsoon, lokal dan equatorial. Prediksi peluang anomali hujan pada stasiun hujan di Maros dan Gowa menunjukkan pola yang sama, yaitu pada musim hujan tahun-tahun La-Nina, mempunyai kisaran nilai-nilai positif yang lebih panjang dibanding tahun-tahun El-Nino, sebaliknya pada musim kemarau tahun El-Nino berpeluang untuk mendapatkan anomali hujan mendekati normal (bernilai positif) sangat kecil. Dari hasil simulasi menggunakan DSSAT V4.0 diketahui bahwa pada tahun El-Nino produksi tanaman pangan lebih rendah dibandingkan dengan tahun normal dan La-Nina. Bahkan pada tahun kering (El-Nino) penurunan produksi padi dari tahun normal sampai dengan 100% untuk wilayah PCHPB (pola curah hujan pantai barat) dan PCHPT (pola curah hujan pantai timur). Selanjutnya, untuk wilayah PCHPer (pola curah hujan pantai peralihan) terjadi penurunan produksi sampai 99,45%. Adapun untuk tanaman palawija terjadi penurunan produksi lebih kecil dibandingkan dengan padi.

Analisis yang lebih jauh menunjukkan bahwa pada tahun El-Nino 1982, awal musim kemarau di wilayah Indonesia bagian tengah dan timur terjadi lebih awal 20 hari dari normal sedangkan akhir musim kemarau mundur 30-40 hari dari normal (Soerjadi, 1984 dalam Boer et al., 2003). Hal ini menimbulkan kekeringan yang panjang dan berat terutama di bagian Selatan Sumatera, Jawa, Nusa Tenggara Timur, Nusa Tenggara Barat, Sulawesi dan Maluku. Untuk El-Nino 1987-98, kondisi kering berlangsung lebih lama beberapa bulan dari normal sehingga menimbulkan bencana kekeringan di Sumatera bagian Utara, Kalimantan, Jawa dan Indonesia bagian Timur. Awal musim hujan mundur dua bulan, yaitu yang biasanya dimulai awal September menjadi Desember.

Menurut Kaimuddin dan Boer (2000) bahwa, dampak yang ditimbulkan tahun El-Nino dan tahun La-Nina pada musim tanam musim hujan tidak begitu konsisten untuk wilayah PCHPB. Sebagai contoh tanaman pangan tidak mengalami penurunan yang drastis pada musim tanam musim hujan, bahkan dengan pengaturan waktu tanam yang tepat produksi dapat meningkat. Hal ini menunjukkan bahwa pengaruh El-Nino maupun La-Nina lebih kuat pada hujan musim kemarau dari pada musim hujan. Pengaruhnya terhadap peningkatan curah hujan musim hujan tidak begitu jelas. Berdasarkan pengamatan terhadap data hujan musim kemarau selama 100 tahun, secara rata-rata penurunan hujan dari nilai rata-rata akibat terjadinya El-Nino dapat mencapai 80 mm per bulan sedangkan peningkatan hujan akibat terjadinya La-Nina tidak lebih dari 40 mm.

Sistem produksi padi nasional merupakan salah satu sistem yang dinilai rentan terhadap kemungkinan perubahan iklim. Berdasarkan hasil simulasi, apabila terjadi perubahan iklim diperkirakan pada tahun 2030 untuk kondisi normal, rata-rata hasil tanaman padi di Ngawi dan Sukamandi akan lebih rendah dari rata-rata hasil padi saat ini, terjadi penurunan masing-masing sebesar 30% dan 20%. Pada tahun 2050, penurunan hasil lebih besar dari yang terjadi pada tahun 2030. Dampak kejadian El-Nino terhadap penurunan hasil padi tahun 2030 dan 2050 juga akan jauh lebih berat dari dampak yang terjadi saat ini. Besar kecilnya dampak ini akan berubah menurut waktu dan tempat (Boer dan Las, 2003)

Data historis juga menunjukkan bahwa sistem produksi nasional sangat rentan terhadap kejadian iklim ekstrim. Misalnya, pada kondisi iklim ekstrim (tahun El-Nino dan La-Nina, luas dan intensitas lahan pertanian yang terkena bencana meningkat tajam. Pengamatan tahun El-Nino 1994 dan 1997 menunjukkan bahwa kumulatif luas sawah yang mengalami kekeringan dari bulan Mei sampai Agustus melebihi 400 ribu ha sementara pada tahun-tahun normal dan La-Nina kurang dari 75 ribu ha. Selanjutnya pada tahun La-Nina 1995, kumulatif luas banjir dari bulan Oktober sampai Desember mencapai 250 ribu ha sementara pada tahun-tahun normal dan tahun El-Nino umumnya kurang dari 100 ribu ha (Boer dan Alimoeso, 2002). Kehilangan produksi padi akibat kejadian kekeringan dan banjir khususnya pada tahun-tahun iklim ekstrim dapat mencapai 2 juta ton (Boer dan Las, 2003).

Adaptasi merupakan upaya makhluk hidup yang mengarah pada persiapan atau penyesuaian diri terhadap dampak perubahan iklim atau variasi musim yang sedang terjadi. Adaptasi menjadi semakin penting artinya dan sangat perlu untuk dilakukan karena upaya melakukan mitigasi terhadap perubahan iklim atau variasi musim tidak cukup. Perubahan iklim atau variasi musim tidak dapat

sepenuhnya dihindari dan berbagai kebijakan terkait dengan mitigasi memerlukan waktu untuk dapat berjalan dengan efektif. Individu, masyarakat maupun pemerintah perlu menyadari adanya perubahan iklim atau variasi musim dan mempersiapkan berbagai strategi untuk beradaptasi, termasuk strategi yang bersifat antisipatif. Untuk mendapatkan strategi adaptasi yang sesuai khususnya ekosistem sawah diperlukan informasi tentang kerentanan ekosistem tersebut dan masyarakat petani terhadap perubahan iklim atau variasi musim. Namun belum banyak penelitian di Indonesia mengarah kesana.

Apabila kemampuan sistem untuk beradaptasi terhadap kejadian iklim ekstrim saat ini tidak dibangun, maka tingkat kerentanan sistem tersebut terhadap kejadian iklim ekstrim masa datang akan semakin tinggi. Oleh karena itu upaya yang bersinambungan untuk membangun kemampuan sistem untuk beradaptasi terhadap keragaman iklim saat ini berarti juga meningkatkan ketahanan sistem terhadap keragaman iklim masa datang.

C. Dinamika Faktor faktor Iklim dan Cuaca di Toraja

Analisis Iklim Kabupaten Tana Toraja

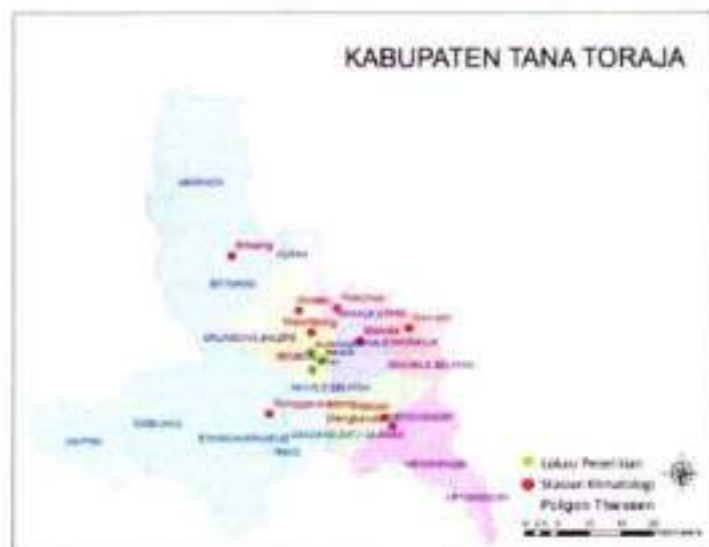
Data curah hujan yang digunakan berasal dari 2 kelompok stasiun pengamatan yakni stasiun yang dikelola oleh instansi BMKG dan stasiun kerja sama. Stasiun kerja sama adalah stasiun pengamatan yang dititipkan keinstansi diluar BMKG atau perseorangan. Sebanyak 12 Stasiun Hujan yang digunakan untuk menganalisis statistik dan pola serta tipe hujan Kabupaten Tana Toraja. Nama stasiun hujan beserta letak posisi geografis stasiun dapat dilihat pada Tabel 1.1 dan Gambar 1.12 serta pola hujan dapat dilihat pada Gambar 1.13. Periode pengamatan data yang dikompilasi adalah antara tahun 1980 – 2011. Akan tetapi panjang data hasil pengamatan pada setiap stasiun bervariasi, antara 15 - 30 tahun dengan periode pengamatan yang berbeda-beda.

Hasil analisis ukuran penyebaran dan pemusatan data hujan (Tabel 1.1) menunjukkan bahwa: Stasiun Hujan Makale Utara dengan standar deviasi tertinggi sebesar 161,21 mm dibanding stasiun hujan lainnya dan Stasiun Hujan Tampo/Mangkendek yang paling rendah dengan standar deviasi 78,40 mm. Nilai ini dapat menggambarkan variasi curah hujan antara musim kemarau dengan musim hujan.

Tabel 1.1. Statistik dan tipe Hujan Kabupaten Toraja.

Nama Stasiun	Lintang	Bujur	Ketinggian (m dpl)	CH Tahunan (mm)	Tipe Iklim		Stdv	Skewness
					S&F	Oldeman		
Bongkaradeng	3011'35"	119043'31,7"	337	2380	C	C1	76,55	-0,59
Bituang / Saluputti	2058'21,8"	119040'19,8"	1274	3741	A	B1	151,93	0,92
Maimbong / Rambon	304'45,5"	119047'1,5"	713	3072	A	C1	113,45	0,72
Sangala / Saluallo	304'24"	119055'13,6"	718	2678	B	B1	95,14	0,25
Tampo / Mangkendek	3012'34,7"	119053'51,5"	-	2402	B	C1	78,40	0,17
Ulusalu / Saluputti	302'54,4"	119045'59,3"	810	2970	B	B1	81,40	-0,24
Makale Utara				3358	C	B2	161,21	0,17
Mebali	3011'49,6"	119053'12,5"	881	2511	A	C1	76,48	0,07
Salubarani / Gandasila	3012'39,4"	119053'51,5"	763	2385	B	D2	91,34	0,95
Sangala Selatan / Rantealang				2944	B	B1	107,02	0,19
Pongtiku	302'42,4"	119049'7,6"	829	3048	A	B1	113,29	0,66
Toao / Makale	305'28,1"	119051'9,7"	695	2558	B	C1	99,59	0,39

Namun berdasarkan pola hujan ke 12 Stasiun Hujan menunjukkan, tinggi hujan antara musim kemarau dan musim hujan merata sepanjang tahun. Pada umumnya ke 12 Stasiun Hujan menunjukkan pola hujan equatorial kecuali Stasiun Hujan Makale Utara dan Stasiun Hujan Toao/Makale berpola lokal (dua puncak hujan) dan terdapat hujan tiga bulan berturut (Juli, Agustus dan September) dibawah 100 mm per bulan. Terdapat 10 Stasiun Hujan mempunyai nilai skewness positif, sedangkan terdapat dua Stasiun Hujan yaitu: Bongkaradeng dan Ulusalu / Saluputti mempunyai nilai skewness negatif. Nilai skewness yang positif menunjukkan data menjulur ke arah kanan yang berarti data-data yang bernilai besar tidak diimbangi oleh data-data yang bernilai kecil demikian juga sebaliknya, jika skewness bernilai negatif maka data menjulur ke arah kiri yang berarti data-data yang bernilai kecil tidak diimbangi oleh data-data yang bernilai besar. Jika skewness bernilai nol maka bentuk sebarannya adalah normal yang berarti nilai tengah = modus = median.



Gambar 1.12. Pola hujan Kabupaten Toraja.

Analisis Kerentanan dan Kapasitas Daerah

Kerentanan menggambarkan suatu kumpulan atau interaksi berbagai keadaan yang melekat pada suatu komunitas masyarakat yang bisa mengarah dan menimbulkan dampak pada menurunnya daya tangkal dan daya tahan masyarakat terhadap upaya-upaya pencegahan dan penanggulangan bencana. Analisis kerentanan daerah dilakukan sebagai bagian dari program adaptasi dalam menghadapi perubahan iklim yang terjadi. Hadad (2010) menyatakan bahwa kerangka program adaptasi yang efektif umumnya memiliki empat unsur penting, yaitu:

1. Perkiraan dan peta kerawanan/kerentanan sosial dan lingkungan (*vulnerability assessment and mapping*) untuk mengetahui kondisi dan memperkirakan resiko dampak, dimana daerah/kawasan rawan, siapa saja kelompok masyarakat yang rentan terhadap potensi bencana alam dan lingkungan yang akan terjadi
2. Peningkatan kesadaran masyarakat, kapasitas SDM dan kelembagaan (*public awareness and capacity building*), khususnya di daerah rawan dan sektor rawan bencana agar mampu mengantisipasi, merencanakan program dan menanggulangi dampak perubahan iklim yang akan terjadi.
3. Penyusunan atau reformasi kebijakan publik seras penguatan lembaga-lembaga publik yang mempunyai pengetahuan dan

kemampuan mengelola sumberdaya alam dan lingkungan secara lestari serta mampu menanggulangi masalah perubahan iklim secara efektif.

4. Membangun sistem ekonomi dan strategi pembangunan rendah emisi karbon yang memberi insentif bagi investasi prasarana dan program efisiensi energi, pengelolaan hutan lestari, dan pengembangan sumber-sumber energi terbarukan.

Menentukan kerentanan suatu wilayah atau daerah memerlukan metode tersendiri, yang dimulai dengan inventarisasi data fisik (iklim dan tanah) dan data sosial ekonomi, untuk menghasilkan pemetaan kerentanan (*vulnerability*) seperti pada Gambar 1.12.

Analisis kerentanan menggunakan komponen lingkungan fisik dan sosial – ekonomi melalui pendekatan analisis kuadran V dan C (*Vulnerability dan Capacity*) serta menggunakan pendekatan sektor. Kerentanan merupakan suatu kondisi dari suatu daerah atau masyarakat yang mengarah atau menyebabkan ketidakmampuan dalam menghadapi ancaman bahaya dalam hal ini bahaya perubahan iklim ekstrim. Kapasitas menggambarkan gabungan semua sumberdaya, cara dan kekuatan yang tersedia di masyarakat sehingga masyarakat memiliki daya tangkal dan daya tahan untuk mengurangi tingkat dampak atau akibat dari bencana tersebut. Indikator kerentanan meliputi: jumlah penduduk miskin, fraksi non hutan, kepadatan penduduk, layanan non-air bersih, fraksi pantai, fraksi areal pertanian tanaman pangan dan fraksi areal perkebunan. Sedangkan indikator kapasitas meliputi: rasio panjang jalan per jumlah penduduk, kondisi jalan, penduduk berdasarkan pendidikan, fasilitas pendidikan, sumber pendapatan utama, PDRB per kapita, tenaga media, fasilitas kesehatan dan fasilitas listrik.

Coping Capacity Index (CCI) merupakan kombinasi dari Indikator Kerentanan Kumulatif (IKKR) dan Indikator Kapasitas Kumulatif (IKKP). Indikator Kerentanan Kumulatif merupakan akumulasi berbagai indeks kerentanan, yaitu: (1) Indeks Kerentanan Kemiskinan (IKKM); (2) Indeks Kerentanan Penggunaan/Akses Air Bersih (IKAB); (3) Indeks Kerentanan Kepadatan Penduduk (IKKP); (4) Indeks Kerentanan Tutupan Lahan/Hutan (IKH); (5) Indeks Kerentanan Tanaman Pangan (IKTP); (6) Indeks Kerentanan Tanaman Perkebunan (IKTK); dan (7) Indeks Kerentanan Fraksi Pantai (IKFP).

Ketujuh indeks kerentanan di atas, kemudian diagregasikan sehingga diperoleh Indeks Kerentanan Kumulatif Daerah (IKKD), yang menunjukkan tingkat kerentanan suatu daerah secara agregat. Berdasarkan indikator kerentanan yang menghasilkan indeks kerentanan kumulatif, maka Kabupaten Tana Toraja

memiliki Indeks Kerentanan Kumulatif daerah (IKeKD) sebesar 0,4622 dan tergolong kriteria cukup tahan (Tabel 1.2). Untuk masing-masing, indeks kerentanan yang nilainya tinggi harus mendapat prioritas untuk ditangani. Indeks kerentanan yang prioritas ditangani untuk Kabupaten Tana Toraja adalah: Indeks Kerentanan Penggunaan/Akses Air Bersih (IKAB) dan Indeks Kerentanan Kemiskinan (IKKM).

Tabel 1.2. Indeks Kerentanan Kumulatif daerah (IKKD) Kabupaten Tana Toraja.

No.	Indeks Kerentanan	Nilai
1	IKKM	0,1652
2	IKAB	0,1845
3	IKKP	0,0016
4	IKH	0,0492
5	IKTP	0,0336
6	IKTK	0,0281
7	IKFP	0,0000
Kum.	IKeKD	0,4622 (cukup tahan)

Ket: IKKM=Indeks Kerentanan Kemiskinan; IKAB=Indeks Kerentanan Penggunaan/Akses Air Bersih; IKKP=Indeks Kerentanan Kepadatan Penduduk (IKKP); IKH=Indeks Kerentanan Tutupan Lahan/Hutan; IKTP=Indeks Kerentanan Tanaman Pangan; IKTK=Indeks Kerentanan Tanaman Perkebunan; IKFP=Indeks Kerentanan Fraksi Pantai.

Kapasitas Daerah merupakan gambaran sumber daya, cara dan kekuatan yang dimiliki oleh suatu wilayah/daerah sehingga masyarakat memiliki daya tangkal dan daya tahan untuk mengurangi tingkat dampak atau akibat dari bencana. Indikator Kapasitas Daerah meliputi: (1) Indikator Kapasitas Pendidikan (IKP), merupakan akumulasi dari dua variabel yaitu tingkat pendidikan masyarakat, dan fasilitas pendidikan; (2) Indikator Kapasitas Ekonomi (IKE) didasarkan pada pendapatan (PDRB) per kapita; (3) Indikator Kapasitas Kesehatan (IKK), didasarkan pada dua komponen utama yaitu indikator kapasitas fasilitas kesehatan (IKFK) dan indikator kapasitas tenaga medis (IKTM). Penentuan IKFK dilakukan berdasarkan rasio jumlah fasilitas kesehatan terhadap jumlah penduduk, sementara IKTM berdasarkan rasio jumlah tenaga medis terhadap jumlah penduduk; (4) Indikator Kapasitas Fasilitas Listrik (IKFL), merupakan gabungan komponen indikator kapasitas panjang jalan (IKPJ) dan indikator kapasitas kondisi jalan (IKKJ). Penentuan IKPJ didasarkan pada jumlah panjang jalan terhadap jumlah penduduk, sementara IKKJ didasarkan pada panjang jalan dengan kondisi "baik" dan "sedang"

terhadap jumlah penduduk; dan (5) Indikator Kapasitas Infrastruktur Jalan (IKIJ) didasarkan pada jumlah rumah tangga pelanggan listrik PLN dan Non-PLN. Semakin tinggi proporsi rumah tangga pengguna listrik dalam suatu daerah, semakin tinggi tingkat kapasitas daerah tersebut dalam mengatasi dan mengantisipasi dampak perubahan iklim.

Indikator Kapasitas Kumulatif Daerah (IKaKD) merupakan agregasi dari kelima indikator kapasitas di atas. Nilai IKaKD Kabupaten Tana Toraja dapat dilihat pada Tabel 1.3. IkaKD Kabupaten Tana Toraja sebesar 0,4830 dengan kategori sedang. Nilai ini menunjukkan bahwa kabupaten Tana Toraja memiliki kemampuan yang sedang dalam mengantisipasi dampak perubahan iklim. Di Sulawesi Selatan, Kabupaten Luwu Timur merupakan daerah yang memiliki kapasitas tertinggi, sementara terendah Kabupaten Gowa.

Tabel 1.3. Nilai Indikator Kapasitas Kumulatif Daerah (IKaKD).

No	Kapasitas Daerah	Nilai
1	IKP	0,1584
2	IKE	0,0485
3	IKK	0,1152
4	IKIJ	0,0856
5	IKFL	0,0753
Kum.	IKaKD	0,4830 (sedang)

IKP= indikator Kapasitas Pendidikan; IKE= Indikator Kapasitas Ekonomi; IKK= Indikator Kapasitas Kesehatan; IKIJ= Indikator Kapasitas Kondisi Jalan; IKFL= Indikator Kapasitas Fasilitas Listrik.

Berdasarkan kategori kapasitas yang disajikan pada Tabel 1.3, maka kapasitas Rendah perlu mendapat prioritas penanganan yang lebih. Prioritas penanganan dilakukan terhadap indikator/ aspek yang nilainya rendah agar kapasitasnya menjadi lebih baik. Prioritas indikator/aspek yang perlu ditingkatkan untuk Kabupaten Tana Toraja yaitu: Indikator Kapasitas Ekonomi (IKE) dan Indikator Kapasitas Infrastruktur Jalan (IKIJ).

Berdasarkan nilai IkaKD dan IKaKD, diperoleh nilai Coping Capacity Index (CCI) Kabupaten Tana Toraja yang berada di kuadran 2, yang menunjukkan kondisi CCI sedang, artinya baik kerentanan maupun kapasitas daerah dapat mengantisipasi bencana iklim, namun demikian beberapa nilai indikator kerentanan tinggi harus segera ditangani, demikian pula indikator kapasitas daerah yang nilainya rendah segera ditingkatkan untuk bisa beradaptasi terhadap perubahan iklim. Salah satu praktek

pertanian yang dapat meningkatkan kapasitas daerah sekaligus menurunkan kerentanan adalah Sistem Pertanian Organik.

Proyeksi iklim historis dan masa depan di Tana Toraja

Iklim, terutama suhu dan curah hujan adalah dua faktor yang paling menuntut keberhasilan pertanian. Oleh karena itu, penting untuk memperoleh pemahaman yang mendalam tentang bagaimana iklim di Toraja di masa lalu dan akan berkembang dalam beberapa dekade mendatang. Untuk itu, data iklim dari stasiun cuaca di Pongtiku yang berada di bawah pimpinan Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika (BMKG), telah dianalisis dan diilustrasikan oleh ASA Workgroup 2018. Hasil dan interpretasi data harus diperlakukan dengan hati-hati, karena hanya data 20 tahun terakhir yang tersedia.

Tren suhu yang diilustrasikan pada Gambar 1.13 mengungkapkan bahwa kenaikan suhu maksimum harian secara statistik tidak signifikan dengan laju $0,0087\text{ }^{\circ}\text{C}$ dalam 20 tahun terakhir, sedangkan suhu malam hari harian dengan kemiringan $-0,072\text{ }^{\circ}\text{C}$ menurun secara signifikan. Ini mungkin karena tahun 2009 dan 2011 yang sangat dingin, tetapi bisa juga karena ketersediaan data yang terbatas hanya 20 tahun.

Seperti yang disajikan pada Gambar 1.14, curah hujan di wilayah ini dicirikan oleh variabilitas yang tinggi antar tahun, tetapi tidak ada tren yang signifikan yang dapat disimpulkan. Mempertimbangkan fakta bahwa pola kejadiannya yang sangat berubah mempersulit prediksi curah hujan secara umum, alasan untuk ini sekali lagi kemungkinan besar karena periode waktu yang singkat dari data yang dianalisis.

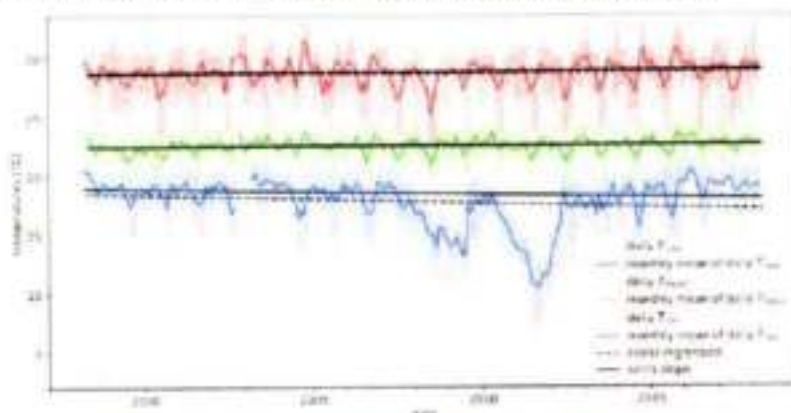
Sekalipun tidak ada peningkatan suhu yang signifikan yang dihitung dalam 20 tahun terakhir, perubahan suhu maksimum yang jelas pada skenario RCP2.6 dapat diproyeksikan untuk wilayah Toraja hingga akhir abad ini (lihat Gambar 1.13, Gambar 1.14, Tabel 1.4, Gambar 1.15). Tidak ada peningkatan curah hujan yang signifikan, meskipun jumlah curah hujan meningkat pada kedua skenario. Seperti sebelumnya, variabilitas curah hujan yang tinggi mungkin menjadi alasannya.

Dalam model Ardiansyah et al. (2018), prakiraan curah hujan di Toraja meningkat pada tahun 2021-2050 dibandingkan dengan data historis untuk skenario RCP4.5 dan RCP8.5. Studi ini lebih lanjut menunjukkan bahwa dalam kedua skenario jumlah bulan basah meningkat dibandingkan dengan data historis (lihat Gambar 1.15) (Ardiansyah et al., 2018).

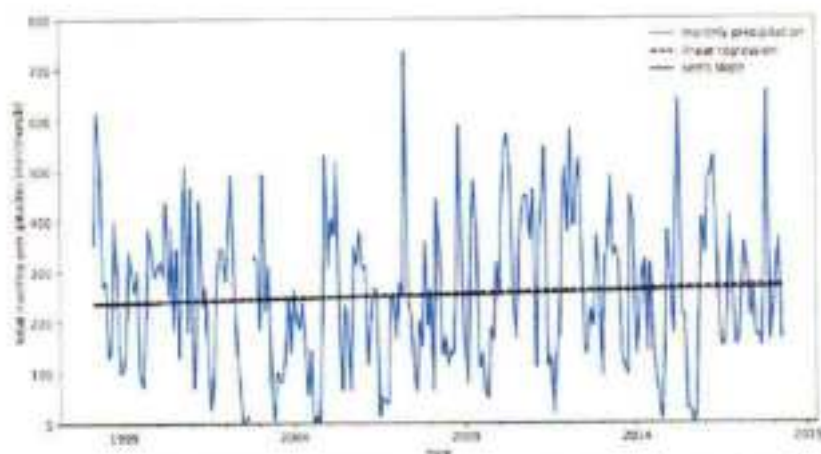
Tabel 1.4. Proyeksi iklim.

		Suhu minimum (perubahan absolut [°C])		Suhu maksimum (perubahan absolut [°C])		Curah Hujan (perubahan relative [°C])	
		2030-2059	2070-2099	2030-2059	2070-2099	2030-2059	2070-2099
		Tana Toraja Sulawesi Selatan (Pongtiku)	RCP 2.6	0.09 (0.72-1.55)	1.05 (0.66-1.87)	0.97 (0.70-1.52)	1.04 (0.65-1.82)
	RCP 8.5	1.44 (0.84-2.30)	3.42 (2.13-4.63)	1.35 (0.82-2.15)	3.52 (1.95-4.83)	2.26 (-14.65-15.64)	6.35 (-24.85-33.91)

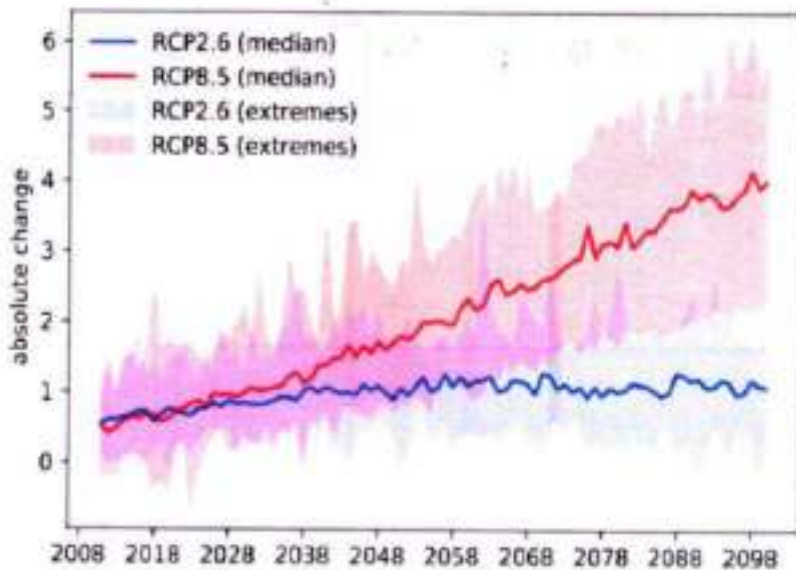
Sumber: Perhitungan sendiri dari data BMKG Pongtiku (ASA et al., 2018).



Gambar 1.13. Tren historis suhu maksimum/minimum/rata-rata harian dan rata-rata bulannya untuk stasiun di Pongtiku dari tahun 1998-2018. Sumber: perhitungan sendiri dari data BMKG Pongtiku (ASA et al., 2018).



Gambar 1.14. Tren historis curah hujan untuk BMKG Pongtiku dari tahun 1998-2018. Sumber: perhitungan sendiri dari data BMKG Pongtiku (ASA et al., 2018).



Gambar 1.15. Proyeksi perubahan suhu maksimum harian untuk skenario RCP2.6 dan RCP8.5 di BMKG Pongtiku.

Sumber: Perhitungan sendiri dari data BMKG Pongtiku (ASA et al., 2018).

REFERENSI

- Ardiansyah, M., Rafiuddin, A., Jadmiko, S. D., and Boer, R.: Assessment of the impact of climate change and land cover change on landslide in Tana Toraja district, IOP Conf. Ser.: Earth Environ. Sci., 149, 12033, doi:10.1088/1755-1315/149/1/012033, 2018.
- Gitz, V and A. Meybeck. 2012. Risks, vulnerabilities and resilience in a context of climate change. *In: Alexandre Meybeck, Jussi Lankoski, Suzanne Redfern, Nadine Azzu And Vincent Gitz (Eds). Building resilience for adaptation to climate change in the agriculture sector Proceedings of a Joint FAO/OECD Workshop 23–24*
- Dyah Susliokarti, Sigit Supadmo Arif, Sahid Susanto, Lilik Sutiarmo. 2015. IDENTIFIKASI PERUBAHAN IKLIM BERDASARKAN DATA CURAH HUJAN DI WILAYAH SELATAN JATILUHUR KABUPATEN SUBANG, JAWA BARAT. *AGRITECH*, Vol. 35, No. 1. 98:105
- Intergovernmental Panel of Climate Change (IPCC) (2007). *Synthesis Report*. Geneva: Intergovernmental Panel on Climate Change
- BMKG (Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika). (2011). Evaluasi cuaca dan sifat hujan Bulan Agustus 2011 serta prakiraan cuaca dan sifat hujan Bulan September 2011. *Bulletin Meteorologi*. Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika Stasiun Meteorologi Otorita Batam 1:39
- Hollburg, Maximilian (2019). *Farmers' perception of and adaptation to climate change in Climate Field Schools in Tana Toraja, South Sulawesi, Indonesia*. A master thesis in Georg-August-University Göttingen, Faculty of Geoscience and Geography.
- Mahdi, O. dan Suerborn, P. (2002). *A Preliminary Assessment of Characteristics and Long term Variability of Rainfall in Ethiopia - Basis for Sustainable Land Use and Resource Management*, In *Proceeding of Conference of International Agriculture research for Development*, Witzenthausen, Oktober 9-11.
- Mosmann, Castro, Fraile, Dessens, dan Sanchez. (2004). *Detection of statistically significant trends in the summer*

- precipitation of main land Spain. *Atmospheric Research* 70(1): 43-53.
- Zhang, Zwiers, Hegerl, Lambert, Gillett, Solomon, Stott dan Nozawa. (2007). Detection of human influence on twentieth-century precipitation trends. *Letter NATURE* 448: 461-465.
- Rouw, A. (2008). Analisis dampak keragaman curah hujan terhadap kinerja produksi padi sawah (studi kasus di Kabupaten Merauke, Papua). *Jurnal Pengkajian dan Pengembangan Teknologi Pertanian* 11(2):145-154.
- Pramudia, A. (2008). *Pewilayahan Hujan dan Model Prediksi Curah Hujan Untuk Mendukung Analisis Ketersediaan dan Kerentanan Pangan di Sentra Produksi Padi*. Disertasi. Sekolah Pascasarjana. Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Sipayung, S.B. (2004). Dampak variabilitas iklim terhadap produksi pangan di Sumatera, peneliti pusat pemanfaatan sains atmosfer dan iklim, lembaga penerbangan dan antariksa nasional (LAPAN), Bandung. *Jurnal Sains Dirgantara, Journal of Aerospace Science* 2(2): 111-126.
- Onos, B. dan Bayazit, M. (2003). The power of statistical tests for trend detection. *Turkish Journal of Engineering and Environmental Sciences* 27: 247-251.
- Gitz, V and A. Meybeck. 2012. Risks, vulnerabilities and resilience in a context of climate change. In: Alexandre Meybeck, Jussi Lankoski, Suzanne Redfern, Nadine Azzu And Vincent Gitz (Eds). *Building resilience for adaptation to climate change in the agriculture sector Proceedings of a Joint FAO/OECD Workshop 23-24 April 2012*.
- Kurniatun Hairiah, Subekti Rahayu, Didik Suprayogo dan Cahyo Prayogo. *Bahan Ajar. World Agroforestry Centre (ICRAF) dan Universitas Brawijaya*
- Kaimuddin, Kamaluddin, A. dan Sasmono, M.S. 2013. *Analisis Tingkat Kerentanan dan Adaptasi Terhadap Perubahan Iklim Berbasis Ekosistem Padi Di Kabupaten Sidrap, Pinrang dan Wajo Provinsi Sulawesi Selatan*. Laporan Penelitian kerjasama Balibanda Sulsel dan LP2M Unhas.
- Boer, R., I. Las, dan J.S. Baharsya. 2003. *Analisis Kerentanan dan Adaptasi terhadap Keragaman dan Perubahan Iklim*. Paper

disajikan dalam Simposium VI Perhimp, Biotrop 9-10 September 2003.

Boer, R dan I. Las. 2003. Sistem Produksi Padi Nasional dalam Perspektif Kebijakan Iklim Global. Paper disajikan dalam Simposium VI Perhimp, Biotrop 9-10 September 2003.

Boer, R dan Almoeso, S. 2002. Strategi antisipasi kejadian iklim ekstrim. Paper disajikan dalam Seminar 'Upaya Peningkatan Ketahanan Sistem Produksi Tanaman Pangan Terhadap Iklim Ekstrim', Departmen Pertanian, Pasar Minggu, 24 Juni 2002.

Kaimuddin.2000. Kajian Dampak Perubahan Iklim dan Tata Guna Lahan Terhadap Keseimbangan Air Wilayah Sulawesi Selatan (Studi Kasus DAS Walanae Hulu dan DAS Sandang).[Tesis].Program Pascasarjana.Institut Pertanian Bogor. Tidak dipublikasikan.

Kaimuddin, dan R. Boer, 2000. Peranan Informasi Iklim dan Cuaca Untuk Perdagangan Komoditas Pertanian (The Role of Climatic Information for commodity trading). Paper presented at regular course on 'Indonesia Derivative Training', Jakarta.

[IPCC]. Intergovernmental Panel on Climate Change. 2001. Climate change 2001. Impacts, adaptation and vulnerability. Contribution of Working Group II to the Third Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change.Cambridge, UK, and New York, Cambridge University Press.

BAB II

TORAJA: POTENSI, ANCAMAN, DAN DAMPAK TERKAIT PERUBAHAN IKLIM

A. Kejadian Bencana terkait Iklim di Toraja

Tana Toraja tergolong salah satu daerah di Sulawesi Selatan yang cukup rawan terhadap bencana terkait iklim (bencana alam). Berdasarkan data dari Badan Penanggulangan Bencana Daerah (BPBD) Tana Toraja, sejak tahun 2016 hingga 2018 tercatat ratusan kejadian bencana alam pada beberapa kecamatan di Tana Toraja maupun Toraja Utara. Tanah longsor, angin puting beliung, kebakaran, pohon tumbang, dan banjir adalah jenis bencana alam yang terjadi di Kabupaten Tana Toraja selama tahun 2018. BPBD Tana Toraja mencatat sebanyak 55 kejadian bencana alam, yang terjadi di beberapa kecamatan di Kabupaten Tana Toraja sepanjang tahun 2018.

Secara astronomis, Kabupaten Tana Toraja terletak antara 2° - 3° Lintang Selatan dan 119° - 120° Bujur Timur, dilewati oleh Sungai Saddang, dengan luas wilayah 2054,30 km² dan 19 kecamatan yang berada pada ketinggian 700 - 1088 m dpl. Berdasarkan ketinggian tempat, maka Tana Toraja digolongkan sebagai daerah dataran tinggi atau daerah pegunungan. Walaupun Kabupaten Tana Toraja hanya menempati 4,49% luas wilayah Sulawesi Selatan dengan jumlah penduduk 232.821 (0,026% dari total penduduk Sulawesi Selatan sebesar 877.197) (BPS, 2019a; BPS, 2019b), namun memiliki peran vital bagi kehidupan di Kabupaten Enrekang, Pinrang, dan Sidrap sebagai lumbung pangan, karena aliran Sungai Saddang, Kabupaten Tana Toraja mensuplai air irigasi dan kebutuhan air lainnya.

Masyarakat dunia (PBB) telah menyadari bahwa daerah pegunungan merupakan komponen penting dari ekosistem bumi, dalam kedua hal layanan sumber daya dan layanan yang mereka berikan untuk masyarakat pegunungan dan penduduk dataran rendah, yang telah meningkat dalam dekade terakhir. Pada Juni 1992, Konferensi PBB tentang Lingkungan dan Pembangunan (UNCED, Rio de Janeiro) membahas berbagai masalah yang berkaitan dengan pembangunan berkelanjutan sebagai cara untuk

mengurangi stres lingkungan yang disebabkan oleh manusia, dalam sebuah dokumen yang disebut sebagai Agenda 21. Bab 13 dari Program ini mengkhususkan untuk daerah pegunungan dan, untuk pertama kalinya, resmi dan eksplisit adanya pengakuan bahwa gunung dan dataran tinggi adalah komponen utama dari lingkungan global. Bab 13 mengatur agenda-agenda dengan menyatakan peran pegunungan dalam ekosistem global, dan mengungkapkan keprihatinan serius terkait dengan penurunan kualitas lingkungan umum banyak masyarakat pegunungan. Versi ringkasan (UN, 1992) Agenda 21/13 berbunyi: "*Pegunungan adalah sumber air, energi, mineral, hutan dan produk pertanian dan area rekreasi penting. Daerah pegunungan adalah gudang keanekaragaman hayati, rumah bagi spesies yang terancam punah dan bagian penting dari ekosistem global. Dari Andes ke Himalaya, dan dari Asia Tenggara ke Afrika Timur dan Tengah, ada kemunduran ekologis yang serius. Paling daerah pegunungan sedang mengalami degradasi lingkungan.*"

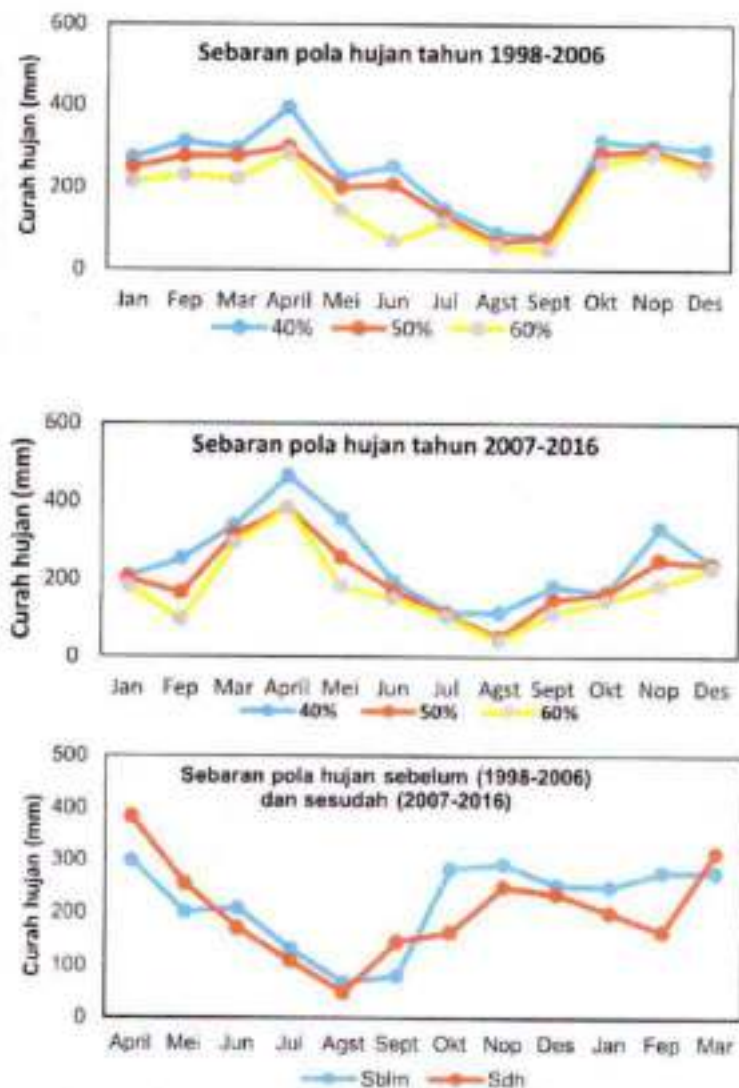
Daerah pegunungan seperti Tana Toraja juga mewakili area yang unik untuk dideteksi perubahan iklim dan penilaian dampak terkait iklim. Salah satu alasannya adalah karena iklim berubah dengan cepat seiring bertambahnya ketinggian jarak horizontal yang relatif pendek, demikian pula vegetasi dan hidrologi (Whiteman, 2000). Sebagai akibatnya, pegunungan menunjukkan keanekaragaman hayati yang tinggi, seringkali dengan transisi yang tajam (*ecofones*) berdasarkan urutan-urutan vegetasi. Selain itu, ekosistem pegunungan sering endemik, karena banyak spesies tetap terisolasi pada berbagai ketinggian dibandingkan dengan komunitas vegetasi dataran rendah yang dapat menempati ceruk iklim yang tersebar lebih dari sabuk latitudinal yang lebih luas. Rantai pegunungan tertentu telah disebut sebagai "pulau" yang naik di atas dataran sekitarnya (Hedberg, 1964), seperti Kabupaten Tana Toraja. Secara ekonomi sosial, lanskap pegunungan menarik banyak orang untuk mencari peluang rekreasi dan pariwisata. Namun, tekanan lingkungan dipaksakan oleh semakin banyak wisatawan, menempatkan beban yang semakin berat pada sumber daya gunung (Godde et al., 2000) dan, di banyak bagian dunia berkembang khususnya, pada komunitas lokal.

B. Perubahan Iklim dan Pertanian

Curah Hujan (mm)

Berdasarkan hasil analisis curah hujan peluang 40%, 50% dan 60% dari pengamatan stasiun Pontiku Toraja tahun 1998-2016 (19 tahun) yang dihitung 9 tahun yang lalu (1998-2006) dan 10 tahun saat sekarang (2007-2016), menunjukkan bahwa sebaran hujan

yang terjadi perubahan antara lain pada pola dua puncak hujan April dan Nopember jumlahnya relatif sama pada tahun (1998-2006) (Gambar 2.1), sebaliknya pada tahun 2006-2016 nampak pola hujan dengan puncak yang memperlihatkan perbedaan yang nyata (ekstrim). Sehingga perubahan iklim mempengaruhi terjadinya perubahan pola hujan dan jumlah intensitas hujan tahun 2006-2016 lebih rendah.

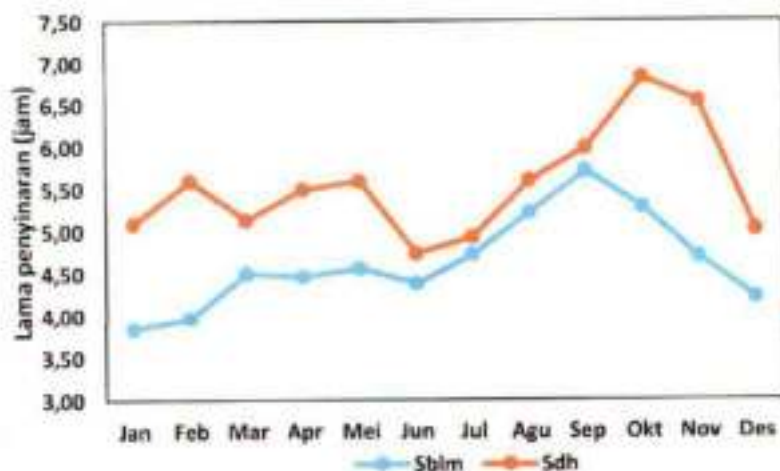


Gambar 2.1. Sebaran Curah Hujan dari Pengamatan Stasiun Pongtiku Toraja.

Lama Penyinaran (jam)

Dampak El Nino tahun 2002/2003 sangat mempengaruhi jumlah penyinaran surya yang terjadi selama tahun 1998-2006 jauh lebih rendah dibanding yang terjadi pada tahun 2007-2016 dan nampak pada setiap bulan perubahan jumlah lama penyinaran semakin meningkat sampai mencapai puncak pada bulan Oktober tahun 2007-2016 (Gambar 2.2).

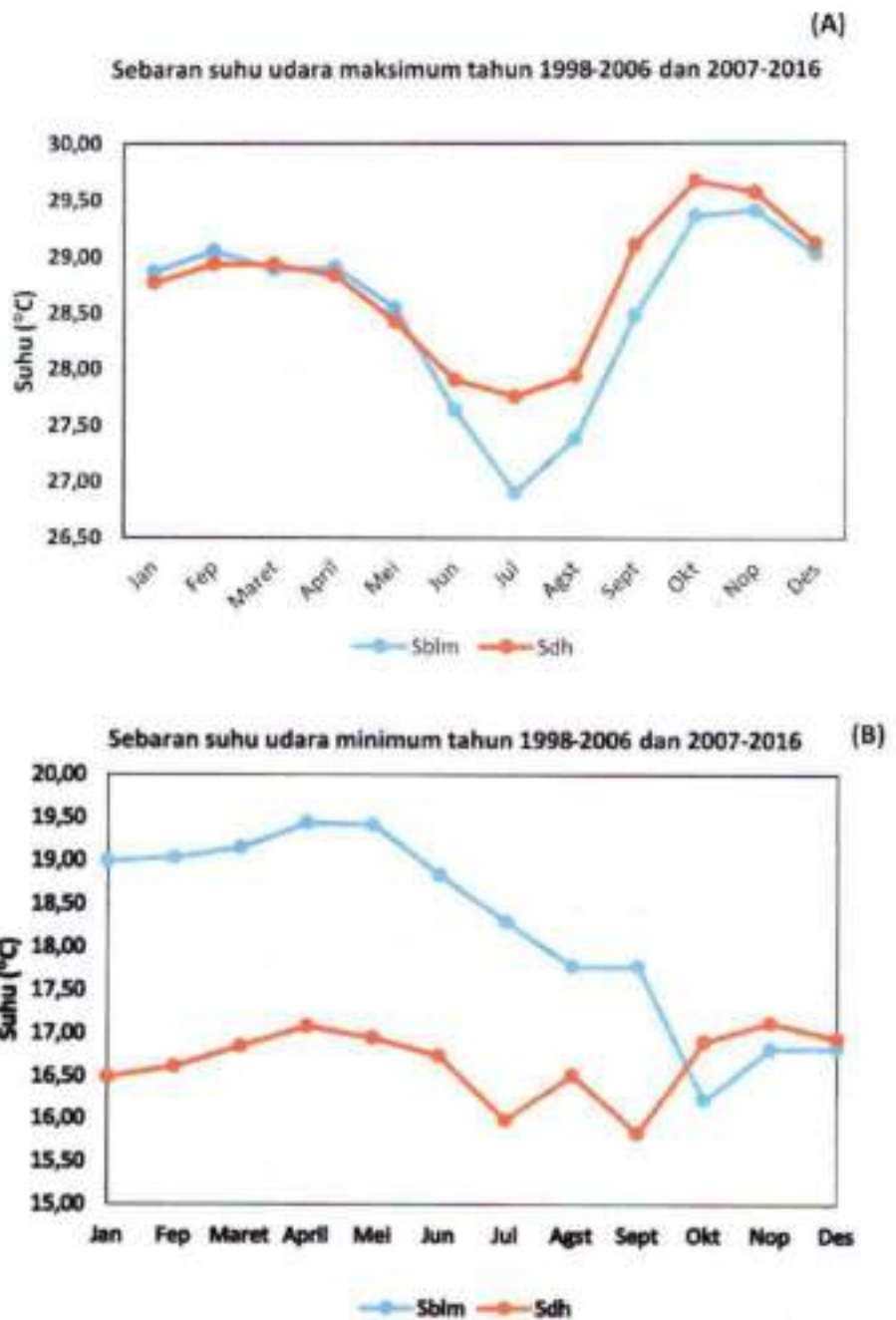
Data rata-rata bulanan lama penyinaran tahun 1998-2006 dan 2007-2016



Gambar 2.2. Rata-rata lama penyinaran bulanan tahun 1998-2006 dan 2007-2016.

Suhu Udara (°C)

Dampak perubahan iklim terutama suhu maksimum terjadi tahun 2007-2016 nampak pada bulan Juli sampai Desember sehingga dapat disimpulkan bahwa suhu maksimum semakin meningkat sebaliknya pada suhu minimum perubahan lebih banyak terjadi tahun 1998-2006, sehingga variasi suhu udara rata-rata terjadi sekitar $0,02^{\circ}\text{C} - 0,55^{\circ}\text{C}$ (Gambar 2.3).



Gambar 2.3. Sebaran suhu udara maksimum (A) dan minimum (B) tahun 1998-2005 dan 2007-2016.

Kelembaban Udara (%)

Kelembaban rata-rata dalam dekade (10 harian) menunjukkan bahwa pada tahun 2007-2016 atau selama 10 tahun terakhir ini kelembaban udara terjadi peningkatan terus menerus sampai 88% pada bulan April (dekade II dan III), dan gejala tersebut terjadi dekade I Januari sampai menurun pada bulan September dengan kelembaban udara terendah pada dekade III September sebesar 80,6% (Gambar 2.4).



Gambar 2.4. Rata-rata kelembaban dekade tahun 1998-2006 dan tahun 2007-2016.

Pemanasan global yang terjadi selama ini, sangat berdampak pada perubahan unsur-unsur iklim (curah hujan, lama penyinaran, suhu udara, kelembaban udara) yang secara langsung akan berpengaruh pada pola teknologi yang akan diterapkan pada tingkat pe-tani, terutama dalam perencanaan pengembangan tanaman pangan dan hortikultura yang sangat rentan dengan perubahan iklim.

C. Analisis Risiko Bencana terkait Perubahan Iklim

Indeks Risiko Bencana Kekeringan

Analisis risiko dan bencana iklim dilakukan untuk menggambarkan besarnya risiko yang dihadapi suatu daerah, sebagai resultan dari analisis kerentanan dan kapasitas daerah serta besarnya potensi bencana terkait perubahan iklim yang ada dan mengancam daerah tersebut. Tiga tipe bencana yang dimasukkan diasumsikan merupakan bencana utama terkait perubahan iklim yang mengancam di Kabupaten Tana Toraja. Bencana tersebut meliputi bencana kekeringan, tanah longsor, dan banjir. Indeks Bencana Iklim merupakan resultante Indeks Risiko Bencana kekeringan, Indeks Risiko Bencana Longsor dan Indeks Risiko Bencana Banjir yang menghasilkan Indeks Komposit Bencana Iklim.

Risiko kekeringan ditentukan berdasarkan dua indikator utama, yaitu indikator luas tambah kekeringan tanaman pangan dan indikator curah hujan pada musim kering. Baseline risiko kekeringan dideduksi dari data rata-rata luasan tambah kekeringan tanaman pangan per wilayah kabupaten/kota yang dikeluarkan oleh Direktorat Perlindungan Tanaman Pangan untuk tahun 2005 – 2010 (Tabel 2.1). Indeks risiko bencana kekeringan pada tahun proyeksi (2020 dan 2050) dihitung dari hasil normalisasi nilai pada tahun baseline dikali dengan perubahan curah hujan pada musim kering di masing-masing kabupaten dari skenario SRES A1B. Nilai perubahan lebih besar dari satu artinya wilayah tersebut semakin kering. Kabupaten Tana Toraja Provinsi Sulawesi Selatan memiliki luas tambah kekeringan sebesar 217 ha dengan Indeks risiko kekeringan baseline, tahun 2020, 2050 secara berturut 0,17, 0,19, dan 0,17.

Tabel 2.1. Indeks bencana kekeringan yang dideduksi dari rata-rata luas tambah kekeringan tahun 2005 – 2010 sebagai baseline (RLTK, ha) tanaman pangan di Provinsi Sulawesi Selatan.

Kabupaten/ Kota	RLTK (ha)	Fraksi	Proyeksi Perubahan CH Musim Kering		Index Risiko Kekeringan		
	Baseline		2020	2050	Baseli ne	2020	2050
Tana Toraja	217	0.02	1,12	1,03	0,17	0,19	0,17

Sumber: Dewan Nasional Perubahan Iklim (2012).

Indeks Risiko Bencana Tanah Longsor

Risiko tanah longsor ditentukan berdasarkan dua indikator utama, yaitu indikator keterenggan dan indikator curah hujan pada musim hujan. Lokasi rawan longsor adalah lokasi dengan keterenggan lebih besar dari 40%. Berdasarkan analisis data DEM, diperoleh sebaran luas wilayah Kabupaten Toraja memiliki kemiringan lahan > 40% (Tabel 2.2) sebesar 150.554 ha. Indeks risiko bencana tanah longsor dihitung dari hasil normalisasi terhadap nilai maksimumnya. Indeks risiko bencana tanah longsor pada tahun proyeksi (2020 dan 2050) dihitung dari hasil indeks pada tahun baseline dikali dengan perubahan curah hujan pada musim hujan di masing-masing kabupaten/kota dari skenario SRES A1B. Nilai perubahan lebih besar dari satu artinya wilayah tersebut semakin basah sehingga akan meningkatkan risiko longsor (Dewan Nasional Perubahan Iklim, 2012). Berdasarkan luasannya, Kabupaten Tana Toraja dengan kemiringan lahan > 40% memiliki persentase luasan longsor tertinggi sebesar 73% dibanding Kab. Enkerang (69%) dan Kab. Luwu (64%). Beberapa kabupaten dan kota yang mempunyai fraksi kurang dari 1%, adalah Kabupaten Wajo dan Kota Makassar. Indeks risiko bencana tanah longsor pada tahun baseline tertinggi terjadi di Kab. Tana Toraja.

Tabel 2.2. Indeks risiko bencana longsor yang dideduksi dari fraksi luas wilayah dengan keterenggan lebih besar dari 40% Kabupaten Tana Toraja.

Kabupaten / Kota	ha	Fraksi	Proyeksi Perubahan CH Musim Hujan		Indeks Longsor		Risiko
			2025	2050	2009	2025	
Tana Toraja	150.554	0,73	0,91	0,97	0,75	0,68	0,73

Sumber: Dewan Nasional Perubahan Iklim (2012).

Indeks Risiko Bencana Banjir

Risiko banjir ditentukan berdasarkan dua indikator utama, yaitu indikator luas tambah banjir tanaman pangan dan indikator curah hujan pada musim hujan. Baseline risiko banjir dideduksi dari data luasan tambah banjir tanaman pangan per wilayah kabupaten/kota yang dikeluarkan oleh Direktorat Perlindungan Tanaman Pangan (Tabel 2.3). Indeks risiko bencana kekeringan pada tahun proyeksi (2020 dan 2050) dihitung dari hasil normalisasi nilai pada tahun baseline dikali dengan perubahan curah hujan pada musim hujan kabupaten dari skenario SRES A1B. Nilai perubahan lebih besar

dari satu artinya wilayah tersebut semakin basah sehingga akan meningkatkan risiko banjir. Kabupaten Tana Toraja Provinsi Sulawesi Selatan memiliki luas tambah Banjir seluas 3 ha, dibanding Kabupaten Sidrap (3.299 ha), Pinrang (3.102 ha), dan Wajo (3.073 ha). Berdasarkan fraksi terhadap luas sawah wilayah kabupaten, maka Kabupaten Tana Toraja memiliki fraksi terkecil di Provinsi Sulawesi Selatan dibanding Kab. Maros (15%), Kab. Soppeng (9%) dan Kab. Sidrap (7%) (Dewan Nasional Perubahan Iklim, 2012).

Tabel 2.3. Indeks bencana banjir yang dideduksi dari rata-rata luas tambah banjir tahun 2005 – 2010 sebagai baseline (RLTB, ha) tanaman pangan Kabupaten Tana Toraja

Kabupaten	RLTB	Fraksi	Proyeksi Perubahan CH Musim Hujan		Indeks Risiko Banjir		
	Baseline		2020	2050	Baseline	2020	2050
Tana Toraja	3	0,00	0,91	0,97	0,00	0,00	0,00

Berdasarkan indeks risiko dari masing-masing bencana iklim yang sudah dijelaskan di atas, maka nilai *composite climate hazard index* (CCHI, indeks komposit bencana iklim) Kabupaten Tana Toraja memiliki kelas CCHI yang kecil, dan tidak ada yang berubah pada tahun 2020 dan tahun 2050.

Risiko Iklim

Tingkat risiko iklim ditentukan berdasarkan matriks antara nilai *Coping Capacity Index* (CCI) dan *Composite Climate Hazard Index* (CCHI), sesuai Tabel 2.4 berikut.

Tabel 2.4. Penentuan tingkat resiko iklim.

<i>Coping Capacity Index</i> (CCI)	<i>Composite Climate Hazard Index</i> (CCHI)		
	Tinggi (H)	Sedang (M)	Rendah (L)
IV	Sangat Tinggi (ST)	Tinggi (T)	Sedang (S)
III	Tinggi (T)	Sedang (S)	Rendah (R)
II	Sedang (S)	Rendah (R)	Sangat Rendah (SR)
I	Rendah (R)	Sangat Rendah (SR)	Sangat Rendah (SR)

Tingkat risiko iklim masing-masing kabupaten/kota di Provinsi Sulawesi Selatan disajikan pada Tabel 2.5. Pada kondisi baseline tahun 2009, beberapa kabupaten memiliki risiko iklim dalam kategori sangat rendah (SR) sampai sedang (S). Akan tetapi, pada tahun 2020 dan 2050, beberapa kabupaten mengalami kenaikan tingkat risiko iklim, dan masuk dalam tingkat risiko iklim tinggi (T) dan sangat tinggi (ST). Kenaikan risiko tersebut dikarenakan oleh dua hal: (i) nilai *coping capacity index* (CCI) semakin memburuk (misal dari CCI = II pada tahun 2009 menjadi CCI = IV pada tahun 2020 dan 2050); dan (ii) kelas indeks komposit bencana iklim (CCHI) semakin memburuk (misal dari CCHI = L atau M pada tahun 2009 menjadi CCHI = H pada tahun 2020 dan 2050). Kabupaten yang memiliki tingkat risiko iklim sangat tinggi pada tahun 2009, 2020, dan 2050 adalah Kabupaten Maros, Kabupaten Wajo, Kabupaten Pinrang, dan Kabupaten Luwu Utara. Dua kabupaten mengalami kenaikan tingkat risiko iklim menjadi sangat tinggi pada tahun 2020 dan 2050, yaitu Kabupaten Bantaeng dan Kabupaten Takalar.

Kota Makasar, Kota Pare-pare dan Kota Palopo memiliki tingkat risiko iklim sangat rendah (SR) terutama karena semua kota tersebut memiliki nilai CCI=I serta kelas CCHI=L atau M. Nilai CCI=I artinya kota tersebut dilihat dari aspek sosial ekonomi dan biofisik memiliki tingkat kerentanan rendah dan kapasitas tinggi. Meskipun pada tahun 2020 dan 2050 ada kenaikan kelas CCHI dari L menjadi M (misal di Kota Pare-pare), kota-kota di Provinsi Sulawesi Selatan diskenarioakan akan mampu mengatasi bencana iklim, sehingga risiko iklim masuk dalam kategori sangat rendah (SR).

Tabel 2.5. Matrik Risiko Iklim per Kabupaten di Provinsi Sulawesi Selatan.

No	Kabupaten/ Kota	CCI			Kelas CCHI			Risiko Iklim		
		(nilai I – IV)			(L, M, H)			(5 tingkat)		
		2009	2020	2050	2009	2020	2050	2009	2020	2050
1	Selayar	III	III	III	L	L	L	R	R	R
2	Bulukumba	IV	IV	IV	M	M	M	T	T	T
3	Bantaeng	II	IV	IV	H	H	H	S	ST	ST
4	Jeneponto	IV	IV	IV	L	M	M	S	T	T
5	Takalar	IV	IV	IV	L	H	H	S	ST	ST
6	Gowa	II	IV	IV	L	L	L	SR	S	S
7	Sinjai	I	III	III	M	H	H	SR	T	T
8	Maros	IV	IV	IV	H	H	H	ST	ST	ST
9	Pangkep	III	III	III	L	L	L	R	R	R
10	Barru	I	III	III	M	M	M	SR	S	S
11	Bone	IV	IV	IV	M	M	M	T	T	T
12	Soppeng	I	III	III	H	H	H	R	T	T
13	Wajo	IV	IV	IV	H	H	H	ST	ST	ST
14	Sidrap	I	III	III	H	H	H	R	T	T
15	Pinrang	IV	IV	IV	H	H	H	ST	ST	ST
16	Enrekang	I	III	IV	M	M	M	SR	S	T
17	Luwu	IV	IV	IV	M	M	M	T	T	T
18	Tana Toraja	II	III	II	M	M	M	R	S	R
19	Luwu Utara	IV	IV	IV	H	H	H	ST	ST	ST
20	Luwu Timur	I	I	II	M	L	M	SR	SR	R
21	Tana Toraja Utara	II	III	II	L	L	L	SR	R	SR
22	Makassar	I	I	I	L	L	L	SR	SR	SR
23	Pare-pare	I	I	I	L	M	M	SR	SR	SR
24	Palopo	I	I	I	L	L	L	SR	S	SR

Keterangan :		Kelas CCHI		Risiko Iklim	
CCI		L	Rendah (Low)	ST	Sangat Tinggi
I	V rendah, C tinggi	M	Sedang (Medium)	T	Tinggi
II	V rendah, C rendah	H	Tinggi (High)	S	Sedang
III	V tinggi, C tinggi			R	Rendah
IV	V tinggi, C rendah				

REFERENSI

- IPCC. 2001. *Climate Change 2001: The Scientific Basis. Contribution of Working Group I to the Third Assessment Report of the Intergovernmental panel on Climate Change.* Cambridge Univ. Press. New York.
- Surmaini, E., Runtuwuu, E., dan Las, I. 2011. Upaya Sektor Pertanian dalam Menghadapi Perubahan Iklim. *Jurnal Libang Pertanian* 30(1) 2011.
- Tjasyono, Bayong. 1999. *Klimatologi.* Bandung: Penerbit ITB.
- Aldrian, E., dan Susanto, RD. 2003. Identification of Three Dominant Rainfal Regions within Indonesia and their Relationship to Sea Surface Temperature. *Int. J. Climatol* 23:1435-1452.
- Prawiwardoyo, Susilo. 1996. *Meteorologi.* Bandung: ITB Bandung.
- Susandi, A., Herianti, I., Tamamadin, M., dan Nurlela I. 2008. Dampak Perubahan Iklim terhadap Ketinggian Muka Laut di Wilayah Banjarmasin. *Jurnal Ekonomi Lingkungan* Vol.12/No.2/2008.
- Porteous, A. 1992. *Environmental and Sanitation.* New York: A Willey -Interscience Publicatin,
- Dany, LD. 2000. *Climate and Global Enviromental Change.* Canada: Prentice Hall.
- Houweling, S., T. Rockmann, I. Aben, F. Keppler, M. Krol, J.F. Meirink, E.J. Dlugokenckly, & C. Frankenberg. 2006. Atmospheric Constrains on Global Emissions of Methane Fram Plants. *Geophys. Res. Lett.*, 33, L15821, doi:10.1029/2006GL026162. <http://ages.org/grads/>
- Nur Febrianti. 2008. PERUBAHAN ZONA IKLIM DI INDONESIA DENGAN MENGGUNAKAN SISTEM KLASIFIKASI KÖPPEN. nProsiding "Workshop Aplikasi Sains Atmosfer", LAPAN 1 Desember 2008. Pusat Pemanfaatan Sains Atmosfer dan Iklim, LAPAN
- Anonim. *Atlas Sumberdaya Iklim Pertanian Indonesia.* Balai Penelitian Agroklimat dan Hidrologi - Bogor.

- Beck, C., J. Grieser, M. Kottek, F. Rubel, and B. Rudolf. 2005. Characterizing Global Climate Change by means of Köppen Climate Classification. *Klimastatusbericht*:139-149. Climatic Research Unit. September 2008. <http://www.cru.uea.ac.uk>
- IPCC WG1 Report. 2007. *Climate Change 2007 The Physical Science Basis*. IPCC.
- Kottek, M., J. Grieser, C. Beck, B. Rudolf, and F. Rubel. 2006. World Map of the Köppen-Geiger climate classification updated. *Meteorol. Z*:15, 259-263. DOI:10.1127/0941-2948/2006/0130.
- Rafi'i, S. 1995. *Meteorologi dan Klimatologi*. ANGKASA. Bandung.
- Ratag, M.A., Halimurrahman, Juaeni I., Siswanto B., dan Adikusumah N. 2004. *Perubahan Iklim Basis Ilmiah dan Dampaknya*. LAPAN, Tjasjono, B. 1999. *Klimatologi Umum*. ITB. Bandung.
- Armi Susandi, Indriani Herlianti, Mamad Tamamadin, Irma Nurlela. 2008. Dampak Perubahan Iklim Terhadap Ketinggian Muka Laut Di Wilayah Banjarmasin. *Jurnal Ekonomi Lingkungan* Vol.12/No.2/2008.
- Darwin, R.F. and R.S.J. Tol, 'Estimates of the Economic Effects of Sea Level Rise', *Environmental and Resource Economics*, 19 (2), 113-129, 2001.
- IPCC, SRES (Special Reports on Emission Scenarios), 2001.
- IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change), *Climate Change 2007 : The Physical Science Basis. Summary for Policy Makers, Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Paris, February 2007. <http://www.ipcc.ch/>, 2007.
- Profil Kota/Kabupaten Banjarmasin, 2003.
- Susandi, A. The impact of international greenhouse gas emissions reduction on Indonesia. Report on Earth System Science, Max Planck Institute for Meteorology, Jerman,2004.
- Susandi, A., Y. Firdaus dan I. Herlianti. Impact of Climate Change on Indonesian Sea Level Rise with Referente to It's

Socioeconomic Impact. EEPSEA Climate Change Conference, Bali, 2008.

Ustun, Aydin et.al., An Evaluation of SRTM3 Data : Validity, Problems, and Solutions, Selcuk University, 2006.

BAB III PERTANIAN ORGANIK

A. Sekilas tentang Pertanian Organik di Indonesia

Sejarah pertanian merupakan bagian dari sejarah kebudayaan manusia. adanya pertanian ketika manusia bisa menjaga ketersediaan bahan makanan bagi manusia tersebut. Segala sesuatu yang diusahakan dalam menciptakan dan mengembangkan pertanian itu disebut dengan kebudayaan agraris, dari sinilah awal lahir dari lahirnya pertanian.

Sedangkan sejarah pertanian organik sendiri, menurut beberapa literatur bahwa yang pertama kali mengenalkan sistem pertanian organik adalah **Sir Albert Howard**, seorang ahli pertanian berkebangsaan Inggris. Dia banyak mempelajari ilmu pertanian di India, semenjak jadi konsultan pertanian di negara tersebut. Apa yang ia dapatkan dalam belajar pertanian di negeri barat ia padukan dengan sistem pertanian tradisional di India. Diantara hal yang ia perhatikan adalah kesinambungan pertanian tradisional yang menekankan pada aspek kesehatan dan kesuburan dengan kelestarian lingkungan dan kesehatan tanaman.

Akan tetapi setelah adanya program revolusi hijau dan swasembada pangan di Indonesia yang menekankan petani untuk bisa memaksimalkan hasil pertanian dengan cara-cara modern dimana keterlibatan bahan-bahan kimia dan sintetis cukup tinggi, maka pertanian organik menjadi memudar. Kebiasaan-kebiasaan petani mandiri yang tidak tergantung pada produk kimia menjadi bergantung dan kecanduan. Sehingga pertanian organik mulai ditinggalkan dan melahirkan pertanian modern yang nampaknya tidak lagi memperhatikan aspek kesuburan tanah dan kelestarian lingkungan.

Seiring terus berkembang kesadaran akan pentingnya kesehatan dan kelestarian lingkungan yang menurun kualitasnya secara ekologi yang diakibatkan oleh penggunaan pupuk dan pestisida kimia, maka masyarakat Indonesia saat ini mulai kembali pada sistem pertanian organik atau mungkin sekarang dikenal dengan pertanian berkelanjutan yang memperhatikan aspek kelestarian lingkungan.

Pendekatan penghidupan berkelanjutan adalah cara berpikir dan bekerja untuk pembangunan yang berkembang secara evolusi dengan tujuan mengefektifkan segala usaha-usaha mengakhiri kemiskinan dan ketidakadilan. Pendekatan penghidupan berkelanjutan tersebut didukung oleh seperangkat prinsip yang menggambarkan pengorganisasian, pemahaman, dan bekerja menangani masalah kemiskinan dan ketidakadilan yang disesuaikan terhadap prioritas dan situasi lokal. Beberapa alternatif pengertian dari konsep berkelanjutan, yaitu: (1) suatu kondisi

dikatakan berkelanjutan (*sustainable*) jika utilitas yang diperoleh masyarakat tidak berkurang sepanjang waktu dan konsumsi tidak menurun sepanjang waktu (*non-declining consumption*), (2) keberlanjutan adalah kondisi dimana sumber daya alam dikelola sedemikian rupa untuk memelihara kesempatan produksi dimasa mendatang, (3) keberlanjutan adalah kondisi dimana sumber daya alam (*natural capital stock*) tidak berkurang sepanjang waktu (*nondeclining*), (4) keberlanjutan adalah kondisi dimana sumber daya alam dikelola untuk mempertahankan produksi jasa sumber daya alam, dan (5) keberlanjutan adalah adanya kondisi keseimbangan dan daya tahan (*resilience*) ekosistem terpenuhi.

Pertanian berkelanjutan (*sustainable agriculture*) adalah sistem pertanian yang harus dibangun dengan fondasi sumberdaya yang dapat diperbaharui yang berasal dari lingkungan usaha tani dan sekitarnya. Pertanian dapat dikatakan pertanian berkelanjutan jika mencakup hal-hal sebagai berikut, yaitu mantap secara ekologis, berlanjut secara ekonomis, adil, manusiawi, dan luwes. Sistem pertanian berkelanjutan harus dievaluasi berdasarkan pertimbangan beberapa kriteria, yaitu aman menurut wawasan lingkungan, menguntungkan secara ekonomi, adil menurut pertimbangan sosial, manusiawi terhadap semua bentuk kehidupan, dan mudah diadaptasi (luwes). Tiga alternatif pendekatan konseptual mengenai definisi keberlanjutan pertanian yakni:

1. Keberlanjutan pertanian terkait dengan istilah teknik dan ekonomis, dengan melihat kapasitas untuk menyediakan permintaan yang semakin beragam dan meningkat terhadap komoditi tertentu.
2. Keberlanjutan pertanian sebagai pertanyaan ekologis merujuk pada suatu sistem pertanian dimana mengurangi polusi dan faktor-faktor yang merusak keseimbangan ekologi dari sistem yang tidak berkelanjutan.
3. Keberlanjutan pertanian di bawah istilah pertanian alternatif, menempatkan keberlanjutan tersebut pada titik berat yang paling utama terkait dengan keberlanjutan tidak hanya sebagai sumber daya fisik tapi sejumlah set nilai-nilai komunitas.

Pertanian berkelanjutan bisa diwujudkan melalui berbagai sistem usaha tani, termasuk pertanian organik yang menekankan daur ulang hara secara alami, sehingga penggunaan input luar menjadi rendah. Indonesia telah lama menerapkan prinsip ekologis dari pengembangan pertanian berkelanjutan, salah satunya yaitu pertanian organik. Pertanian organik merupakan salah satu bukti adanya gerakan-gerakan pengembangan pertanian yang ramah lingkungan. Terdapat tiga kesepakatan yang harus dilaksanakan dalam pembangunan pertanian berkelanjutan, ialah (i) produksi pertanian harus ditingkatkan tetapi efisien dalam pemanfaatan sumber daya; (ii) proses biologi harus dikontrol oleh sistem pertanian itu sendiri (bukan tergantung pada masukan yang berasal dari luar pertanian); dan (iii) daur hara dalam sistem pertanian harus lebih ditingkatkan dan bersifat lebih tertutup.

Menurut beberapa pendapat para ilmuwan, pertanian organik harus dapat berkelanjutan secara ekonomi. Keberlanjutan ekonomi adalah pembangunan yang mampu mengendalikan barang dan jasa secara kontinu untuk memelihara keberlanjutan pemerintahan dan menghindari terjadinya keseimbangan sektoral yang dapat merusak produksi pertanian dan industri. Keberlanjutan ekonomi dari perspektif pembangunan memiliki dua hal utama yang antara keduanya mempunyai keterkaitan yang erat dengan tujuan aspek keberlanjutan lainnya. Pertanian organik menjamin keberlanjutan ekonomi yang terlihat dari:

- [1] Produksi yang lebih efisien dan menguntungkan dihasilkan dari pertanian organik melalui peningkatan produktivitas, biaya rendah namun keuntungan tinggi.
- [2] Pertanian organik dapat meningkatkan ketahanan pangan dan keuntungan bagi masyarakat lokal selain baik juga untuk kesehatan.

Istilah pertanian organik dalam bahasa Indonesia merupakan terjemahan langsung dari istilah *organic agriculture* dan *organic farming* yang ditemui dalam literatur-literatur berbahasa Inggris. Istilah pertanian organik menyebabkan petani dan konsumen untuk menghindarkan bahan kimia dan pupuk yang meracuni lingkungan dengan tujuan untuk memperoleh kondisi lingkungan yang sehat. Mereka juga berusaha untuk menghasilkan produksi tanaman yang berkelanjutan dengan cara memperbaiki kesuburan tanah menggunakan sumber daya alami seperti mendaur-ulang limbah pertanian.

Pertanian organik di Indonesia mulai muncul pada tahun 1984. Yayasan Bina Sarana Bakti mulai pengembangan pertanian organik di Cisarua, Bogor pada lahan seluas 4 hektar. Dari Cisarua ini, banyak orang belajar mengenai pertanian organik dan kemudian mengembangkannya di daerahnya. Sekarang ini, pertanian organik sudah banyak diterapkan, seperti di Lembang (Bandung), Kaliwiro (Wonosobo), dan Salatiga.

Di tempat-tempat tersebut, tanaman organik diusahakan dalam hamparan atau ditanam di lahan. Karena kebanyakan tanaman yang diusahakan berupa tanaman sayuran maka di Jakarta pun telah banyak pengusaha tanaman organik yang menanam di pot atau polybag.

Jenis tanaman yang ditanam secara organik pun sekarang tidak terbatas hanya tanaman sayuran saja, tetapi telah diusahakan tanaman buah (walaupun tidak dalam skala luas), tanaman padi, maupun tanaman obat. Produk tanaman organik masih terbatas dikonsumsi oleh orang-orang yang sadar akan kesehatan. Namun, dengan munculnya produk pertanian organik di setiap pameran dan ditunjang promosi mengenai pentingnya kesehatan, tidak menutup kemungkinan ditahun mendatang banyak orang yang beralih ke produk tanaman organik.

B. Mengapa Pertanian Organik?

Pertanian organik merupakan jawaban atas revolusi hijau yang digalakkan pada tahun 1960-an yang menyebabkan berkurangnya

kesuburan tanah dan kerusakan lingkungan akibat pemakaian pupuk dan pestisida kimia yang tidak terkendali. Sistem pertanian berbasis *high input energy* seperti pupuk kimia dan pestisida dapat merusak tanah yang akhirnya dapat menurunkan produktifitas tanah sehingga berkembang pertanian organik. Pertanian organik sebenarnya sudah sejak lama dikenal, sejak ilmu bercocok tanam dikenal manusia, semuanya dilakukan secara tradisional dan menggunakan bahan-bahan alamiah. Pertanian organik modern didefinisikan sebagai sistem budidaya pertanian yang mengandalkan bahan-bahan alami tanpa menggunakan bahan kimia sintesis. Pengelolaan pertanian organik didasarkan pada prinsip kesehatan, ekologi, keadilan, dan perlindungan. Prinsip kesehatan dalam pertanian organik adalah kegiatan pertanian harus memperhatikan kelestarian dan peningkatan kesehatan tanah, tanaman, hewan, bumi, dan manusia sebagai satu kesatuan karena semua komponen tersebut saling berhubungan dan tidak terpisahkan.

Penerapan pertanian organik dapat memberikan sejumlah keuntungan di bidang ekonomi berupa semakin meningkatnya pendapatan petani, terciptanya lapangan kerja baru di pedesaan, serta meningkatnya daya saing dan nilai tambah produk agribisnis secara berkelanjutan. Dari segi ekonomi, pertanian organik akan lebih menghemat devisa negara untuk mengimpor pupuk, bahan kimia pertanian, serta memberi banyak kesempatan lapangan kerja dan meningkatkan pendapatan petani.

Pertanian organik adalah salah satu sistem pertanian yang ramah lingkungan. Pertanian organik merupakan pertanian yang berwawasan lingkungan karena dalam pengolahannya menggunakan bahan organik yang akan menunjang dan menjaga kesuburan tanah, serta mengembalikan kerusakan tanah akibat pertanian anorganik. Pertanian organik adalah kegiatan pertanian yang mengupayakan penggunaan asupan luar yang minimal dan menghindari penggunaan pestisida dan pupuk sintetik. Pertanian organik merupakan pertanian yang berwawasan lingkungan karena dalam pengolahannya menggunakan bahan organik yang akan menunjang dan menjaga kesuburan tanah, serta mengembalikan kerusakan tanah akibat pertanian anorganik.

Dalam mengembangkan pertanian organik, diperlukan perencanaan dan implementasi yang baik secara bersamaan. Perencanaan dan implementasi juga dilakukan secara bersama antara pemerintah dan pelaku usaha. Program "Go Organic 2010", yang berisi berbagai kegiatan seperti pengembangan teknologi pertanian organik, membentuk kelompok tani organik, pengembangan perdesaan melalui pertanian organik, dan membangun strategi pemasaran pangan organik. Tetapi kenyataannya, pertanian organik belum berkembang dan masih sangat sedikit produk yang dihasilkan. Artinya, belum banyak petani yang menerapkan usaha pertanian secara organik. Pemerintah dalam hal ini termasuk masyarakat pertanian Indonesia diharapkan bertindak nyata dalam upaya mempopulerkan dan mengangkat citra produk pertanian organik Indonesia untuk mendukung terwujudnya ketahanan pangan yang tangguh.

Kelebihan dan kekurangan pertanian organik

Berkembangnya suatu sistem, dalam hal ini sistem budidaya tentu mempunyai kelebihan maupun kekurangan apabila dibandingkan dengan sistem yang lain. Demikian pula sistem pertanian organik mempunyai kelebihan dan kekurangan dibandingkan dengan sistem pertanian non-organik.

Kelebihan

Kelebihan dari digunakannya sistem pertanian organik antara lain sebagai berikut.

- Tidak menggunakan pupuk maupun pestisida kimia sehingga tidak menimbulkan pencemaran lingkungan, baik pencemaran tanah, air, maupun udara, serta produknya tidak mengandung racun.
- Jika pertanian konvensional dilakukan terus menerus semakin lama akan menurunkan kualitas lahan, sebaliknya pertanian organik semakin lama dilakukan, maka kualitas lahan secara fisik, kimiawi dan terutama biologis semakin meningkat dari waktu ke waktu
- Produk organik terutama buah dan sayur mempunyai kualitas organoleptik yang lebih baik dibandingkan tanaman non-organik.
- Daya simpan produk organik lebih lama dibandingkan produk non-organik
- Produk tanaman organik jika telah diakui atau disertifikasi nilai jualnya lebih tinggi.

Kekurangan

Sistem pertanian organik juga mempunyai faktor kekurangan atau kelemahan, yaitu sebagai berikut:

- Kebutuhan tenaga kerja mungkin lebih banyak, terutama untuk pengendalian hama dan penyakit.
- Umumnya, pengendalian hama dan penyakit masih dilakukan secara manual, apabila menggunakan pestisida alami, perlu dibuat sendiri karena pestisida seperti ini belum banyak dijual di pasaran.
- Penampilan fisik tanaman organik kurang bagus (misalnya berukuran lebih kecil dan daun berlubang-lubang) dibandingkan dengan tanaman yang dipelihara secara non-organik.
- Hasil panen pertanian organik biasanya lebih sedikit dibandingkan pertanian konvensional, hal ini yang biasa menjadi hambatan dalam merubah persepsi petani.

C. Komponen Pertanian Organik

Komponen penting dalam pertanian organik adalah penggunaan pupuk organik dalam bentuk padat maupun cair. Selain itu penggunaan langsung pupuk kandang juga menjadi komponen pertanian organik yang telah banyak diaplikasikan secara luas.

Komponen penting lain adalah penggunaan pestisida nabati (*bio-pesticide*) sebagai bahan pengendali untuk serangan Organisme Pengganggu Tanaman (OPT).

Selain pupuk dan pestisida, dalam sistem budidaya pertanian juga dikenal Zat Pengatur Tumbuh (ZPT). Opsi organik dari ZPT ini bisa disubstitusi dari penggunaan bahan-bahan alami/tanaman seperti air kelapa dan ekstrak umbi-umbian dan ekstrak kecambah. ZPT organik ini belum banyak digunakan oleh petani tradisional termasuk di lokasi penelitian yaitu Tana Toraja dan Toraja Utara.

1. Pupuk Organik

Secara umum penggunaan bahan organik sebagai input pada lahan pertanian sudah dilakukan oleh petani di daerah penelitian (Toraja dan Toraja Utara). Umumnya petani membuat kompos dengan bahan-bahan yang tersedia dan mudah diperoleh di sekitar lahan mereka. Akan tetapi jenis yang telah mereka buat adalah jenis pupuk organik padat (kompos) dengan bahan-bahan yang sederhana dan tanpa penambahan mikroorganisme.

1.1. Kompos

Kompos bagi petani di Toraja bukanlah hal yang baru dikenal. Meskipun mungkin mereka belum memahami kandungannya dan pengaruh bahan baku yang digunakan terhadap kualitas kompos. Pada dasarnya mereka memahami bahwa kompos merupakan pupuk yang terbuat dari bahan organik yang penting dan banyak dibutuhkan tanaman. Tim peneliti memperkenalkan kepada petani bahwa kompos bisa terbentuk dengan baik karena bagian-bagian tanaman yang digunakan mengalami penguraian oleh mikroorganisme

Petani Toraja pada awalnya membuat kompos dengan memasukkan dan menumpuk begitu saja bagian-bagian tanaman dan sisa-sisa panen ke dalam suatu tempat. Bahan-bahan yang digunakan tersebut akan hancur dan dibusukkan oleh bakteri pengurai di alam, meskipun keterlibatan mikroorganisme ini belum disadari oleh petani pada awalnya. Pembuatan kompos secara tradisional dilakukan dengan cara menimbun dedaunan dan pupuk kandang, atau menguburnya di dalam sebuah lubang. Proses pembuatan kompos ini dapat memakan waktu yang cukup lama. Dengan adanya pendampingan dari Tim peneliti CRAIP yang memperkenalkan penggunaan mikroba tambahan pada kompos petani, mereka dapat menyelesaikan pembuatan kompos yang lebih cepat dan efisien.

Kompos sangat tepat menjadi suatu kegiatan yang dikembangkan dalam kegiatan CRAIIP karena kompos adalah pupuk organik memiliki kandungan unsur hara yang ramah lingkungan. Unsur hara yang terdapat pada kompos tidak akan merusak tanah seperti pupuk buatan pabrik (pupuk anorganik). Hal ini relevan bagi lahan pertanian dalam kondisi perubahan iklim yang sedang terjadi dewasa ini. Selain itu kompos juga bersifat *slow release* sehingga tidak berbahaya bagi tanaman, walaupun dalam jumlah yang digunakan cukup banyak.

Keunggulan Pupuk Kompos

Secara umum, pupuk kompos sangat layak digunakan karena memiliki keunggulan-keunggulan antara lain:

- Kompos dapat memperbaiki struktur tanah, terutama pada lahan yang sudah terlalu lama dipupuk dengan pupuk kimia dimana tanah menjadi keras, liat, dan asam. Pupuk kompos bersifat remah dan gembur akan memperbaiki struktur dan pH tanah.
- Kompos memiliki kandungan unsur hara mikro dan makro yang lengkap meskipun dalam jumlah sedikit, tetapi menjadi esensial, karena terkadang unsur yang sedikit itu justru menjadi faktor pembatas bagi tanaman. Kekurangan salah satu unsur mikro atau makro akan menyebabkan pertumbuhan tanaman terganggu bahkan dapat mempengaruhi kemampuan tanaman dalam menyerap unsur hara lain yang diperlukan.
- Kandungan unsur hara yang rendah tidak menurunkan nilai penting dari kompos karena salah satu keunggulan penting dari kompos adalah dapat memperbaiki kondisi biologis tanah. Hal ini akan meningkatkan aktivitas mikroorganisme tanah yang akan bersimbiosis dengan tanaman dalam penyerapan unsur hara.
- Kompos dapat dibuat sendiri dengan biaya yang murah. Penggunaan kompos sangat mendukung pertanian ramah lingkungan dan akan menjaga kelestarian lingkungan.

Kompos dan kebiasaan petani di Toraja

Para petani di Kabupaten Tana Toraja dan di Toraja utara sebelum adanya kegiatan CRAIIP ternyata telah sering membuat kompos, baik disengaja maupun tanpa disengaja. Salah satu kebiasaan petani adalah membiarkan hewan ternaknya (kerbau) untuk berkeliaran di lahan pertanian mereka berupa kebun maupun sawah. Ternak tersebut memakan rumput-rumput liar dan sekaligus meninggalkan kotoran di lahan pertanian. Selain itu pada lahan tersebut terdapat pula sisa-sisa tanaman yang telah dipanen, misalnya jerami pada lahan sawah dan potongan sisa tanaman di kebun. Sisa panen yang bercampur dengan kotoran ternak yang bercampur dan kemudian dibajak bersama-sama saat pengolahan tanah secara tidak langsung merupakan bagian proses pengomposan.

Selain pengomposan secara tidak langsung (disadari) tersebut, sebagian petani juga telah membuat kompos dengan memanfaatkan sisa-sisa panen dan bahan-bahan hijauan lainnya yang terdapat di sekitar lingkungan mereka.

Baik pembuatan secara sengaja maupun tidak sengaja, hal yang belum disadari dan dilakukan oleh petani di Toraja adalah penambahan secara khusus mikroorganisme dalam pengomposan mereka. Selain itu jika petani membuat kompos, mereka melakukan secara otodidak, mencampur bahan apapun yang tersedia yang mungkin berbeda-beda baik dalam hal jenis material maupun jumlah yang digunakan. Hal ini menyebabkan tidak tercapainya standarisasi yang menjadi syarat bagi kompos yang berkualitas, terutama jika kompos yang dihasilkan diproyeksikan untuk dijual secara komersil.

Berdasarkan kondisi tersebut, salah satu kegiatan penting CRAIIP adalah melatih petani dalam mengoptimalkan pembuatan kompos sehingga lebih berkualitas, terstandar dan berkelanjutan.

Pembuatan Pupuk Organik Padat (Kompos)

Petani di Toraja diberikan pelatihan dalam pembuatan kompos padat dengan tahapan-tahapan sebagai berikut:

1. Pembuatan rumah kompos

Pembuatan kompos memerlukan waktu bagi bahan kompos untuk terfermentasi selama 2 – 3 minggu sehingga memerlukan suatu tempat yang menjamin bahan-bahan tersebut terlindung dari sinar matahari langsung dan limpasan air hujan. Hal ini untuk mencegah resiko gangguan dan bahkan kematian mikroorganisme jika terkena terik matahari sehingga menghambat proses dekomposisi. Oleh karena itu hal pertama yang perlu dipersiapkan oleh petani adalah rumah kompos (Gambar 3.1).



Gambar 3.1. Rumah kompos di Desa Bua Tarrung (kiri) dan Desa Buntu Datu (kanan).

Meskipun keberadaan rumah kompos sangat penting, namun jika belum tersedia, maka dapat dibuat *composting site* sederhana dengan

membuat tatakan dari bamboo atau kayu yang dilapisi dan ditutupi dengan terpal plastik untuk menghindari terpaan matahari dan hujan. Hal ini sebagaimana yang dilakukan di desa Tallang Sura' (Gambar 3.2).



Gambar 3.2. *Composting site* sederhana sementara di desa Tallang Sura' pada saat rumah kompos sedang dalam pembangunan

2. Mempersiapkan Bahan

Konsep ramah lingkungan dengan pertanian organik mensyaratkan pemanfaatan limbah dan bahan-bahan lokal sebagai material dalam pembuatan kompos. Petani di Toraja yang selama ini telah melakukan pembuatan kompos memanfaatkan bahan-bahan yang mudah diperoleh di sekitar lingkungan dan lahan mereka. Bahan-bahan yang digunakan dalam kegiatan pembuatan kompos dengan pendampingan dari tim CRAIIP adalah **jerami padi**, **pupuk kandang kerbau**, **hijauan lokal**. Jenis hijauan lokal yang digunakan bervariasi sesuai kebiasaan petani. Namun secara khusus dalam kegiatan pelatihan oleh Tim CRAIIP ini diperkenalkan penambahan bahan ki pahit atau paitan (*Tithonia diversifolia*) (Gambar 3.3).



Gambar 3.3. Ki pahit (*Tithonia diversifolia*).

Penggunaan ki pahit berdasarkan beberapa referensi yang menyebutkan keunggulan tumbuhan ini sebagai bahan organik yang telah dicoba pada tanaman kedelai (Lestari, 2016). Trubus (2011) membeberitakan keunggulan penggunaan ki pahit dalam meningkatkan produksi tanaman jagung bahkan dengan tanpa penggunaan pupuk kimia.



Gambar 3.4. Tumbuhan ki pahit/paitan (*Tithonia diversifolia*) sebagai bahan pembuatan kompos oleh petani di Toraja.



Gambar 3.5. Pengumpulan bahan pembuatan kompos berupa hijauan dan kotoran ternak.

3. Menakar bahan yang digunakan

Salah satu permasalahan dalam pembuatan kompos adalah sulitnya menjaga konsistensi kandungan hara dan properti dari kompos yang dihasilkan. Hal ini disebabkan karena terjadinya perubahan maupun penambahan material yang digunakan pada setiap pembuatan yang berbeda-beda. Untuk meminimalisir variasi seperti ini dan meningkatkan standarisasi dari kompos yang dibuat maka petani dilatih untuk membiasakan menakar jenis bahan yang digunakan.



Gambar 3.6. Penimbangan dan penakaran bahan yang akan digunakan untuk pembuatan kompos. Penakaran dapat berbasis berat atau berbasis volume.

Satu hal yang perlu diperhatikan dalam standarisasi material kompos untuk petani adalah menjaga agar bahan-bahan yang digunakan diformulasikan sesederhana dan sesimpel mungkin untuk memudahkan petani dalam mengingat atau mencatat bahan-bahan tersebut.

Adapun secara detail bahan-bahan dan alat yang digunakan oleh petani binaan di Toraja dalam pembuatan kompos adalah:

- Koloran ternak: 250 kg
- Jerami padi: 225 kg
- Hijauan: 150 kg
- Air, sesuai kebutuhan
- Mikroba yang mudah diperoleh (EM4): 5 ml untuk setiap 0.5 liter air yang digunakan.
- Ember
- Terpal plastik
- Sekop
- Cangkul
- Gembor

4. Tahapan Pembuatan kompos

Seluruh bahan hijauan dan limbah pertanian (jerami) yang akan digunakan telah dicacah/dipotong menjadi potongan kecil untuk mempercepat proses fermentasi kompos nantinya.

Bahan yang akan digunakan dipastikan ditakar dalam kondisi kering, terutama kotoran hewan. Keringnya bahan akan memudahkan dalam pencampuran.

Tahapan pembuatan kompos yang dilakukan oleh petani binaan kegiatan CRAIP di Toraja dapat dilihat sebagai berikut:

Pencampuran bahan



Seluruh bahan dicampur di dalam rumah kompos dengan alas lantai atau terpal plastik jika lantai rumah kompos masih berupa tanah. Pastikan tidak membuat kompos langsung diatas permukaan tanah tanpa alas.



Pengadukan bahan



Untuk memastikan seluruh bahan telah tercampur maka dilakukan pengadukan dengan menggunakan cangkul/sekop. Jika kotoran ternak masih menggumpal dalam bongkahan besar, sebaiknya dipecah-pecahkan menjadi bongkahan yang kecil.

**Pengenceran mikroba**

Sambil melakukan pengadukan bahan, dapat dilakukan pengenceran mikroba. Untuk kegiatan pendampingan pembuatan kompos ini, mikroba yang digunakan adalah EM4 karena murah dan mudah diperoleh di toko-toko tani.

**Pemberian air dan mikroba ke dalam bahan**

Bahan yang sudah tercampur rata kemudian dibasahi dengan air yang telah dicampur dengan mikroba

**Pengadukan bahan yang telah bercampur air dan mikroba**



Air yang telah mengandung mikroba diberikan sambil terus mengaduk-aduk bahan agar seluruh bagian tumpukan dipastikan basah dan mendapat suplai mikroba. Pemberian air dilakukan hingga campuran bahan cukup basah namun tidak sampai terlalu basah. Cara menakarnya cukup sederhana, yaitu dengan menggenggam bahan, bahan telah terasa basah namun tidak ada air menetes, atau hanya menetes sedikit



Penutupan tumpukan



Setelah bahan telah tercampur rata dan cukup basah. Tumpukan bahan kemudian ditutup dengan terpal plastik. Tumpukan harus dibuat tinggi lebih dari 1 meter agar panas dalam tumpukan nantinya bisa terakumulasi.



Pengadukan kompos dalam proses fermentasi

Karena metode pengomposan yang dilakukan petani Toraja adalah metode aerob, maka setelah dibiarkan selama 1 minggu, tumpukan kompos perlu bolak-balik untuk memastikan mikroba mendapatkan udara dan untuk meratakan suhu yang mungkin terlalu tinggi pada

pusat tumpukan. Suhu ideal proses pengomposan adalah 60-70 °C. Jika suhu terlalu tinggi (>70 °C) dikhawatirkan akan merugikan bagi mikroorganisme yang membantu proses fermentasi kompos. Setelah seminggu pertama, setiap tiga hari, dilakukan pengadukan atau pembalikan tumpukan bahan organik. Tumpukan bagian bawah dibalik dan dipindahkan ke atas. Selama proses pengomposan, suhu di sekitar bahan organik akan naik. Hal ini menunjukkan berlangsungnya proses dekomposisi dengan baik. Setelah melalui proses pengadukan ke-4 atau setelah 12 hari proses pengomposan, suhu tumpukan akan menurun yang menandakan proses dekomposisi menurun intensitasnya.

5. Memeriksa kematangan kompos

Proses fermentasi bahan organik menjadi kompos memerlukan waktu 2 – 3 minggu. Setelah 2 minggu dapat dilakukan pengecekan untuk memeriksa apakah tumpukan kompos telah jadi dan matang. Kompos matang artinya kompos siap pakai, kompos yang belum jadi jika digunakan justru bisa memberikan efek yang merugikan bagi tanaman antara lain karena suhunya belum stabil dan masih melepaskan panas, karena aktivitas mikroba masih berlangsung. Oleh karena itu memastikan bahwa kompos telah jadi/matang merupakan hal penting untuk diketahui oleh petani.

Adapun beberapa langkah mengecek kematangan kompos yang dilakukan oleh petani di Toraja antara lain:

- Pengecekan suhu, dapat dilakukan dengan termometer, atau jika sudah tahap akhir cukup diperiksa dengan memasukkan jari ke dalam tumpukan kompos. Jika masih terasa hangat apalagi panas, maka berarti kompos belum matang karena proses dekomposisi bahan organik masih berlangsung
- Pengecekan tekstur, dilakukan dengan menggenggam kompos dan meremas kompos. Jika kompos telah matang maka tidak terasa panas dan relatif dingin. Selain itu, apabila kepala dikencangkan, kompos akan mengeluarkan sedikit air. Fisik kompos matang juga tidak akan menggumpal saat dijatuhkan, menyerupai pasir yang sudah kering.
- Pengecekan bau, kompos yang sudah matang relatif tidak berbau. Jika dicium, aromanya seperti tanah.

Kompos yang telah matang sebaiknya dikeringanginkan dengan menghamparkan tanpa terkena sinar matahari langsung.

6. Faktor Penting dalam Pengomposan

Secara umum petani di Toraja telah memahami teknik dan proses pembuatan kompos. Meskipun demikian perlu juga bagi petani untuk memahami beberapa hal penting yang terkait dengan pengomposan. Dengan memahami faktor-faktor tersebut, maka diharapkan petani di Toraja mampu berinovasi untuk mempercepat proses pengomposan, atau meningkatkan kualitas kompos. Apalagi dalam jangka panjang

pendampingan petani Toraja oleh tim CRAIP juga termasuk memberdayakan mereka untuk bisa menjadi produsen pupuk organik baik padat maupun cair.

Berikut beberapa faktor yang harus diperhatikan dalam kaitannya dengan proses dekomposisi dari kompos.

o **Jenis dan ukuran Bahan Kompos**

Ukuran bahan organik yang digunakan sebagai bahan baku kompos mempengaruhi cepat atau lambat proses penguraian. Semakin kecil ukuran bahan yang difermentasi, proses penguraian oleh mikroba akan berlangsung lebih cepat dan kompos lebih cepat matang. Selain itu jenis bahan juga berpengaruh. Bahan-bahan yang bereserat dan berkayu membutuhkan waktu yang lebih lama untuk terdekomposisi. Semakin kaya variasi campuran bahan organik, peluang kualitas kandungan kompos semakin baik juga menjadi semakin besar.

o **Suhu, kemasaman (pH) dan kelembaban**

Penguraian bahan organik oleh mikroorganisme terjadi secara optimal pada suhu 30-40 °C dengan kondisi kelembaban cukup, artinya tidak terlalu banyak air, tetapi juga tidak terlalu kering. Kelembaban yang tepat membuat mikroorganisme cepat berkembang biak sehingga proses penguraian menjadi lebih cepat.

Derajat kemasaman (pH) juga mempengaruhi kecepatan penguraian. Sebaiknya pH awal berkisar 6,5-6,7. Dengan pH seperti ini mikroorganisme pengurai dapat bekerjasama dengan hewan pengurai seperti cacing. Jika bahan organik terlalu asam (pH dibawah 6,5) perlu diberikan penambahan kapur untuk menaikkan pH. Pada awal proses pengomposan, pH akan menjadi agak asam karena bahan organik diurai dan menghasilkan asam organik. Namun, semakin lama, pH akan netral.

o **Aerasi**

Aerasi adalah ketersediaan udara di dalam proses pengomposan. Melakukan pengaturan udara pada proses pengomposan aerobik dilakukan dengan membolak-balikkan bahan organik yang akan dikomposkan agar seluruh bahan yang terdekomposisi dapat dialiri oksigen. Selain untuk menyediakan oksigen pembolakbalikkan tumpukan kompos juga bertujuan untuk membuang karbondioksida agar tidak menyebabkan efek mematikan bagi mikroorganisme.

o **Rasio C/N**

Rasio C/N merupakan perbandingan antara unsur karbon dan nitrogen. Kecepatan penguraian bahan organik ditentukan oleh rasio C/N. Jika nilainya terlalu tinggi, proses dekomposisi akan

Selain membuat kompos sesuai arahan dan pendampingan dari tim CRAIIP dengan tahapan-tahapan seperti diatas, petani di Toraja juga membuat kompos dengan metode yang lebih sederhana, yaitu dengan menumpuk langsung bahan organik (terutama jerami) di sekitar areal persawahan dan membiarkan jerami yang tercampur dengan kotoran kerbau terdekomposisi di lokasi tersebut. Cara ini cukup praktis meskipun masih memiliki beberapa kelemahan seperti kurangnya tambahan hijauan dan perbandingan kapasitas/volume bahan yang tidak terkontrol sehingga kemungkinan tidak berimbang. Oleh karena itu diperlukan kombinasi antara teknik pengomposan yang baik dengan cara sederhana yang telah menjadi kebiasaan petani. Gambar 3.7 menunjukkan salah satu cara pengomposan tradisional yang telah dilakukan oleh petani Toraja. Jika dilihat cara tersebut tentu masih terdapat banyak kekurangan, seperti tidak adanya naungan yang menyebabkan suhu tumpukan kompos bisa menjadi sangat tinggi pada kondisi sinar matahari yang terik yang dapat mematikan mikro-organisme dekomposer. Namun hal positif dari contoh cara seperti pada Gambar 3.7 antara lain adalah kedekatan dengan sumber bahan baku utama yaitu jerami dan tempat dimana kompos yang telah jadi akan diaplikasikan.

Dengan memahami kebiasaan petani dan mengkolaborasikan dengan teknik yang baik secara ilmiah, maka diharapkan ada metode introduksi yang aplikatif dan bisa diterima oleh petani sebagai pihak yang akan menerapkan teknologi tersebut.

1.2. Pupuk Organik Cair

Selain pupuk organik padat (kompos), petani di Toraja juga dilatih untuk membuat pupuk organik dalam bentuk cairan yang lebih lazim dikenal sebagai Pupuk Organik Cair (POC). Berbeda dengan kompos yang sudah umum bagi petani, POC belum begitu dikenal dan hanya segelintir petani di lokasi binaan kegiatan CRAIIP yang pernah membuat pupuk cair seperti ini.

Pembuatan Pupuk Organik Cair (POC)

Petani di Toraja dilatih untuk membuat POC secara sederhana dengan memanfaatkan bahan-bahan yang tersedia di sekitar lingkungan mereka.

Bahan-bahan yang digunakan dalam pembuatan POC oleh petani Toraja antara lain diperlihatkan pada Gambar 3.8. berikut:



Bonggol Batang pisang



Rendaman ramen sapi



Limbah/sisa buah-buahan



Keong mas



Rebung bambu



Air Kelapa



Ki pahit/paitan (*Tithonia diversifolia*)



Gula merah atau molases

Gambar 3.8. Bahan-bahan yang dipergunakan oleh petani di Toraja dalam pembuatan Pupuk Organik Cair (POC).

Bahan-bahan seperti yang diperlihatkan pada Gambar 3.8 diatas merupakan gabungan dari bahan yang dipergunakan oleh petani pada seluruh lokasi binaan. Artinya tiap lokasi mungkin menggunakan bahan yang berbeda dari yang digunakan oleh lokasi lainnya. Desa Buntu Datu misalnya tidak menggunakan air kelapa, tetapi menggunakan ramen sapi yang tidak digunakan di desa Tallang Sura'. Sedangkan di Tallang Sura, ditambahkan *Tithonia* sebagai bahan POC yang tidak dilakukan di Buntu Datu'

Adapun tahapan pembuatan POC yang dilakukan oleh petani Toraja adalah sebagai berikut:

Seluruh bahan dipotong dan dicacah hingga diperoleh potongan-potongan kecil.



Bahan tertentu seperti keong mas, perlu dihaluskan terlebih dahulu dengan menggunakan mesing penggiling, atau ditumbuk secara manual. Bahan dipotong kecil-kecil



Bahan-bahan ditimbang untuk memperoleh formulasi yang terukur dan standar



Seluruh bahan yang telah dicacah dan ditimbang dimasukkan kedalam karung



Karung berisi bahan organik kemudian diberi lubang pada beberapa bagian untuk memberi jalan air menyerap masuk ke dalam karung dan saripati bahan organik dapat bercampur dengan air



Karung yang berisi bahan dimasukkan kedalam ember dengan ukuran ember disesuaikan dengan volume bahan yang digunakan



Media biakan mikroorganisme disiapkan yaitu air tetes tebu (molases) atau air yang telah diberi irisan-irisan halus gula aren (gula merah)



Larutan biakan mikroba (molases/air gula merah) dimasukkan kedalam ember berisi karung bahan organik, lalu ditambahkan pula air hingga volume yang telah ditentukan tercapai. Air yang digunakan sebaiknya adalah air sumur/air tanah. Jika tersedia, dapat pula ditambahkan air kelapa tua kedalam larutan ember



Setelah itu mikroba dekomposer ditambahkan kedalam larutan. Mikroba yang digunakan adalah yang mudah diperoleh di pasaran seperti EM4



Setelah ember penuh terisi air, karung digoyang-goyangkan supaya air dapat meresap masuk ke dalam karung yang berisi bahan



Perlu dipastikan bahwa karung selalu dalam posisi terbenam dalam air, sehingga bila diperlukan dapat diberikan pemberat di atas karung.



- ✓ Setelah selesai, ember berisi larutan ditempatkan di tempat yang teduh, tidak terkena cahaya matahari langsung dan limpasan air hujan.
- ✓ Setiap 3 hari sekali, tutup ember dibuka untuk melepaskan gas, dan karung diselup-celupkan untuk memberi aerasi serta melepaskan saripati bahan organik dari dalam karung. Hal ini sangat penting dilakukan untuk mencegah pembusukan bahan akibat kurangnya oksigen bagi bakteri decomposer.
- ✓ Proses fermentasi POC biasanya berlangsung selama 2-3 minggu. Fermentasi yang berhasil dan POC yang dianggap baik adalah jika berwarna cokelat dengan buih berwarna putih dan beraroma seperti fermentasi tapai.
- ✓ Jika larutan berwarna hitam dengan bau busuk menyengat

menandakan proses fermentasi yang gagal dan POC tidak berhasil dalam pembuatannya.

Dalam pembuatan POC sebaiknya dihindari menggunakan air PAM karena kandungan kaporit dapat merugikan pertumbuhan mikroorganisme. Hindari pula penggunaan bahan organik yang mengandung getah.

Seperti halnya kompos, POC juga sangat berguna untuk memperbaiki struktur tanah dan tidak meninggalkan residu yang berbahaya. Untuk penggunaannya, 1 tutup botol air mineral dicampur dengan 500 ml air. Aplikasi POC dapat langsung disemprotkan ke daun atau tanah.

POC terbuat dari sampah organik sehingga hasilnya dapat memiliki aroma yang kurang sedap. Jika petani Toraja ingin mengembangkan usaha dengan menjadi produsen POC secara komersial, maka perlu dipikirkan metode untuk meningkatkan kualitas aroma dari POC yang dihasilkan. Salah satu cara yang dapat dilakukan adalah dengan menambahkan pewangi dari bahan organik seperti kulit jeruk lemon, nanas, sari daun pandan, daun sereh, serta bunga melati dan mawar.

1.3. Pemberdayaan Mikroorganisme Lokal (MOL)

Selain memperkenalkan penggunaan mikroba yang telah paten dan umum digunakan karena telah melalui kajian ilmiah di perguruan tinggi, para petani juga diajarkan cara sederhana untuk 'memancing/menangkap' mikroba lokal dari sekitar lingkungan mereka.

Metode sederhana yang diperkenalkan kepada petani tersebut diperlihatkan pada tahapan-tahapan berikut:

Mempersiapkan wadah penangkapan mikroba yang terbuat dari bahan setempat yaitu bambu.



Bambu yang telah diisi media nasi basah, kemudian ditutup kembali, diikat dan diberi lubang aerasi



Bambu 'perangkap' selanjutnya ditempatkan dibawah beberapa jenis tanaman yaitu pisang, kakao dan jati



Perangkap dibiarkan selama 2 minggu, kemudian diambil kembali lalu dilakukan analisis kandungan mikroba yang berhasil diperoleh.



Hasil analisis mikroba yang dilakukan di laboratorium Fakultas Pertanian Universitas Hasanuddin diperlihatkan pada Tabel 3.3. berikut.

Tabel 3.3. Jenis mikroba lokal yang diperoleh dari lokasi penelitian di Toraja.

Jenis Mikroorganisme	Jenis tegakan tempat meletakkan wadah mikroba		
	Kakao	Pisang	Bambu
Trichoderma	✓	✓	-
Gliocladium	✓	✓	✓
Lain-lain	✓	✓	✓

Ket: Hasil perolehan mikroorganisme lokal tidak spesifik pada desa tertentu.

Hasil 'penangkapan' mikroba lokal menunjukkan bahwa diantara mikroorganisme lokal yang ditemukan di lokasi studi adalah *Trichoderma* sp. Meskipun analisis tidak menyertakan estimasi populasi namun keberadaan mikroba ini dapat dianggap sebagai potensi pengembangan pertanian ramah lingkungan yang adaptif terhadap perubahan iklim dengan pemanfaatan sumberdaya lokal.

Oleh sebab itu mikroorganisme lokal yang diperoleh diisolasi di lab mikrobiologi Universitas Hasanuddin, dan isolat bakteri tersebut dapat diperbanyak oleh petani dengan metode yang sangat sederhana dan juga telah diajarkan oleh tim CRAIIP kepada para petani.

Perbanyakkan *Trichoderma* Lokal secara sederhana

Adapun langkah perbanyakkan *Trichoderma* lokal yang diperkenalkan kepada petani diperlihatkan melalui tahapan-tahapan berikut:

1. Mempersiapkan alat dan bahan yang dibutuhkan yaitu:



- *Trichoderma* lokal yang telah diisolasi di laboratorium sebagai biang indukan yang akan diperbanyak,
- Burner spirtus
- Korek api
- Semprotan berisi alkohol 70%
- Isolat *Trichoderma* lokal yang sudah dimasukkan kedalam plastik (plastik yang berwarna hijau)
- Beras yang sudah dicuci, direndam selama 24 jam, ditiriskan dan dimasukkan kedalam plastik (plastik yang berwarna putih)



- Panci lengkap dengan tutupnya.
- Kompor



2. Beras yang sudah dimasukkan kedalam plastik dikukus selama 1.5 – 2 jam untuk sterilisasi dan mematikan mikroorganisme lain yang mungkin ada.



3. Sebelum mulai bekerja, sterilkan tangan dengan cara menyemprotkan alkohol 70% merata ke seluruh tangan. Dapat pula dengan memakai sarung tangan karet steril



4. Beras yang telah dikukus, didinginkan.



5. Biang indukan *Trichoderma* dimasukkan kedalam plastik beras sebanyak lebih kurang 1 sendok makan



6. Setelah itu plastik beras yang telah bercampur dengan biang *Trichoderma* disegel dengan menggunakan api burner



7. Selanjutnya diremas-remas agar beras dan *Trichoderma* tercampur merata.



8. Selanjutnya plastik berisi beras dan *Trichoderma* tersebut disimpan pada tempat yang lembab, suhu kamar dan tidak terkena cahaya matahari langsung selama seminggu.



9. Jika perbanyakan berhasil dan tidak terkontaminasi, maka setelah satu minggu isi plastik akan berubah menjadi berwarna hijau. Perubahan warna ini menandakan bahwa *Trichoderma* telah berkembangbiak dan mendominasi media beras.



10. Hasil perbanyakan ini dapat dijadikan lagi sebagai biang untuk perbanyakan selanjutnya, namun maksimal hingga 3 keturunan saja untuk mendapatkan *Trichoderma* yang berkualitas.



11. Sebelum digunakan atau dijual, *Trichoderma* pada media beras tadi sebaiknya diblender hingga halus seperti tepung dan dapat dikemas ulang dengan diberi label.



2. Pestisida Nabati

Petani binaan di Toraja sebelum dilatih untuk membuat pestisida nabati, terlebih dahulu dilakukan penyuluhan tentang pentingnya untuk mulai beralih kepada penggunaan pestisida nabati (*Bio-pesticide*). Diantara hal-hal yang disampaikan terkait alasan penggunaan pestisida nabati adalah:

- Penggunaan pestisida kimia hanya 20% yang sampai ke sasaran
- Petani terkadang kurang waspada dan tepat dalam menggunakan pestisida kimia.
- Pestisida Kimiawi adalah racun bagi manusia
- Pestisida Kimia berdampak buruk terhadap lingkungan
- Pestisida kimia dapat menyebabkan ledakan populasi hama karena hilangnya musuh alami

Pestisida nabati merupakan suatu bahan atau campuran bahan alami yang diproses dan digunakan untuk mengendalikan atau membunuh jasad pengganggu (hama dan penyakit). Bahan-bahan alami ini diperoleh dari berbagai jenis tanaman dan mikroorganisme.

Pestisida nabati dewasa ini semakin banyak digunakan karena memiliki banyak kelebihan antara lain:

- ✓ Ramah Lingkungan
- ✓ Mudah terurai, tidak bertahan lama pada tanaman (tidak meninggalkan residu)
- ✓ Tidak beracun bagi manusia
- ✓ Bahan untuk membuatnya mudah didapatkan
- ✓ Mudah pembuatannya, mengurangi biaya usaha tani
- ✓ Mudah diaplikasikan
- ✓ Tidak mematikan bagi musuh alami hama/penyakit
- ✓ Meningkatkan nilai jual produk (produk organik lebih mahal harganya)
- ✓ Dengan system pengendalian terpadu, tidak menyebabkan kekebalan pada hama
- ✓ Memiliki dampak pengendalian yang luas (hama kehilangan kemampuan memakan)
- ✓ Dapat mengatasi OPT (Organisme Pengganggu Tanaman) yang telah resisten terhadap pestisida kimia

Meskipun demikian, ada beberapa hal yang menjadi kelemahan dari pestisida nabati. Kekurangan tersebut antara lain:

- Tidak dapat disimpan dalam jangka waktu yang terlalu lama
- Daya kerjanya tidak secepat pestisida kimia
- Proses kerjanya memerlukan waktu dan interval (perlu sering dan rutin diaplikasikan)
- Mudah menguap jika terkena intensitas cahaya matahari yang tinggi
- Mudah terurai jika terkena air hujan
- Daya racun rendah sehingga tidak langsung mematikan bagi hama sasaran tetapi sifatnya melemahkan dan menurunkan kemampuan memakan dari hama.

1.1. Membuat Pestisida Nabati







Pestisida nabati dapat dibuat sendiri dengan cara yang cukup mudah. Petani di Toraja mampu membuatnya cukup dengan sekali pelatihan.

Hal yang paling penting adalah mengenali potensi bahan-bahan alami di sekitar lingkungan tempat tinggal dan lahan petani. Dengan memahami bahan-bahan yang bisa menjadi bahan untuk pembuatan pestisida nabati, petani mempunyai banyak pilihan

dalam penggunaan bahan sesuai ketersediaan dan fungsi spesifiknya.

Berikut ini adalah daftar bahan tanaman yang terdapat di Toraja yang dapat digunakan sebagai pestisida nabati, baik untuk penanggulangan hama maupun penyakit.

Tabel 3.4. Daftar bahan tanaman sebagai bahan pestisida nabati yang terdapat di Toraja.

<p>1. Sirih Nama Ilmiah: <i>Piper betle</i> Nama Lokal: Sirih, Bolu (Toraja)</p> 	<p>1. Sereh Nama Ilmiah: <i>Cymbopogon citratus</i> Nama Lokal: sereh atau serai, Sarre, (Toraja)</p> 
<p>3. Nama Ilmiah: <i>Curcuma longa</i> Nama Lokal: kunyit, Kuni' (Toraja)</p> 	<p>4. Lengkuas Nama Ilmiah: <i>Alpinia galanga</i> Nama Lokal: Lengkuas, Lingkua' (Toraja)</p> 
<p>5. Tembakau Nama Ilmiah: <i>Nicotiana tabacum</i> Nama Lokal: Tembakau, Sambako' (Toraja)</p> 	<p>6. Daun Pepaya Nama Ilmiah: <i>Carica papaya</i> Nama Lokal: Pepaya, Kaliki/Tani'ki' (Toraja)</p> 

7. Ki Pahit

Nama Ilmiah: *Tithonia diversifolia*
Nama Lokal: Ki Pahit, Tironia, **bunga bunga (Toraja)**



8. Mimba

Nama Ilmiah: *Azadirachta indica*
Nama Lokal: Mimba



9. Akar Tuba

Nama Ilmiah: *Deris elliptica*
Nama Lokal: Akar tuba, **Tua (Toraja)**



10. Sirsak

Nama Ilmiah: *Annona muricata*
Nama Lokal: Sirsak, **Sare kaya' (Toraja)**



11. Mindi

Nama Ilmiah: *Melia azedarach*
Nama Lokal: Mindi



12. Umbi gadung

Nama Ilmiah: *Dioscorea composita*
Nama Lokal: Umbi gadung, **Sikapa (Toraja)**



13. BiduriNama Ilmiah: *Calotropis gigantea*

Nama Lokal: Biduri, widuri

**14. Tembelean**Nama Ilmiah: *Lantana camara*Nama Lokal: Tembelean, **Kassi-kassi (Toraja)****15. Daun kentut**Nama Ilmiah: *Paederia schandens*

Nama Lokal: Daun Kentut

**16. Legundi**Nama Ilmiah: *Vitex trifolia*

Nama Lokal: Legundi

**17. Maja**Nama Ilmiah: *Aegle marmelos*Nama Lokal: Maja, **Bila (Toraja)****18. Kirinyuh**Nama Ilmiah: *Chromolaena odorata*Nama Lokal: Kirinyuh, **Sarambu Allo (Toraja)**

19. Babandotan

Nama Ilmiah: *Ageratum conyzoides*
 Nama Lokal: Babandotan,
Riubullung (Toraja)



20. Bayam duri

Nama Ilmiah: *Amaranthus spinosus*
 Nama Lokal: Bayam duri, *Sorang Ma'duri (Toraja)*



21. Ajeran

Nama Ilmiah: *Bidens pilosa L.*
 Nama Lokal: Ajeran



https://www.flickr.com/photos/carlos_mancilla/4501287965

22. Baru Cina

Nama Ilmiah: *Artemisia vulgaris Linn.*
 Nama Lokal: Baru Cina



<https://www.jamuin.com/2017/06/resep-daun-baru-cina-untuk-rahim-dan.html>

23. Bawang Merah

Nama Ilmiah: *Allium cepa*
 Nama Lokal: Bawang Merah



<https://pastipajak.files.wordpress.com/2016/02/budidaya-bawang-merah.jpg>

24. Bawang Putih

Nama Ilmiah: *Allium sativum L.*
 Nama Lokal: Bawang Putih



<https://fajar.co.id/2018/03/07/kementan-bertekad-kembalikan-kejayaan-bawang-putih-di-sembalun/>

25. Bengkuang

Nama Ilmiah: *Pachyrhizus erosus (L.)*
 Nama Lokal: Bengkuang



<http://saegarden.com/bengkuang.html>

26. Bijanggut

Nama Ilmiah: *Mentha spp.*
 Nama Lokal: Bijanggut



[http://pestisida-
 alami.blogspot.com/2012/06/bijanggut-
 janggot.html](http://pestisida-alami.blogspot.com/2012/06/bijanggut-janggot.html)

27. Brotowali

Nama Ilmiah: *Tinospora rumphii*
 Nama Lokal: Brotowali



<https://www.liputan6.com/health/read/3445324/pahtnya-tanaman-obat-brotowali-simpan-sederet-kehasiat-menakutkan>

28. Bunga Pagoda

Nama Ilmiah: *Clerodendrum japonicum*
 Nama Lokal: Bunga Pagoda



<https://www.biodiversitywarriors.org/bunga-pagoda-3.html>

29. Bunga Piretrum

Nama Ilmiah: *Chrysanthemum cinerariaefolium*
 Nama Lokal: Bunga Piretrum



<https://www.ngasih.com/2014/10/11/jenis-jenis-tanaman-penghasil-pestisida-nabati/5/>

30. Bunga Pukul Empat

Nama Ilmiah: *Mirabilis jalapa Linn.*
 Nama Lokal: Bunga Pukul Empat



<http://tanaman-herbal.blogspot.com/2014/11/kehasiat-dan-manfaat-bunga-pukul-empat.html>

31. Cabai Merah

Nama Ilmiah: *Capsicum annum*

Nama Lokal: Cabai Merah



<https://detikriau.org/2018/03/10/sukses-budidaya-cabai-merah-di-lahan-gambut-ini-caranya/>

32. Cengkeh

Nama Ilmiah: *Syzygium aromaticum*

Nama Lokal: Cengkeh



<https://hellosehat.com/hidup-sehat/tips-sehat/manfaat-cengkeh-untuk-kesehatan/>

33. Duku

Nama Ilmiah: *Lansium domesticum*

Nama Lokal: Duku, Langsat



<http://www.nuangtani.com/hama-dan-peryakit-pada-tanaman-duku/>

34. Gadung

Nama Ilmiah: *Dioscorea hispida* Dennst

Nama Lokal: Gadung, **Sikapa (Toraja)**



<http://tumbuhanbali.blogspot.com/2012/09/gadung-uwu-gadung.html>

35. Gamal

Nama Ilmiah: *Gliricidia sepium*

Nama Lokal: Gamal



<https://www.pertanianku.com/cara-menanam-gamal-pakan-alam-untuk-ternak/>

36. Genteng Peujeut

Nama Ilmiah: *Quassia amara* L.

Nama Lokal: Genteng Peujeut



<http://adelinefrossard.blogspot.com/2015/12/tumbuhan-obat-genteng-peujit-dan.html>

37. Iler

Nama Ilmiah: *Coleus scutellarioides* Linn.
Benth

Nama Lokal: Iler, Daun Miana,
Bulunanko (Toraja)



<http://www.ekmordiasuti.blogspot.com/2014/03/tanam-taman-fungsi-ganda-1.html>

38. Jahe

Nama Ilmiah: *Zingiber officinale*

Nama Lokal: Jahe, **Layya (Toraja)**

**39. Jarak**

Nama Ilmiah: *Ricinus communis* Linn

Nama Lokal: Jarak, **Pallan (Toraja)**



<http://www.chhajedgarden.com/ricinus-communis-seeds-castor-oil-plant.html>

40. Jeringau

Nama Ilmiah: *Acorus calamus* L.

Nama Lokal: Jeringau, **Kariango (Toraja)**



<https://fitinurmayasirait.wordpress.com/jeringau/>

41. Kelor

Nama Ilmiah: *Moringa oleifera*

Nama Lokal: Kelor, **Roro' (Toraja)**



<http://bangka.tribunnews.com/2018/04/09/tak-hanya-berhubungan-dengan-magis-ini-dia-segudang-keajaiban-tanaman-kelor>

42. Kenikir

Nama Ilmiah: *Tagetes erecta*

Nama Lokal: Kenikir, **Bunga tai manuk (Toraja)**



<https://www.aladdinstreet.com.sg/index.php/site/productdetail?pid=31133>

43. Ketumbar

Nama Ilmiah: *Coriandrum sativum*

Nama Lokal: Ketumbar



<https://cantik-seksi-sehat.blogspot.com/2015/02/manfaat-daun-ketumbar-untuk-mengobati.html>

44. Kipait

Nama Ilmiah: *Tithonia diversifolia*

Nama Lokal: Kipait, **Bunga-bunga (Toraja)**



https://pt.wikipedia.org/wiki/Ficheiro:Tithonia_diversifolia.JPG

45. Kirinyuh

Nama Ilmiah: *Eupatorium odoratum*

Nama Lokal: Kirinyuh, **Sarambu Allo (Toraja)**



<https://www.flickr.com/photos/51463027@N02/6275422910/>

46. Lenglgengan

Nama Ilmiah: *Leucas aspera*

Nama Lokal: Lenglgengan



<https://numahsehatrabbaholistic.com/lenglgengan-leucas-lavandulifolia-smith/>

47. Lidah Buaya

Nama Ilmiah: *Aloe barbadensis* Milleer

Nama Lokal: Lidah Buaya



<https://sleemit.com/obat/@iswadinasion/8-manfaat-lidah-buaya-untuk-kesehatan>

48. Mahoni

Nama Ilmiah: *Swietenia mahagoni*

Nama Lokal: Mahoni



49. MengkuduNama Ilmiah: *Morinda citrifolia*

Nama Lokal: Mengkudu



<https://sites.google.com/site/hamiwanto/Home/tan-aman-obat/mengkudu>

50. Pacar CinaNama Ilmiah: *Aglia odorata* Lour.

Nama Lokal: Pacar Cina



<http://tropicalbonsainursery.net/on%20sale%20item/meliaceae.html>

51. Paku Ekor KudaNama Ilmiah: *Equisetum arvense*

Nama Lokal: Paku Ekor Kuda



<https://bukubiruku.com/metagenesis-tumbuhan-paku-lengkap/>

52. Patah TulangNama Ilmiah: *Euphorbia tirucalli*

Nama Lokal: Patah Tulang



<https://www.hogarmania.com/jardineria/fichas/arbustos/201609/arbusto-dedos-euphorbia-tirucalli-33659.html>

53. Petikan KeboNama Ilmiah: *Euphorbia hirta* L.

Nama Lokal: Petikan Kebo



<http://bf-widyanto.blogspot.com/2012/05/manfaat-rumput-patikan-kebo.html>

54. Ki PahangNama Ilmiah: *Pongamia pinnata*

Nama Lokal: Ki Pahang



<https://www.feedipedia.org/nodo/636>

55. Putri MaluNama ilmiah: *Mimosa pudica*Nama Lokal: Putri Malu, **Duri Balao**
(Toraja)

<https://rulydays.com/lumbuhan-putri-malu-mimosa-pudica.html>

56. SambilotoNama ilmiah: *Andrographis paniculata*

Nama Lokal: Sambiloto



<https://kabartani.com/manfaat-dan-khasiat-sambiloto-untuk-kesehatan.html>

57. SelasihNama ilmiah: *Ocimum basilicum* L.

Nama Lokal: Selasih



<http://www.agrowindo.com/petuang-usaha-budidaya-selasih-dan-analisa-usahnya.htm>

58. SenopidiNama ilmiah: *Chenopodium ambrosioides*

Nama Lokal: Senopidi



<https://www.ebertsgreenhouse.com/plant/Chenopodium-ambrosioides>

59. Serai WangiNama ilmiah: *Cymbopogon nardus* (L.)

Nama Lokal: Serai Wangi



<https://www.bukalapak.com/p/hobi-koleksi/berkebun/bibit-tanaman/an3/y6-jual-serai-wangi-atau-sereh-wangi>

60. SingawalangNama ilmiah: *Petiveria alliacea*

Nama Lokal: Singawalang



<https://www.amazon.com/Leaves-Medicinal-Treatments-Petiveria-alliacea/dp/B00AYRKYD6>

61. SrikayaNama Ilmiah: *Annona squamosa*

Nama Lokal: Srikaya



<https://kabartani.com/cara-mengatasi-pohon-srikaya-yang-malas-berbuah-agar-rajin-berbuah.html>

62. SurenNama Ilmiah: *Toona sureni*

Nama Lokal: Suren



<http://bibitjau.blogspot.com/2015/02/manfaat-pohon-toona-sureni.html>

63. TephrosiaNama Ilmiah: *Tephrosia vogelii*Nama Lokal: Tephrosia, **Kadong-kadong (Toraja)**

[https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Tephrosia_purpurea_\(Unhali_Sarphonk_Wild_Indigo\)_in_Hyderabad_AP_W_IMG_9206.jpg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Tephrosia_purpurea_(Unhali_Sarphonk_Wild_Indigo)_in_Hyderabad_AP_W_IMG_9206.jpg)

64. TomatNama Ilmiah: *Lycopersicon esculentum*

Nama Lokal: Tomat



<https://www.alodokter.com/9-manfaat-tomat-buah-yang-disangka-sayur.html>

65. Ubi KemiliNama Ilmiah: *Stemona tuberosa*

Nama Lokal: Ubi Kemili



<https://www.flickr.com/photos/kmatsalieh/2571716738>

a. **Membuat pestisida untuk mencegah dan mengatasi penyakit**

Tahapan untuk membuat pestisida ini adalah dengan langkah-langkah sebagai berikut:

• **Mempersiapkan bahan dan alat**

Bahan:

- 250 gr bayam duri (Sorang ma'duri)
- 1 liter air hangat
- Molases atau gula merah 100 gr

Alat:

- Blender

• Tanaman dipisahkan daun dari batangnya:



• Daun ditimbang seberat 250 gr



• Kemudian bahan dipotong/dicacah kecil-kecil



- Bahan diblender dengan air hangat sebanyak 1 liter.



- Diblender sampai hancur dan mengeluarkan ekstraknya (berbusa)



- Hasil bahan yang sudah diblender dimasukkan ke ember



- Ditambahkan Molases atau gula merah secukupnya agar masa simpan bahan yang sudah dibuat bisa lebih lama



- Molases/gula merah diaduk rata dalam ember



- Ember ditutup rapat dan diberikan selang untuk membuang gas, atau setiap hari dibuka tutupnya sebentar lalu ditutup lagi



Catatan: upayakan dalam membuat pestisida nabati kondisi alat, wadah dan tangan pembuat dalam keadaan bersih tidak terkontaminasi oleh kuman/bakteri

Bahan dibiarkan terfermentasi selama 1-2 minggu. Jika tidak menggunakan molases maka 3 jam setelah bahan diblender dapat langsung digunakan, hanya saja daya simpannya menjadi tidak lama dibandingkan jika telah difermentasi.

Setelah fermentasi 1-2 minggu atau setelah 3 jam (jika tanpa molases/gula merah), maka bahan diperas dan disaring. Air perasan itulah yang menjadi pestisida, sedangkan bahan padatnya bisa digunakan sebagai pupuk organik (bahan kompos).

Air perasan yang diperoleh merupakan larutan pekat sehingga berfungsi sebagai larutan stok. Simpan dalam botol-botol.

Jika ingin digunakan (disemprot ke tanaman) maka diencerkan dengan perbandingan 1 : 10 atau dengan ukuran 5 ml larutan per liter air. Cara mudah untuk menakarnya adalah 1 tutup botol air mineral untuk setiap liter air.

Petani Toraja juga diberikan pelatihan tentang cara aplikasi pestisida nabati ini. Sebagai contoh yang diberikan adalah aplikasi pestisida nabati ini pada tanaman cabai yang sedang dikembangkan oleh Petani binaan CRAIIP.

Cara aplikasi pestisida untuk mengatasi penyakit pada tanaman cabai

- **Perlakuan benih (seed treatment)**

- Benih cabai sebelum ditanam, yang sebelumnya cuma direndam air, sebaiknya direndam dengan larutan pestisida nabati yang dibuat untuk mencegah serangan virus (penyakit).
- Setelah benih direndam selama 24 jam dalam larutan pestisida, benih yang tenggelam disemaikan dengan menaburkan benih pada kain basah (lembab) yang disimpan di dalam rumah (tidak terkena matahari langsung).
- Setelah benih disimpan selama 3 hari akan terlihat mulai berkecambah (ada titik putih keluar dari benih), benih dipindahkan ke kantong/polibag kecil dan tetap ditempatkan di tempat yang tidak terlalu terkena cahaya matahari langsung.
- Setelah benih di kantong/polibag kecil telah memiliki 3 – 5 daun, **disiramkan larutan pestisida nabati** yang telah dibuat.
- Penyiraman dengan pestisida nabati dilakukan **setiap minggu** selama 20 - 25 hari, sampai bibit siap dipindahkan ke lapangan (ditanam di bedengan).

- **Perlakuan lapangan**

- Setelah di lapangan penyemprotan dilakukan secara rutin, frekuensinya tergantung tingkat serangan dan bisa digabungkan/dicampur dengan penyemprotan pestisida hama

b. Membuat pestisida untuk mencegah dan mengatasi hama**Bahan:**

- 500 – 1000 gram bahan pestisida nabati
- Bahan dapat berupa:
daun pepaya/bawang putih/kemangi setan (**kemangi Bombong**)/tembelekan (**kassi' kassi'**)/kenikir (**bunga tai manuk**)/babandotan (**Riubullung**),
Bahan-bahan tersebut diatas boleh dicampur
- 10 liter air hangat
- Molases atau gula merah 100 gr

Alat:

- Blender

Cara Pembuatan:

- Tanaman dipisahkan daun dari batangnya



- Bahan ditimbang seberat 500 gr



- Kemudian bahan dipotong/dicacah kecil-kecil



- Bahan diblender dengan air hangat sebanyak 10 liter



- Diblender sampai hancur dan mengeluarkan ekstraknya (berbusa)



- Hasil bahan yang sudah diblender dimasukkan ke ember



- Ditambahkan Molases atau gula merah secukupnya



Catatan: Gula merah sebaiknya diencerkan lebih dahulu dan akan lebih baik jika air gula merah tersebut direbus terlebih dahulu untuk mematikan kuman yang mungkin ada serta untuk lebih menghaluskan gulanya

- Molases/gula merah diaduk rata Bersama hasil blender dalam ember



- Ember ditutup rapat dan diberikan pipa untuk membuang gas, atau setiap hari dibuka tutupnya sebentar lalu ditutup lagi



Bahan dibiarkan terfermentasi selama 1-2 minggu. Jika tidak menggunakan molases maka 3 jam setelah bahan diblender dapat langsung digunakan, hanya saja daya simpannya menjadi tidak lama dibandingkan jika telah difermentasi.

Setelah fermentasi 1-2 minggu atau setelah 3 jam (jika tanpa molases/gula merah), maka bahan diperas dan disaring. Air perasan itulah yang menjadi pestisida, sedangkan bahan padatnya bisa digunakan sebagai pupuk organik (bahan kompos)

Air perasan yang diperoleh merupakan larutan pekat sehingga berfungsi sebagai larutan stok. Simpan dalam botol-botol.

Jika ingin digunakan (disemprot ke tanaman) maka diencerkan dengan perbandingan 1 : 10 atau dengan ukuran 5 ml larutan per liter air. Cara mudah untuk menakarnya adalah 1 tutup botol air mineral untuk setiap liter air.

Cara aplikasi pestisida untuk mengatasi hama pada tanaman cabai

Sama dengan cara aplikasi pestisida untuk penyakit, Bisa diaplikasikan secara bersamaan, tergantung kondisi tanaman dan serangan hama/penyakit

D. Dampak Pemberian bahan Organik terhadap Tingkat Kesuburan Tanah di Toraja

Penelitian pada lokasi penanaman cabai menggunakan 5 perlakuan penambahan bahan organik pada lahan penanaman (bedengan), yaitu kompos petani (P1), kompos UH+trichoderma UH ((P2), kompos UH+trichoderma UH+trichoderma lokal (P3), kompos UH+trichoderma lokal (P4), dan kompos UH (P5). Kelima perlakuan tersebut bertujuan untuk meningkatkan kesuburan tanah sekaligus untuk melihat respon pertumbuhan dan perkembangan tanaman cabai yang ditanam secara organik oleh para petani.

No		Kode Sampel		KOMPOSISI (%)			pH
				N	P	K	
1	Talang Sura (Petani)	0.686	0.133	2.283	6.366	7.166	6.4
2	Buntu Datu (Petani)	1.396	0.342	2.614	9.694	7.088	7.3
3	To Pau (Petani)	0.781	0.156	2.647	6.631	8.492	7.3
4	Talang Sura (Unhas)	0.992	0.123	1.985	8.215	8.287	7.6
5	Buntu Datu (Unhas)	0.921	0.127	2.014	7.034	7.638	7.2
6	To Pau (Unhas)	0.765	0.116	2.462	7.137	9.329	6.9
7	POC Talang Sura	0.027	0.008	0.459	0.453	16.967	5.1
8	POC Buntu Datu	0.080	0.015	0.367	0.627	7.814	5.3
9	POC To Pau	0.065	0.007	0.365	0.728	11.138	6.1

Makassar, 17 Januari 2018


 Muhammad Syahrul
 Np. 19790603 2001 12 1 001

Gambar 3.9. Hasil analisis kandungan nutrisi kompos dan POC dari 3 lokasi penelitian.

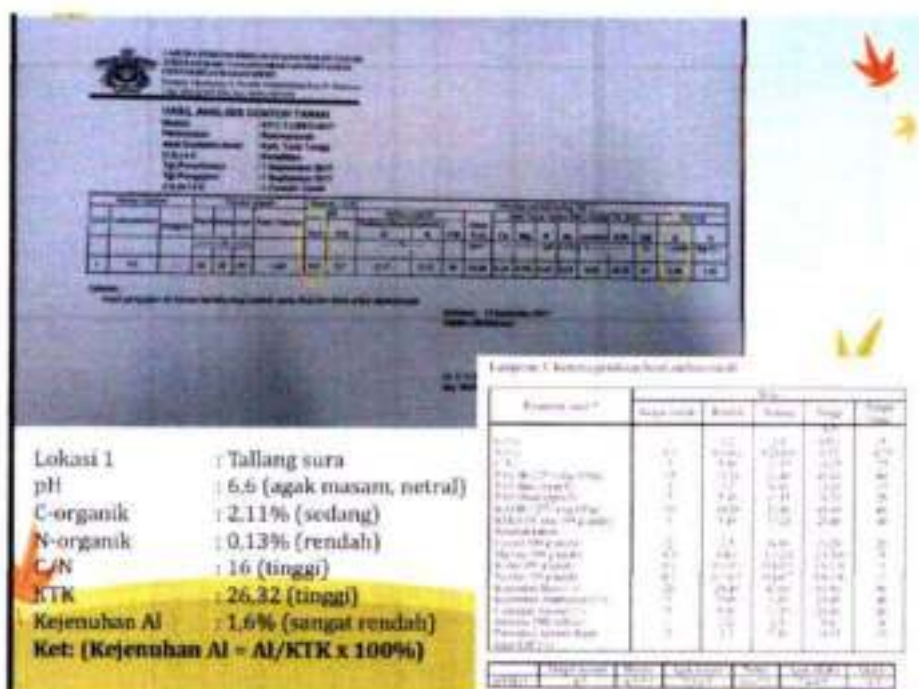
Hasil analisis laboratorium menunjukkan bahwa kandungan nutrisi kompos dan POC yang dibuat oleh para petani di 3 lokasi menunjukkan hasil yang memuaskan. Hal ini terbukti dengan nilai kandungan nutrisi yang hampir menyamai nilai nutrisi kompos Unhas. Artinya, petani telah mampu membuat kompos yang memiliki tingkat kualitas yang hampir menyamai kompos yang berasal dari Unhas. Hal ini merupakan sesuatu yang membanggakan bagi tim Unhas.

Tabel 3.4. Kandungan hara dan mikroba lokal yang diperoleh dari lokasi penelitian di Toraja

Lokasi sampling	Jenis Bahan	Kandungan Nutrisi (%)				Mikroorganisme	
		N	P	K	C/N	Cendawan	Jumlah
Talang sura	Kompos petani	0.89	0.13	2.28	7.19	unknown	15×10^5
	Kompos unhas	0.99	0.12	1.99	8.29	Aspergillus	17×10^5
	POC	0.03	0.01	0.46	16.99	Aspergillus	5×10^5
Buntu Datu	Kompos petani	1.40	0.34	2.61	7.09	Gliocladium, Aspergillus	12×10^5
	Kompos unhas	0.92	0.13	2.01	7.64	Gliocladium, Aspergillus	15×10^5
	POC	0.08	0.02	0.39	7.81	Aspergillus	5×10^5
To Pau	Kompos petani	0.78	0.16	2.65	8.49	Trichoderma, Aspergillus	7×10^5
	Kompos unhas	0.77	0.12	2.46	9.33	Aspergillus	21×10^5
	POC	0.07	0.01	0.37	11.14	Aspergillus	2×10^5

Desa Talang Sura:

Analisis tanah sebelum perlakuan menunjukkan bahwa lokasi penanaman cabai di Desa Talang Sura memiliki tingkat kesuburan tanah yang baik (Gambar 3.10). Tanah di lokasi penelitian memiliki pH yang mendekati netral (pH 6,6) dengan C/N rasio yang tinggi. Kesuburan tanah juga sangat baik karena kapasitas tukar kation yang tinggi (KTK) dan didukung oleh tingkat kejenuhan aluminium rendah (1,6%).



Gambar 3.10. Hasil analisis tanah sebelum penelitian di lokasi penanaman cabai di Desa Talang Sura.

Secara umum, hasil analisis menunjukkan bahwa perlakuan pemupukan bahan organik mengubah tekstur fisik tanah. Sebelum perlakuan, kondisi tanah berada pada kondisi liat dengan persentase yang lebih dominan dibandingkan dengan pasir dan debu (Gambar 3.10). Setelah diberikan pemupukan bahan organik, untuk semua perlakuan, menunjukkan perubahan tekstur fisik tanah menjadi lempung liat. Kelima perlakuan pemupukan organik menjadikan tanah dominan berdebu. Hal ini dapat disebabkan oleh kandungan mikroorganisme pada bahan organik yang mampu merombak tanah dengan sangat baik. Perlakuan kompos yang dikombinasikan dengan mikroba *Trichoderma* cenderung menghasilkan komposisi tekstur tanah yang lebih berimbang. Hal ini juga yang

membuktikan bahwa pertumbuhan dan perkembangan tanaman cabai di Desa Tallang Sura menunjukkan hasil yang memuaskan

Kompos dan POC yang dibuat dan diaplikasikan oleh petani di Desa Tallang Sura juga mengandung nutrisi N, P, K yang sangat baik (Gambar 3.9). Selain itu, kompos dan POC juga banyak mengandung cendawan *Aspergillus* (Tabel 3.4). Cendawan *Aspergillus* mampu berperan dalam perombakan nutrisi terutama unsur fosfor (Nasaruddin, 2007). Selain itu simbiosis mutualisme antara cendawan dengan daerah perakaran tanaman (rhizosfer) memberikan keuntungan yang lebih baik bagi tanaman untuk menyerap unsur-unsur hara (Estefan, 2013). Interaksi antara kandungan nutrisi N, P, K pada kompos, POC dan pengayaan mikroba mampu memberikan pertumbuhan dan perkembangan yang baik serta produksi cabai yang baik pula.

Pemberian pupuk organik juga mampu mempertahankan pH tanah tetap stabil mendekati netral. Kondisi tersebut sangat baik untuk tetap menjaga kesuburan tanah dan menjamin ketersediaan nutrisi bagi tanaman. Perlakuan kombinasi kompos dan *Trichoderma* cenderung memberikan kondisi pH yang lebih baik. Selain itu, kombinasi keduanya terbukti mampu menghasilkan C/N rasio dan ketersediaan unsur P yang baik dibandingkan sebelum perlakuan. Selain itu, terjadi peningkatan yang sangat signifikan pada nilai tukar kation Ca dan Mg dibandingkan sebelum perlakuan meskipun nilai KTK cenderung stabil. Selain itu kejenuhan basa (KB) juga menunjukkan peningkatan yang signifikan akibat penambahan bahan organik selama penelitian ini. (Gambar 3). Semua parameter tersebut menunjukkan bahwa pemberian bahan organik pada lahan penelitian mampu meningkatkan nilai kesuburan tanah. Interaksi positif semua elemen organik tersebut (kompos, POC, mikroba) pada kesuburan tanah berdampak pada pertumbuhan dan produksi cabai yang baik di lokasi penelitian Desa Tallang Sura.

Tabel 3.5. Hasil analisis tanah setelah penelitian di tiga lokasi binaan di Toraja

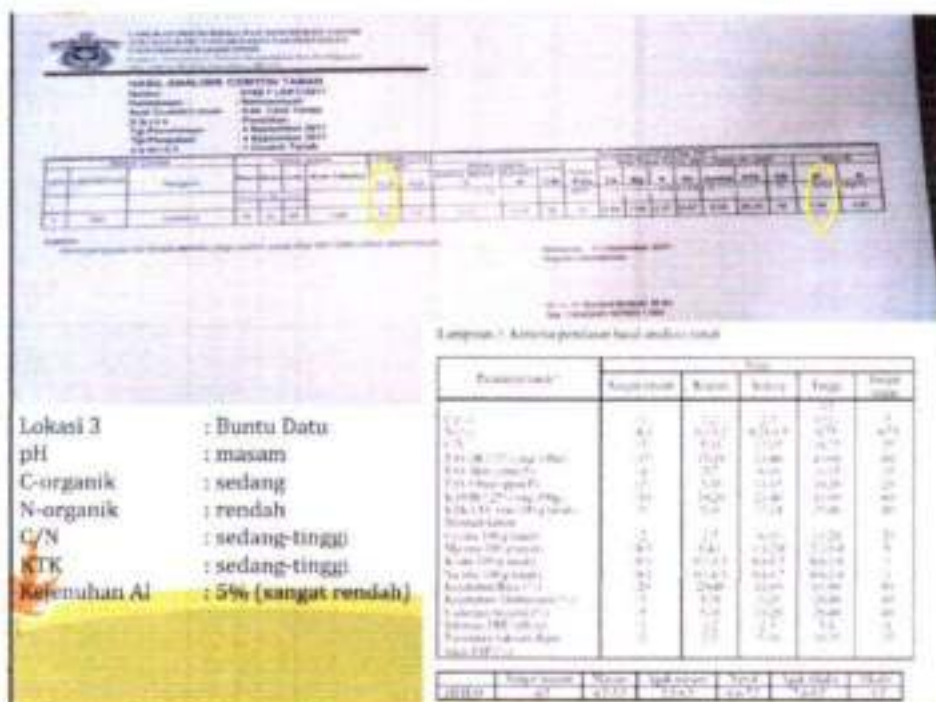
Urut	Desa	Tekstur (pipet)		Klas Tekstur	Ekstak 1:2,5		Bahan organik		Terhadap contoh kering 105° Nilai Tukar Kation (NH ₄ -Asetat (N, pH7)											
		Pasir	Debu		Liat	H ₂ O	pH	Walkley & Black	Kjeldahl	C/N	P ₂ O ₅	Olsen	Ca	Mg	K	Na	Jumlah	KTK	KB	%
1	Buntu Datu'	15	66	16	Lempung berdebu	4.5	-	2.16	0.16	14	10.25	2.63	1.23	0.35	0.32	4.53	16.32	28		
2	Buntu Datu'	17	62	21	Lempung berdebu	5.6	-	2.22	0.22	10	9.36	4.21	1.85	0.26	0.41	6.73	18.25	37		
3	Buntu Datu'	17	58	24	Lempung berdebu	4.7	-	2.41	0.14	17	10.45	3.25	2.33	0.33	0.26	6.17	14.76	42		
4	Buntu Datu'	11	67	22	Lempung berdebu	6.0	-	1.96	0.17	12	9.83	2.87	2.41	0.41	0.33	6.02	13.25	46		
5	Buntu Datu'	20	57	24	Lempung berdebu	4.5	-	2.35	0.25	9	18.21	4.65	1.69	0.62	0.22	7.16	16.42	44		
6	To' Pao	11	57	32	Lempung liat berdebu	4.8	-	2.47	0.24	10	14.23	4.85	0.98	0.30	0.25	6.38	15.21	42		
7	To' Pao	8	69	23	Lempung berdebu	5.3	-	2.74	0.19	14	13.22	6.22	1.65	0.25	0.26	8.38	19.32	43		
8	To' Pao	17	62	21	Lempung berdebu	4.4	-	2.32	0.24	10	12.52	3.64	1.75	0.33	0.27	6.19	16.24	34		
9	To' Pao	15	60	25	Lempung berdebu	5.0	-	2.61	0.18	15	16.32	4.75	2.33	0.41	0.31	7.80	14.36	54		
10	Tallang Sura	13	65	22	Lempung berdebu	5.4	-	2.52	0.16	16	17.21	5.22	2.54	0.36	0.28	8.40	16.33	51		
11	Tallang Sura	11	67	22	Lempung berdebu	5.6	-	1.98	0.17	12	12.04	6.31	1.85	0.52	0.41	9.09	14.25	64		
12	Tallang Sura	11	67	22	Lempung berdebu	6.2	-	2.33	0.21	11	10.85	8.22	1.63	0.14	0.30	10.29	16.32	63		
13	Tallang Sura	33	37	30	Lempung berliat	5.0	-	2.54	0.22	12	12.14	4.65	2.33	0.19	0.45	7.62	20.96	36		
14	Tallang Sura	26	48	27	Lempung berliat	5.3	-	2.66	0.19	14	10.52	7.12	1.78	0.24	0.39	9.53	21.14	45		

Desa Buntu Datu :

Secara umum kondisi lahan penanaman cabai di Desa Buntu Datu berada pada tingkat kesuburan yang rendah. Lahan memiliki pH tanah yang rendah dan bersifat masam (Gambar 3.11), Tanah masam cenderung memiliki kandungan bahan organik yang rendah.

Secara umum, hasil analisis laboratorium menunjukkan bahwa perlakuan pemupukan bahan organik mengubah tekstur fisik tanah di lokasi penanaman cabai di Desa Buntu Datu. Sebelum perlakuan, kondisi tanah berada pada kondisi liat dengan persentase yang lebih dominan dibandingkan dengan pasir dan debu (Gambar 3.11). Setelah diberikan pemupukan bahan organik, untuk semua perlakuan, menunjukkan perubahan tekstur fisik tanah menjadi dominan lempung berdebu (Gambar 3.10, berwarna merah). Tekstur berlempung mengakibatkan pori-pori tanah rendah sehingga pertumbuhan dan pergerakan akar terhambat (Nasaruddin, 2012). Kondisi liat memudahkan tanah untuk memegang air lebih lama (mikropori), tetapi tingginya dominasi debu berdampak pada mudahnya air mengalir dan hilangnya nutrisi dan mikroorganisme pada tanah akibat pencucian. Hal ini diperparah dengan kondisi lahan penanaman yang miring (kemiringan sekitar 10- 20°). Akibatnya, tanah mudah terkikis dan nutrisi pada lahan diduga tercuci (*leaching*). Hal inilah yang diduga menjadi penyebab rendahnya tingkat pertumbuhan dan perkembangan tanaman cabai di desa Buntu Datu. Produksi cabai di desa Buntu Datu juga lebih rendah dibandingkan dengan lokasi yang lain.

Jika ditinjau lebih lanjut, pemberian perlakuan pemupukan dan pengayaan mikroorganisme pada lahan "kurang" subur di Desa Buntu Datu berhasil meningkatkan nilai pH di lokasi penelitian. Hal ini terbukti pada meningkatnya nilai pH tanah yang awalnya masam (pH 5,2) naik mendekati netral (berkisar pH 6,0) pada pemberian perlakuan kombinasi kompos dan *Trichoderma*. Meskipun demikian, peningkatan pH tidak signifikan sehingga ketersediaan unsur-unsur nutrisi rendah. Nilai unsur P, N, Ca, dan Mg cenderung tidak berubah (relatif stabil). Peningkatan unsur fosfor (P_2O_5) terjadi pada perlakuan kompos Unhas (Gambar 3.11). Pemberian kompos dan aplikasi POC yang diberikan kepada tanaman melalui penyiraman ke tanah turut berperan dalam peningkatan kesuburan tanah, terutama ketersediaan unsur P.



Gambar 3.11. Hasil analisis tanah sebelum penelitian di lokasi penanaman cabai di Desa Buntu Datu

Kompos dan POC yang dihasilkan oleh petani Buntu Datu mengandung N, P, dan K yang tinggi (Gambar 3.8.). Hal ini yang menyebabkan tingkat kesuburan lahan di lokasi penanaman cabai meningkat. Selain itu kompos dan POC juga banyak mengandung cendawan *Aspergillus* dan *Gliocladium* yang mampu melepaskan P-terikat di dalam tanah dan menjadi tersedia bagi tanaman (Tabel 3.4). Selain unsur P, nilai C-organik juga mengalami kenaikan dan tertinggi pada kombinasi perlakuan kompos dan pemberian *Trichoderma* baik dengan aplikasi *Trichoderma* lokal maupun *Trichoderma* Unhas.

Desa To Pao :

Analisis tanah sebelum perlakuan menunjukkan bahwa lokasi penanaman cabai di Desa To Pao memiliki tingkat kesuburan tanah yang cukup baik (Gambar 3.12.). Tanah di lokasi penelitian memiliki pH yang mendekati netral (pH 6,4) dengan C/N rasio yang sedang. Kapasitas tukar kation dan kandungan C-organik juga berada pada kondisi yang tidak rendah.

Secara umum, hasil analisis laboratorium menunjukkan bahwa perlakuan pemupukan bahan organik mengubah perbandingan tekstur fisik tanah di lokasi penanaman cabai di Desa To Pao. Sebelum perlakuan, kondisi tanah

berada pada kondisi liat dan debu dengan persentase yang lebih dominan dibandingkan dengan pasir (Gambar 3.12). Setelah diberikan pemupukan bahan organik, untuk semua perlakuan, menunjukkan peningkatan perbandingan persentase liat dan debu yang semakin tinggi dibandingkan dengan pasir (cenderung lempung berdebu). Dengan penambahan bahan organik, tekstur tanah menjadi lebih liat dan mampu menahan air lebih lama. Namun, tingginya persentase debu berdampak pada mudahnya air mengalir dan hilangnya nutrisi serta mikroorganisme pada tanah akibat pencucian. Hal inilah yang diduga menjadi penyebab tanah di lokasi penanaman di Desa To Pao cepat mengalami kekeringan sehingga tanaman rentan tercekam stress kekeringan.

Kompos dan POC yang dihasilkan oleh petani To Pao juga mengandung N, P, dan K yang tinggi (Gambar 3.8.). Hal ini yang menyebabkan tingkat kesuburan lahan di lokasi penanaman cabai meningkat. Kandungan unsur P di lahan penanaman cenderung meningkat pada perlakuan pemberian kompos petani dan kompos Unhas. Selain itu kompos dan POC juga banyak mengandung cendawan *Aspergillus* dan *Trichoderma* yang mampu melepaskan P-terikat di dalam tanah dan menjadi biopestisida bagi tanaman cabai (Gambar 3.10.). Selain unsur P, nilai C-organik juga mengalami kenaikan dan tertinggi pada kombinasi perlakuan kompos dan pemberian *Trichoderma*.



Lokasi 2 : To' Pao
 pH : agak masam, mendekati netral
 C-organik : sedang
 N-organik : rendah
 C/N : sedang
 KTK : sedang
 Kejenuhan Al : 3% (sangat rendah)

Lampiran 1. Analisis-pertanian tanah

Parameter*	Kandungan		Kandungan (%)	Kandungan (%)	Kandungan (%)
	g/kg	g/kg			
pH	5,5	5,5	5,5	5,5	5,5
EC	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
Cl ⁻	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
SO ₄ ²⁻	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
NO ₃ ⁻	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
Ca ²⁺	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
Mg ²⁺	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
K ⁺	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
Na ⁺	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
Fe	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
Zn	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
Cu	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
Mn	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
B	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
Si	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
Al	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
As	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
Pb	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
Hg	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
C _{org}	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
N _{org}	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
C/N	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
KTK	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
Kejenuhan Al	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1

Gambar 3.12. Hasil analisis tanah sebelum penelitian di lokasi penanaman cabai di Desa To Pao.

REFERENSI

- Anonim. 2007. Cara Praktis Membuat Kompos. Agro Media Pustaka. Jakarta
- Anonim. 2008. Faktor yang mempengaruhi laju pengomposan. <http://www.petrokimia-gresik.com>. Diakses 15 Oktober 2018
- Glio, M. Tosin. 2017. Membuat Pestisida Nabati untu Hidroponik, Akuaponik, Vertikultur dan Sayuran Organik. Agro Media Pustaka. Jakarta.
- Indriana H. 2010. Kelembagaan berkelanjutan dalam pertanian organik. [tesis]. Bogor [ID]: Institut Pertanian Bogor.
- Jaya A. 2004. Konsep pembangunan berkelanjutan (sustainable development). [tugas individu semester ganjil 2004 pengantar falsafah sains program s3 IPB]. Bogor [ID]: Institut Pertanian Bogor
- Juliantara, K. 2010. Informasi Tanaman Hias Indonesia. Pemanfaatan Ekstrak Daun Pepaya (*Carica Papaya*) Sebagai Pestisida Alami yang Ramah Lingkungan.
- Lestari, Sri Ayu Dewi. 2016. Pemanfaatan Paitan (*Tithonia diversifolia*) sebagai Pupuk Organik pada Tanaman Kedelai. IPTEK Tanaman Pangan. Vol.11, No. 1.
- Mulyono. 2016. Membuat MOL dan Kompos dari Sampah Rumah Tangga. Agro Media Pustaka. Jakarta
- Pracaya. 2002. Bertanam Sayur Organik di Kebun, Pot, dan Polibag. PT. Penebar Swadaya. Jakarta
- Putra, Robinson. 2017. Pembuatan Pestisida Nabati Daun Pepaya untuk Pengendalian Ulat dan Serangga Penghisap Tanaman.
- Reijntjes C, Haverkort B, Bayer AW. 1999. Pertanian masa depan: pengantar untuk pertanian berkelanjutan dengan input luar rendah. Yogyakarta [ID]. Kanisius
- Salikin KA. 2003. Sistem pertanian berkelanjutan. Yogyakarta [ID]; Kanisius
- Saragih SE. 2008. Pertanian organik solusi hidup harmoni dan berkelanjutan. Depok [ID]; Penebar Swadaya
- Sutanto R. 2002. Pertanian organik menuju pertanian alternatif dan berkelanjutan. Yogyakarta [ID]; Kanisius

Trubus online, 2011. Gulma Pendongkrak Produksi. <http://www.trubus-online.co.id/gulma-pendongkrak-produksi/>

Widiarta A. 2011. Analisis lanjutan praktik pertanian organik di kalangan petani. [skripsi]. Bogor [ID]: Institut Pertanian Bogor

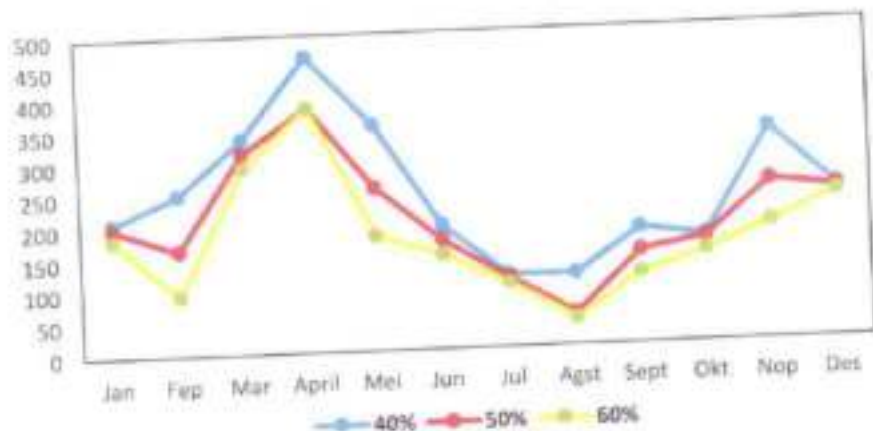
BAB IV BUDIDAYA TANAMAN ORGANIK (Padi Organik)

Amir Yassi

A. Pengenalan Agroekosistem Tanaman Padi Sawah

1. Iklim

Tanaman padi dapat hidup di daerah yang berhawa panas dan banyak mengandung uap air. Curah hujan rata-rata 200 mm per bulan, dengan distribusi selama 4 bulan, curah hujan per tahun sekitar 1500-2000 mm. Suhu yang baik untuk pertumbuhan tanaman padi 23o C. Tinggi tempat yang cocok untuk tanaman padi sekitar 0-1500 m dpl.



Gambar 4.1. Sebaran pola hujan tahun 2007-2016 dari Stasiun Pontiku Kab. Tana Toraja

2. Tanah

Tanah yang baik untuk pertumbuhan tanaman padi adalah tanah sawah yang kandungan fraksi pasir, debu dan lempung dalam

perbandingan tertentu dengan diperlukan air dalam jumlah yang cukup.

Padi dapat tumbuh dengan baik pada tanah yang ketebalan lapisan atasnya antara 18-22 cm dengan PH antara 4-7.



Gambar 4.2. Kondisi Lahan Sawah Tadah Hujan yang Berbukit.

B. Varietas Unggul Padi

1. Sejarah Perkembangan Varietas

- a. Periode sebelum tahun 1970 – an
Contoh : Bengawan, Sigadis, Remaja, Jelita, Sinta
Karakteristik umum :
 - Umur dalam (140 - 155 hari)
 - Postur tanaman tinggi (145 - 160 cm)
 - Rasa nasi enak
 - Daya hasil sedang (3,5 -4,0 t/ha)
- b. Periode Tahun 1970-1984
 - Peningkatan produktivitas
 - Perbaikan pada rasa dan ketahanan terhadap hama dan penyakit
 - Contoh : Pelita I-1 dan Pelita I-2
 - Mulai berkembang wereng batang coklat, banyak varietas tidak tahan terhadap hama tersebut
 - Diperkenalkan : Serayu, Asahan, Brantas, Citarum, Semeru dan Cisadane
 - Diintroduksi IR64 untuk mengatasi wereng batang coklat
- c. Periode 1985-2004
 - Didominasi oleh varietas IR64
 - Laporan Balitpa (2004) → IR64 dominan di 12 propinsi sentra produksi padi dengan proporsi mencapai 45,4% dari luas panen 9,2 juta ha
 - Pada tahun 2000, ketahanan IR64 terhadap HDB dan wereng hijau telah patah, dan mulai rentan terhadap wereng coklat.

- d. Periode 1985-2004
 - Diperkenalkan varietas tahan terhadap HDB dan wereng batang coklat, spt Ciliwung, Barumun, Memberamo, Way Apo Buru, Widas, Ciherang
 - Perbaikan pada potensi hasil, multikarakter ketahanan (tahan hama penyakit, kekeringan, kerebahan, keracunan, defisiensi hara), umur genjah dan mutu (bentuk dan ukuran gabah, rasa, rupa, aroma)
- e. Periode 2004-2008
 - Diperkenalkan 19 VUB : 16 varietas padi sawah irigasi dan 3 varietas padi rawa (Inpara 1 - 3)
 - Varietas padi sawah : 4 varietas hibrida (Hipa 3 –Hipa 6), 6 varietas inbrida (Impari 1 - Impari 9), 1 varietas beras merah (Aek Sibundong), 1 ketan (Ciasem), 1 toleran dataran tinggi (Sarinah)
 - Sejak Tahun 2008, nama-nama varietas tidak lagi menggunakan nama-nama sungai melainkan diganti dengan istilah Inpari, Inpara dan Inpago
- f. Tahun 2009
 - Dilepas beberapa varietas padi sawah : Impari 7 Lanrang, Impari 8, Impari 9 elo, Impari 10 laeya, Impari 11, Impari 12, Impari 13, Hipa 7, Hipa 8 Pioner, Hipa 9, Hipa 10 dan Hipa 11
- g. Tahun 2010

Dilepas :

 - 2 varietas padi rawa : Inpara 4 dan Inpara 5 (→ toleran rendaman antara 6 - 12 hari pada fase vegetatif)
 - 3 varietas padi gogo : Inpago 4, Inpago 5 dan Inpago 6

2. Pengertian Varietas atau Kultivar

a. Pengertian Varietas

Menurut Pemulia tanaman, Varietas adalah sekelompok tanaman dengan karakter unggul yang *stabil*, dapat *dibedakan* dari varietas lain oleh ciri atau sifat khusus, berpenampihan *seragam* (*uniform*), serta telah dilepas secara resmi oleh pemerintah.

Bentuk varietas → menunjukkan cara perbanyakan benihnya, sehingga tersedia benih untuk pertanaman komersial atau ditanam oleh petani

Nama varietas → merupakan identitas dari suatu varietas yang dapat digunakan sebagai pembeda antar varietas

b. Jenis Varietas Padi

Jenis varietas padi dikenal dengan peristilahan Varietas Unggul, Varietas Unggul Baru (VUB), Varietas Unggul Tipe Baru (VUTB), Varietas Unggul Hibrida (VUH), Inbrida dan Varietas Lokal.

Varietas unggul adalah galur hasil pemuliaan dengan satu atau lebih keunggulan khusus, seperti potensi hasil tinggi, tahan terhadap hama dan penyakit, toleran terhadap cekaman lingkungan, mutu produk tinggi, dan/atau sifat-sifat unggul lainnya, serta telah dilepas pemerintah.

Jenis varietas unggul :

1) Varitas Unggul Baru (VUB)

Adalah kelompok tanaman padi dengan karakteristik umur antara 100-135 HSS, anakan banyak (> 20 tunas/rumpun), dan bermalai agak lebat (\pm 150 butir gabah/malai).

Berdasarkan Deskripsi Varietas Padi yang dikeluarkan oleh Balai Besar Penelitian Tanaman Padi Tahun 2010, dikenal 43 jenis varietas yang kebanyakannya menggunakan nama-nama sungai seperti Cisadane, Ciliwung, Cisokan, Ciharang dsb, kecuali Sintanur, dan 13 varietas dengan nama Inpari mulai dari Inpari 1 sampai Inpari 13.

2) Varitas Unggul Tipe Baru (VUTB)

Adalah kelompok tanaman padi dengan postur tegap, berdaun lebar dan berwarna hijau tua, anakan sedikit (< 15 tunas/rumpun), berumur 100-135 HSS, bermalai lebat (\pm 250 butir gabah/malai), dan berpotensi hasil lebih dari 8 ton GKG/ha. Varietas padi yang termasuk VUTB ini adalah Cimelati, Gilirang, Ciapus dan Fatmawati.

3) Varitas Unggul Hibrida (VUH)

Adalah kelompok tanaman padi yang terbentuk dari individu-individu generasi pertama (F1) dari suatu kombinasi persilangan dan memiliki karakteristik potensi hasil > 15-20% dari inbrida.

Terdapat 61 Jenis varietas yang termasuk VUH, diantaranya 11 varietas milik Pemerintah, sisanya Swasta.

Nama kesebelas varietas tersebut adalah *Maro, Rokan, Hipa 3, Hipa 4, Hipa 5 Ceva, Hipa 6 Jete, Hipa 7, Hipa 8 Pioneer, Hipa 9, Hipa 10 dan Hipa 11*.

4) Varitas Lokal

Adalah varietas yang telah ada dan dibudidayakan secara turun-temurun oleh petani serta menjadi milik masyarakat dan dikuasai negara. Beberapa varietas Unggul Lokal yang terkenal seperti *Rojolele, Pandanwangi* dsb. Adapun beberapa varietas padi lokal yang telah lama dibudidayakan di Tana Toraja seperti *Pare Ambo* merupakan jenis padi yang memiliki antioksidan lebih tinggi dibanding jenis lainnya yang berwarna hitam, varietas *Barri Rarang* merupakan padi lokal yang berasnya berwarna merah, sedangkan *Pare Bau* berwarna putih akan tetapi memiliki aromatik yang khas.

Benih padi lokal Toraja belum dilakukan sertifikasi dari BPSB oleh karena masih banyak ditemukan campuran varietas yang berjenis sama, sehingga diperlukan pada kegiatan kerjasama CRAIP-Jerman berlanjut sampai pada sortir dan memurnikan varietas lokal dari campuran sesama varietas lokal lainnya.

C. Teknik Budidaya Padi Organik

1. Pengolahan Tanah dan pembuatan petak percobaan

Pengolahan tanah bertujuan mengubah keadaan tanah pertanian dengan alat tertentu hingga memperoleh susunan tanah (struktur tanah dan tekstur tanah) yang dihendaki oleh tanaman. Pengolahan tanah pada sawah tadah hujan sebaiknya dilakukan 2 kali, pengolahan lahan pertama dilakukan pada musim kemarau atau setelah terjadi hujan pertama yang dapat melembabkan tanah dan yang kedua saat menjelang tanam. Cara pengolahan tanah dapat dengan dicangkul, atau menggunakan traktor/ ternak secara singkal, selanjutnya lahan dibiarkan. Bila sudah turun hujan kontinyu yang memungkinkan untuk tanam, lahan diolah lagi untuk menghaluskan bongkahan sambil meratakan tanah sampai siap tanam.

Pengolahan lahan sawah terdiri dari beberapa tahap:

a. Pembersihan

- Selokan-selokan perlu dibersihkan

- Jerami yang ada perlu dibabat dan dikumpulkan untuk pembuatan kompos sebagai sumber bahan organik.



Gambar 4.3. Hambur Kompos dan Pembuatan Pematang.

b. Pencangkulan dan perataan tanah

- Perataan tanah yang merupakan gundukan dari sisa pengolahan tanah yang tidak merata
- Perbaikan dan pembersihan pematang dari pertumbuhan gulma dilakukan dengan tujuan menghindari tempat bersarangnya tikus dan penggerek batang dan petak sawah yang sukar dibajak
- Perataan tanah yang berbukit



Gambar 4.4. Perbaikan Pematang Dan Pembuatan Petak Percobaan

c. Pembajakan

- Memecah tanah menjadi bongkahan-bongkahan tanah.
- Membalikkan tanah beserta tumbuhan rumput (jerami) sehingga akhirnya membusuk.



Gambar 4.5. Pembajakan Sawah dengan Alsintan atau Ternak

- Proses pembusukan dengan bantuan mikro organisme yang ada dalam tanah.
- Diinkubasi selama 1 minggu
- Menggunakan bajak dan rotari untuk melembutkan tanah untuk melumpur.



Gambar 4.6. Pembusukan Sisa Limbah Tanaman Bahan Organik

d. Penggaruan

- Meratakan dan menghancurkan gumpalan-gumpalan tanah
- Selama digaru saluran pemasukan dan pengeluaran air ditutup agar lumpur tidak hanyut terbawa air keluar.
- Penggaruan yang dilakukan berulang kali akan memberikan keuntungan
- Permukaan tanah menjadi rata
- Air yang merembes ke bawah menjadi berkurang
- Sisa tanaman atau rumput akan terbenam
- Penanaman menjadi mudah
- Meratakan pembagian pupuk dan pupuk terbenam



Gambar 4.7. Pembusukan Sisa Limbah Tanaman Sumber Bahan Organik

2. Penyemaian Benih

Benih adalah gabah yang dihasilkan dengan cara khusus dengan tujuan untuk ditanam atau ditabur dipesemaian menjadi pertanaman. Berdasarkan Peraturan Menteri pertanian No: 39 /PERMENTAN/OT. 140/8/2006 dalam Sistem Sertifikasi benih di Indonesia terdapat Empat Kelas Benih yaitu:

1. Benih Perjenis (BS), ditandai dengan label kuning, dimiliki dan diproduksi oleh Pemulia Tanaman di Balai Penelitian Komoditas atau oleh UPBS (Unit Produksi Benih Sumber)
2. Benih Dasar (BD), ditandai dengan label putih, dimiliki dan diproduksi oleh BBI (Balai Benih Induk atau Penangkar Benih yang mendapat rekomendasi dari BPSB, produsen benih Swasta /BUMN
3. Benih Pokok (BP) ditandai dengan label ungu, dimiliki dan diproduksi oleh BBU (Balai Benih Utama) ,Penangkar Benih yang mendapat rekomendasi dari BPSB, produsen benih Swasta /BUMN
4. Benih Sebar (BR), ditandai dengan label biru, dimiliki dan diproduksi oleh BBU (Balai Benih Utama) ,Penangkar Benih yang mendapat rekomendasi dari BPSB, produsen benih Swasta /BUMN

Dalam kegiatan budidaya padi "Benih merupakan salah satu faktor penentu keberhasilan produksi". Penyediaan benih tidak dapat dipandang hal yang mudah, karena seberapa maksimumnya pengeloaan unsur lain tanpa ditunjang dengan penyediaan benih unggul bermutu, sulit diperoleh hasil yang optimum.

Benih unggul bermutu adalah benih yang mempunyai sifat tingkat potensi hasil yang tinggi ,tingkat keseragaman, kemurnian dan adaptasi yang luas serta daya tumbuh tinggi, dan tahan terhadap hama penyakit. Penggunaan benih unggul bermutu memberikan kontribusi peningkatan produksi sampai 40 %.

Mengapa harus menggunakan benih bermutu ?

- Benih bermutu akan menghasilkan bibit yang sehat dengan akar yang banyak.
- Benih yang baik akan menghasilkan perkecambah dan pertumbuhan seragam
- Ketika ditanam pindah, bibit dan benih yang baik dapat tumbuh lebih cepat dan tegar
- Benih yang baik akan menghasilkan hasil yang tinggi

Benih Bermutu adalah benih yang baik dan benar. Dikatakan baik karena memiliki 3 kriteria yaitu baik secara genetik, fisik dan fisiologis. Khusus padi varietas lokal hanya diperoleh benih dari hasil seleksi dari pertanaman petani, kemudian diperbanyak dan dilakukan lagi seleksi sampai fenotipe varietas relative homogen yang dapat dijadikan sumber benih tanpa memiliki kelas.

Secara Genetik

- Varietas asli
- Murni dari satu varietas

Secara Fisik Benih Bermutu dicirikan dengan :

- Bersih tidak tercampur dengan biji gulma atau biji tanaman lain
- Berukuran penuh dan seragam (bermas)
- Bebas dari biji gulma, hama, penyakit dan bahan lain

Secara Fisiologi dicirikan dengan

- Daya kecambah di atas 80 % dengan benih yang tumbuh kekar
- Kekuatan tumbuh normal

a. Persiapan Semai

1. Penetapan Lokasi / Tempat Persemaian

Syarat Tempat

- Lahan rata mudah untuk memberi dan membuang air, tidak ternaungi dan jauh dari lampu
- Luas tempat persemaian 4 % atau 1/25 dari luas sawah yang akan ditanami

2. Menentukan Kebutuhan Benih

Faktor pertimbangan dalam menentukan kebutuhan benih adalah sebagai berikut:

- 1) Luas lahan yang akan ditanami
- 2) Sistem tanam
- 3) Jarak tanam yang digunakan
- 4) Jumlah tanam per rumpun
- 5) Berat benih per 1000 butir

- 6) Daya kecambah
- 7) Jumlah benih Cadangan (%)

Kebutuhan benih untuk penanaman padi sawah umumnya berkisar antara 25-30 kg / Ha, untuk pengembangan Padi Gogo 40 Kg/ Ha dan Rawa Pasang Surut sangat dipengaruhi oleh kesetabilan lahan, namun umumnya relatif sama dengan kebutuhan benih untuk padi Sawah. Kebutuhan benih untuk penanaman padi dengan Metode SRI adalah 7 kg / ha

3. Perlakuan Benih

Perlakuan benih dilakukan dengan tujuan untuk mematahkan masa dormansi benih dan pemilihan benih yang bermas supaya benih dapat tumbuh cepat, seragam dan sehat serta perlindungan awal terhadap serangan hama terutama pada stadia bibit.

1) *Pematahan Dormansi*

Dormansi adalah suatu kondisi benih hidup tetapi tidak dapat berkecambah meskipun dikecambahkan dalam kondisi yang optimum untuk perkecambahan. Kondisi dorman biasanya terjadi pada benih-benih yang baru dipanen.

Cara Pematahan Dormansi

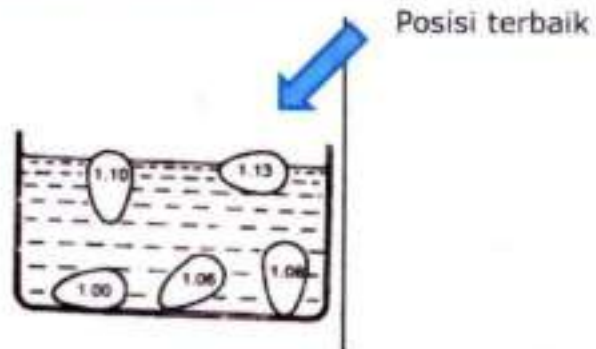
- Pemanasan dalam oven pada suhu 50° C selama 3 – 5 hari;
- Pemanasana dalam oven pada suhu 50° C selama 2 hari, dilanjutkan perendaman dalam air selama 2 hari;
- Pemanasana dalam oven pada suhu 50° C selama 2 hari, dilanjutkan perendaman dalam larutan 3 KNO₃ murni selama 2 hari;
- Perendaman dalam larutan pupuk KNO₃ (3%) atau pupuk KNO₃ merah (30 gram KNO₃ dalam 1 liter air) selama 1-2 hari,
- Secara tradisional dapat dilakukan dengan pengeringan gabah calon benih sampai kadar air 11%, dan dilakukan perendaman air yang diberi abu sekam dicampur POC yang berasal dari bahan utama keong.

Efektivitas metode pematahan dormansi dipengaruhi antara lain oleh; penyebab dormansi, persistensi dormansi dan intensitas dormansi.

2) *Melakukan Pemilihan Benih*

Benih dengan berat jenis lebih tinggi, mempunyai mutu fisiologis (daya kecambah dan Vigor) yang lebih tinggi, serta pertumbuhan dilapang yang lebih cepat dan seragam.

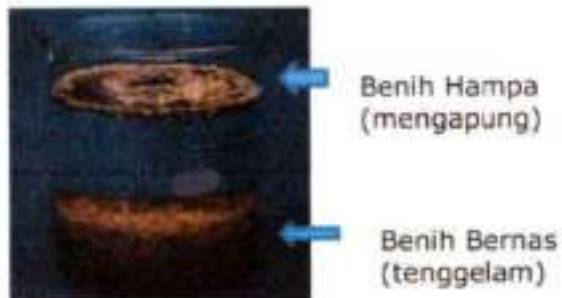
- a) Pemilahan Benih dengan Air
- Benih dimasukan kedalam wadah yang berisi air dengan volume 2 kali volume benih, kemudian diaduk-aduk sebentar.
 - Benih yang terapung; yang mempunyai berat jenis rendah, dipisahkan dari benih lainnya.
 - Benih-benih yang tenggelam yang digunakan dalam pertanaman.
 - Sebelum semai, benih terlebih dahulu direndam selama 24 jam dan diperam 48 jam.
- b) Pemilahan dengan Larutan Garam Amonium Sulfat (ZA) atau Garam dapur
- Untuk mendapatkan benih yang lebih bemas; dengan berat jenis yang tinggi (1,11 mg/L), pemilahan dilakukan dengan memasukan benih kedalam wadah berisi larutan pupuk ZA dengan konsentrasi 225 g ZA/L air. Atau 300 gram Garam / L air.
- Pelaksanaan di lapangan, Indikator yang dapat digunakan untuk mencapai Berat Jenis (1,11 s.d 1,13) konsentrasi ZA / Garam dapur per L air, adalah dengan melihat posisi telur ayam yang terapung seperti gambar dibawah ini.



Gambar 4.8. Indikator Perendaman Benih Menggunakan Telur Dalam Larutan Garam

- Benih yang terapung dibuang sedangkan benih yang digunakan benih yang tenggelam (memiliki berat jenis tinggi).

- Setelah pemilahan benih dicuci bersih, direndam 24 Jam, diperam 48 Jam dan siap untuk ditabur/disemai.



Gambar 4.9. Benih Tenggelam Siap Dihambur, Benih Yang Mengapung Dibuang

b. Cara Penyemaian

Tempat penyebaran benih berkecambah dapat berupa penyemaian secara basah dan secara kering

1. Pesemaian Secara Basah

- Bajak tanah hingga melumpur dengan baik
- Lebar pesemaian 1 - 1,2 m dan panjang sesuai petakan, antara 10-20 m
- Penambahan pupuk kandang atau bokashi sebanyak 2 kg/m² untuk mengemburkan tanah untuk memudahkan pencabutan benih/bibit dan mengurangi kerusakan bibit dan akar.
- Sebar benih yang telah direndam, ditiriskan dan diperam secara merata diatas bedeng pesemaian dengan kerapatan 60 gram benih (1 genggam) per 1 M².



Gambar 4.10. Hambur Benih dan Bibit Siap Dipindahkan

- Biarkan beberapa hari sampai tanah mengendap (macak-macak)
- Taburkan benih secara merata

2. Pesemaian Secara Kering

Pesemaian secara kering biasa dilakukan untuk pengembangan padi secara Sistem of Rice Intensifikasi (SRI).

Langkah kegiatannya sebagai berikut :

- Menyiapkan media tumbuh
- Campurkan tanah : kompos dan abu sekam dengan perbandingan: 75% tanah, 20-25 % kompos dan 5-10 % abu sekam. Aduk hingga rata.



Gambar 4.11. Komposisi Media Semai Tanah, Kompos dan Abu

- Masukkan campuran tanah secara merata dengan ketebalan 5 -10 cm ke dalam dapok/petakan yang telah disiapkan atau kedalam nampan plastik yang telah dilubangi pada bagian bawahnya, lakukan penyiraman pada media tanam.



Gambar 4.12. Media Tanam dan Benih yang Telah Tumbuh

3. Penanaman pada Sawah Irigasi

Bibit yang ditanam berjumlah 1–3 bibit per rumpun dengan menggunakan bibit muda berumur antara 10–15 hari. Penggunaan bibit muda dapat menekan stres bibit pada saat dipindah dan dapat menghasilkan jumlah anakan yang lebih banyak sehingga penggunaan benih dapat dihemat. Pengaturan tanaman dilahan pertanaman dapat dilakukan dengan berjajar atau segi empat yang selanjutnya dikenal dengan istilah legowo dan tegel.

1) Legowo

Cara tanam jajar legowo untuk padi sawah secara umum bisa dilakukan dengan berbagai tipe yaitu: legowo (2:1), (3:1), (4:1), (5:1), (6:1) atau tipe lainnya. Namun dari hasil penelitian, tipe terbaik untuk mendapatkan produksi gabah tertinggi dicapai oleh legowo 4:1, dan untuk mendapat bulir gabah berkualitas benih dicapai oleh legowo 2:1.

Pengertian jajar legowo 4:1 adalah cara tanam yang memiliki 4 barisan kemudian diselingi oleh 1 barisan kosong dimana pada setiap baris pinggir mempunyai jarak tanam >2 kali jarak tanam pada barisan tengah. Dengan demikian, jarak tanam pada tipe legowo 4:1 adalah 20 cm (antar barisan dan pada barisan tengah) x 10 cm (barisan pinggir) x 40 cm (barisan kosong).

Pengertian jajar legowo 2:1 adalah cara tanam yang memiliki 2 barisan kemudian diselingi oleh 1 barisan kosong dimana pada setiap baris pinggir mempunyai jarak tanam 1/2 kali jarak tanam antar barisan. Dengan demikian, jarak tanam pada tipe legowo 2:1 adalah 20 cm (antar barisan) x 10 cm (barisan pinggir) x 40 cm (barisan kosong).

Modifikasi jarak tanam pada cara tanam legowo bisa dilakukan dengan berbagai pertimbangan. Secara umum, jarak tanam yang dipakai adalah 20 cm dan bisa dimodifikasi menjadi 22,5 cm atau 25 cm sesuai pertimbangan varietas padi yang akan ditanam atau tingkat kesuburan tanahnya.

Tujuan cara tanam legowo adalah :

- Memanfaatkan sinar matahari bagi tanaman yang berada pada bagian pinggir barisan.
- Mengurangi kemungkinan serangan hama, terutama tikus.
- Menekan serangan penyakit.
- Mempermudah pelaksanaan pemupukan dan pengendalian hama / penyakit.
- Menambah populasi tanaman.



Gambar 4.13. Sistem Tanam Pindah dan Legowo 2:1.

2) Tegel

Disebut "tegel" karena penempatan tanaman kelihatan seperti susun tegel rumah dimana jarak sisinya sama misalnya 20 X 20 cm atau 25 X 25 cm. Untuk varietas padi yang memiliki jumlah anakan relative sedikit atau pada lahan yang kurang subur bisa menggunakan jarak tanam yang lebih rapat (20 X 20 cm), sebaliknya untuk varietas yang memiliki jumlah anakan relative lebih banyak atau pada lahan yang subur dapat digunakan jarak tanam yang lebih longgar. Pada jarak tanam ini total populasi per satuan luas lebih rendah dibandingkan dengan legowo.



Gambar 4.14. Cara Tanam Tegel

4. Pengelolaan Air dengan Sistem Basah

a. Konsep Hemat Air dalam Budidaya Padi Organik

Teknologi hemat air dapat diartikan sebagai upaya pemanfaatan air dari berbagai sumber terutama air gravitasi pada petak usahatani padi agar terjamin produktivitas, efisiensi dan produksi yang meningkat secara berkelanjutan. Teknik hemat air dalam budidaya padi dapat ditempuh pada tahapan persiapan lahan dan selama pertumbuhan tanaman bahkan pada fase menjelang panen. Teknik hemat air dapat dilakukan dengan cara perbaikan atau penyesuaian teknik budidaya dengan cara perbaikan atau penyesuaian teknik budidaya dengan potensi sumber daya air setempat dan melalui inovasi cara pemberian air.

Prinsip dari konsep hemat air dalam budidaya padi sawah penting atas dasar pertimbangan bahwa : a) ketersediaan air semakin terbatas, b) kemarau panjang akibat El-Nino (anomali iklim), c) intensifikasi tanam masih rendah, d) efisiensi pemanfaatan air masih rendah, e) pendistribusian air antara wilayah hulu dan hilir bahkan antar golongan air masih terdapat kesenjangan yang tinggi dan f) efisiensi masukan (input) produksi sangat ditentukan oleh cara pengelolaan air yang tepat.

Di dalam praktek teknik hemat air mudah dilaksanakan pada kondisi : a) pengaturan varietas berdasarkan umur, b) kalender tanam dalam suatu hamparan tersier sebaiknya seragam, c) waktu dan cara pengolahan tanah yang sesuai dengan jadwal pemberian air, d) pengaturan penggenangan air menurut fase pertumbuhan tanaman baik tinggi dan durasinya (kondisi pasokan air normal), e) penerapan pergiliran air (kondisi pasokan air di bawah normal), f) pemeliharaan pematang termasuk kerapatan pematang dalam luasan tertentu dan g) drainase permukaan terutama pada musim hujan.

Teknik hemat air mempunyai sasaran utama yaitu produktivitas air (perbandingan antara hasil gabah dan konsumsi air total) yang lebih tinggi dari pada produktivitas air dengan cara pemberian kontinyu. Ada dua strategi dalam perbaikan produktivitas air : a) hasil gabah meningkat dengan konsumsi air total tetap atau b) hasil gabah meningkat dengan konsumsi air total berkurang. Peningkatan hasil dapat ditempuh melalui perbaikan komponen teknik budidaya, input air dan penurunan konsumsi air total. Hal tersebut dapat pula ditempuh melalui reduksi evaporasi, perkolasi dan rembesan di petakan usahatani.

Selang 4 (empat) hari pemberian merupakan batas kritis waktu pemberian air dan batas jenuh lapangan selama fase vegetatif dan

pematangan tidak menurunkan hasil. Selama fase reproduktif (primordia bunga sampai pembungaan) perlu pemberian air dengan genangan air dangkal 3–5 cm. Dalam kondisi kekurangan air, pemberian air perlu diprioritaskan selama fase reproduktif (fase sensitif kekurangan air).

Penggenangan air terutama ditujukan untuk mengurangi tekanan investasi gulma (weed pressure) dan pengendalian beberapa hama tertentu, namun sebenarnya tanaman padi tidak memerlukan genangan air untuk seluruh fase pertumbuhannya. Penggenangan air yang dalam (di atas 15 cm) dan dalam jangka waktu yang lama dapat menciptakan kondisi tanah semakin masam, ekstrim reduktif, ketersediaan hara mikro semakin berkurang, infeksi penyakit dan infestasi hama meningkat, kerebahan batang, laju perkolasi dan rembesan (pergerakan air lateral) di petakan sawah meningkat dan sistem perakaran tanaman cepat rusak sehingga kapasitas penyerapan hara berkurang. Selain itu potensi kehilangan hara melalui pencucian dan aliran permukaan meningkat. Kondisi tanpa penggenangan air selama periode tertentu diperlukan terutama untuk memperbaiki kondisi aerasi di daerah perakaran, merangsang pembentukan anakan, aktivitas perakaran meningkat, mengurangi populasi hama wereng, menekan laju perlokasi, rembesan, aliran permukaan dan pencucian hara.

Fase pertumbuhan tanaman padi sawah yang memerlukan drainase permukaan (tanpa genangan air) adalah: awal tanam (40 HST), fase anakan aktif (45 – 80 HST) dan 20 hari menjelang panen. Pada saat penyiangan dan pemupukan biasanya tidak membutuhkan penggenangan air masing-masing sekitar 4 hari. Drainase permukaan juga penting untuk menekan emisi gas metan (efek rumah kaca) dan juga mengurangi keracunan di daerah perakaran.

Tahapan dalam menyusun rekomendasi teknik pengelolaan air untuk suatu lokasi dapat dilaksanakan dengan pertimbangan:

- 1) Karakteristik debit air di saluran sekunder untuk layanan air untuk beberapa petak tersier.
- 2) Jadwal alokasi air pada tiap petak tersier dan kalender tanam pada tiap petak tersier atau kelompok tani.
- 3) Rencana mulai pengolahan tanah, tanam dan permintaan air (usulan) dari lembaga pengelolaan air ke dinas pengairan setempat.
- 4) Pemilihan sejumlah 10 orang petani mewakili wilayah hulu dan 10 petani untuk wilayah hilir.

- 5) Tiap-tiap petani kooperator tersebut dipasang satu silinder terbuka untuk memantau penggenangan air dan penentuan waktu pemberian air. Perubahan tinggi air dicatat setiap hari sejak tanam sampai panen.
- 6) Koordinasi dengan lembaga pengelolaan air dari dinas pengairan untuk menyesuaikan alokasi air pada tingkat tersier untuk memperluas teknologi hemat air secara berkelanjutan.

b. Memahami Kebutuhan Air Aktual

Kebutuhan air aktual padi sawah merupakan air yang digunakan untuk evapotranspirasi (ET). Manfaat dari hasil pengukuran kebutuhan air aktual yaitu dapat ditentukannya jumlah kebutuhan air irigasi pada berbagai fase pertumbuhan tanaman ataupun berbasis periode waktu tertentu setelah dikurangi curah hujan efektif.

Kebutuhan air irigasi (I) = $ET + S + P - Che$. Curah hujan efektif (Che) diasumsikan sama seperti curah hujan total pada musim kemarau sedangkan pada musim hujan besarnya curah hujan efektif yaitu 80 % dari curah hujan total. Kebutuhan air irigasi berbasis kedalaman air dengan satuan mm/hari dapat dinyatakan dengan basis aliran air dalam satu saluran (debet air) yaitu : bahwa 10 mm/hari = 0,116 lt/dt/ha atau 1 mm/hari = 0,0116 lt/dt/ha. Rata-rata kebutuhan air tanaman pada kebutuhan air tanaman bervariasi menurut lokasi, jenis dan sifat fisik tanah dan klas drainase lahan atau kondisi hidrologi setempat. Kebutuhan air aktual padi sawah secara sederhana dapat diukur dengan menggunakan skala miring pada petakan lisimeter. Skala miring dapat dibuat dari bahan kayu (reng) dan mistar plastik dengan skala 1 : 10 , artinya bahwa 10 cm pada mistar skala miring sama dengan ketinggian genangan air 1 cm. Pada petakan lisimeter selalu ada genangan air (sekitar 5 cm) agar pengamatan tiap hari dapat dilakukan yaitu dengan membaca perubahan air pada mistar pada setiap pagi hari. Untuk mencegah keretakan tanah pada pematang, maka pematang dilapis dengan plastik. Pada kondisi tanah yang datar, diperlukan sebuah petakan lisimeter untuk luasan 500 m² dan pada tanah dengan kemiringan sekitar 5 % dibutuhkan 5 petakan lisimeter. ET aktual dapat diperoleh dari rumus: ET (potensial) x Koefisien Tanaman (kc).

Nilai kc bervariasi dari 0,5 – 0,8. ET potensial dapat diduga dari : $E \times fp$ dimana E : evaporasi panci dan fp adalah faktor panci yang besarnya: 0,4 – 0,6. Data curah hujan diperoleh dari hasil pengukuran penakar hujan dari stasiun klimatologi.

1. Teknik Drainase Permukaan

Drainase permukaan yaitu membuang kelebihan air akibat curah hujan atau irigasi yang berlebihan dengan tujuan agar tanaman lebih kuat (tidak rebah), kondisi aerobik tanah terjaga dan mengatur pembentukan anakan. Drainase permukaan biasanya dilakukan pada musim hujan. Drainase permukaan biasanya diperlukan pada daerah dengan topografi datar, curah hujan tinggi, pembentukan akar intensif, mengurangi kerebahan batang, dan mineralisasi nitrogen tanah diperbaiki. Fase pertumbuhan tanaman padi sawah memerlukan tindakan drainase permukaan terutama menjelang tanaman panen. Drainase permukaan lebih efektif yaitu dengan pembuatan parit tengah (ukuran lebar 30 cm dan dalam 30 cm) dengan jarak 1,5 meter sampai 2,0 meter tergantung tekstur tanah. Pada fase pematangan, tanah perlu didrainase yaitu dua minggu menjelang panen (batas waktu kritis), drainase permukaan yang dilakukan pada waktu seminggu menjelang panen mengakibatkan kerusakan tanaman dan mengganggu proses panen. Selain itu tanaman padi sawah mempunyai masa kritis terhadap "full submergence" (pertumbuhan penuh) dari primordia bunga sampai pembungaan dan dengan tinggi genangan air (25 % dan tinggi tanaman) selama fase tersebut akan mengurangi hasil 20 – 30 %.

Drainase permukaan dapat dilakukan pada umur tanaman 30 – 40 hari setelah tanam (sebelum tercapai anakan maksimal) selama 5 - 7 hari untuk menekan munculnya anakan yang tidak produktif, sehingga tingkat produksi gabah per malai, bobot individu gabah dan hasil meningkat. Teknik ini sesuai dilakukan terutama pada lahan sawah dengan kondisi drainase buruk. Teknik ini dapat dilakukan pada musim hujan maupun kemarau.

2. Sistem Pengairan Tergenang dan Intermitten

a) Sistem Pengairan Tergenang

Dalam budidaya tanaman padi, terdapat pengaturan pemberian air secara tergenang.

Hal ini dilakukan dengan pertimbangan:

- efisiensi penyaluran 80 % namun memerlukan air sebesar 12.000 m³/ha/musim (Setiobudi dan Kartaatmadja, 2002)
- penggenangan dan pengolahan tanah dalam keadaan tergenang untuk menanam padi sawah dapat menyebabkan berbagai perubahan sifat tanah. Perubahan tersebut meliputi sifat morfologi, fisika, kimia, mikrobiologi,

maupun sifat-sifat lain sehingga sifat tanah sawah dapat sangat berbeda dari sifat asalnya.

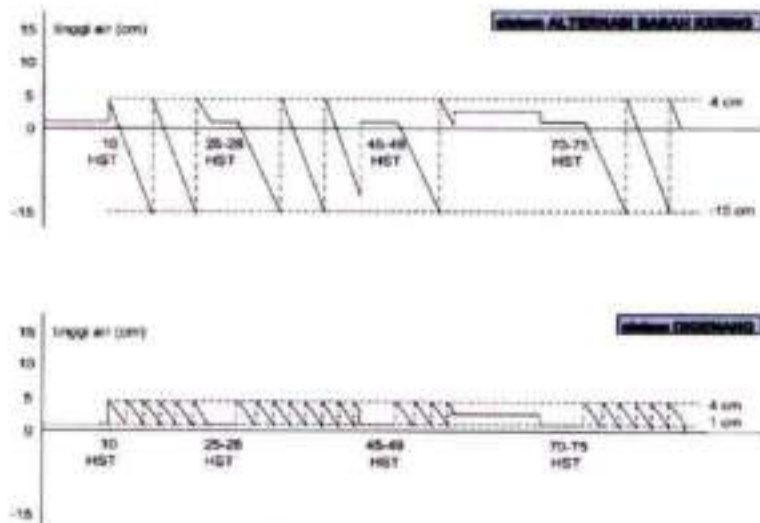
- penggenangan tanah dapat meningkatkan pasokan N. Pasokan N terjadi karena meningkatnya fiksasi N biologi yang dapat terjadi dalam air permukaan dan dalam tanah tereduksi, serta terjadinya akumulasi yang lebih cepat dari N anorganik karena adanya mineralisasi sumber N organik (Hardjowigeno dan Luthfi, 2005). Namun demikian penggenangan lahan dapat menyebabkan ketersediaan N yang rendah dalam tanah sawah yang tergenang air permanen atau semi permanen. Hal ini terjadi karena di bawah kondisi tersebut mineralisasi N tanah terhambat sehingga defisiensi N dapat terjadi sekalipun kandungan N tanah cukup tinggi. Penggenangan menyebabkan kerusakan jaringan perakaran akibat terbatasnya pasokan oksigen. Semakin tinggi air, semakin kecil oksigen terlarut. Dampaknya adalah bahwa akar padi tak mampu mengikat oksigen sehingga jaringan perakaran rusak.

b) Pengairan berselang (Intermittent)

Pemberian air secara berselang (intermittent) pada budidaya tanaman padi adalah salah satu metode pengairan yang dapat diukur secara praktis. Pengairan ini disebut juga pengairan basah-kering (PBK)/Alternate Wetting and Drying (AWD, yaitu pengaturan air di lahan pada kondisi tergenang dan kering secara bergantian. Pengairan berselang adalah sistem pengairan yang direkomendasikan dalam budidaya padi sawah.

Tujuan dilaksanakannya pengelolaan air dengan sistem ini adalah :

- Untuk menghemat air irigasi sehingga areal yang dapat diairi menjadi lebih luas
- memberi kesempatan pada akar tanaman untuk mendapatkan udara sehingga dapat berkembang lebih dalam
- mencegah timbulnya keracunan besi
- mengurangi kerebahan
- menyeragamkan pemasakan gabah dan mempercepat waktu panen
- memudahkan pengendalian hama keong mas, mengurangi penyebaran hama wereng coklat dan penggerek batang, dan mengurangi kerusakan tanaman padi oleh serangan hama tikus.



Gambar 4.15. Pengukuran Kebutuhan Air dengan Lisimeter.

Air irigasi untuk budidaya tanaman padi dapat dikelola dengan baik, dengan memperhatikan ketersediaan air dan fase tumbuh tanaman. Hal yang harus dilakukan dalam pengelolaan air irigasi antara lain:

- lakukan pergiliran air selang 3 hari, tinggi genangan pada hari pertama diairi 3 cm dan selama 2 hari berikutnya tidak ada penambahan air, lahan sawah diairi lagi pada hari ke-4
- pada fase pembentukan malai sampai pengisian biji, petakan sawah digenangi terus
- pada 10 – 15 hari sebelum panen, petakan sawah dikeringkan.
- AWD dipraktekkan mulai tanam sampai satu minggu sebelum tanaman berbunga. Sawah baru diairi apabila kedalaman muka air tanah mencapai ± 15 cm, diukur dari permukaan tanah. Hal ini dapat diketahui dengan bantuan alat sederhana dari paralon belubang yang ditanamkan ke dalam tanah.

Pemberian air irigasi secara berselang pada budidaya tanaman padi memiliki keuntungan atau keunggulan antara lain:

- Menghemat konsumsi air
- Tanaman lebih tahan rebah
- Memberi kesempatan akar untuk mendapatkan udara sehingga dapat berkembang lebih dalam

- Mencegah penimbunan H_2S dan asam organik yang dapat menghambat perkembangan akar
 - Mengaktifkan jasad renik mikroba karena temperatur tanah meningkat
 - Pengairan berselang atau intermitten dapat secara efektif mengurangi emisi gas metan sebesar 17-66% daripada pengairan terus menerus karena metoda ini dapat memutus daur hidup bakteri methanogen (Baskoro, 2011)
 - Menghambat perkembangan hama (penggerek batang, wereng coklat, keong mas), dan penyakit (busuk batang dan busuk pelepah daun)
 - Dapat menekan keracunan tanaman akibat akumulasi besi (Fe) dalam tanah.
- c) **Aplikasi AWD (Alternate Wetting and Drying) = Pengairan Basah Kering (PBK)**

Salah satu teknik penghematan pemanfaatan air untuk budidaya padi sawah yang mudah diterapkan yaitu alternasi genangan air (flooded) dan non genangan air berdasarkan fase pertumbuhan tanaman padi sawah. Teknik ini dapat menghemat penggunaan air 15% sampai 30% di banding cara konvensional dengan penggenangan air secara kontinyu. Selain itu teknik ini dapat meningkatkan produktivitas air, mengurangi populasi wereng coklat, nematoda di daerah perakaran, mengurangi emisi gas metan dan memperbaiki kualitas hasil gabah.

Secara teknis untuk mengukur kebutuhan air padi sawah dapat dilakukan dengan memasang sebuah silinder atas terbuka dengan dinding bertubang pada jarak 50 – 75 cm dari pematang.

Silinder dapat terbuat dari paralon dengan tebal 2 mm, panjang 30 cm dengan diameter antara 20 cm atau terbuat dari bahan metal yang anti karat.



Gambar 4.16. Pembuatan Alat Ukur Air Untuk Pengelolaan Air Basah-Kering (AWD)

Untuk lahan datar dibutuhkan hanya satu alat untuk luas lahan 0,25 ha dan diperlukan dua alat untuk luas lahan yang sama dengan kemiringan 5 persen.

Pada dinding silinder dibuat lubang dengan ukuran 5 mm dan jarak antar lubang 2 cm sepanjang 15 cm sedangkan sisa silinder sepanjang 15 cm tidak perlu dilubangi. Selanjutnya bagian silinder yang telah dilubangi dibenamkan ke dalam tanah sedalam 15 cm dan 15 cm bagian yang tidak dilubangi berada di atas permukaan tanah.

Tanah yang ada dalam silinder sedalam 15 cm dikeluarkan dan diratakan pada bagian dasarnya. Perlu diperhatikan bahwa pada saat pemasangan maka 2-3 hari setelah tanam kondisi tanah tidak boleh digenangi air. Agar permukaan alat dalam posisi horizontal maka setelah silinder dipasang diperiksa dengan waterpas.

d) Cara Pengamatan

Untuk mengetahui keadaan air di petak sawah maka dilakukan pengamatan terhadap alat dengan memperhatikan hal-hal sebagai berikut:

- Waktu pengamatan yaitu pada pagi hari dilakukan cukup 1 kali;
- Untuk mengamati perubahan tinggi air dalam silinder dibutuhkan mistar (30 cm) dan ajir bambu;
- Tempat pengukuran tidak boleh berubah posisi;
- Ajir bambu dimasukkan ke dalam silinder selanjutnya diangkat dan bagian yang basah diukur dengan mistar;
- Standar titik nol pada bagian atas silinder maka dapat dihitung besarnya perubahan air tiap hari dalam satuan sentimeter;
- Apabila posisi air di atas permukaan tanah maka pengukuran bernilai positif dan bernilai negatif apabila air berada di bawah permukaan tanah;
- Waktu pemberian air dilakukan setelah air dalam silinder turun sampai 15 cm dari permukaan tanah
- Apabila terjadi hujan dan mengakibatkan tinggi air dalam silinder lebih dari 5 cm maka dilakukan pembuangan air.

5. Pemupukan dan Penggunaan Pupuk Organik untuk Tanaman Padi

A. Pupuk pada Tanaman Padi

Pupuk adalah bahan yang mengandung satu atau lebih unsur hara tanaman yang jika diberikan ke pertanaman dapat meningkatkan pertumbuhan dan produksi tanaman. Sedangkan pemupukan adalah penambahan satu atau beberapa hara tanaman yang tersedia atau dapat tersedia ke dalam tanah/tanaman untuk dan atau mempertahankan kesuburan tanah, dengan tujuan mencapai hasil/produksi yang relatif tinggi. Terdapat 2 jenis pupuk yaitu pupuk anorganik (pupuk buatan) dan pupuk organik (pupuk alami). Untuk mendapatkan hasil gabah yang tinggi dengan tetap mempertahankan kesuburan tanah, maka perlu dilakukan kombinasi pemupukan antara pupuk an organik dengan pupuk organik. Keuntungan dari aplikasi kombinasi kedua jenis pupuk tersebut adalah kekurangan sifat pupuk organik dipenuhi oleh pupuk an organik, sebaliknya kekurangan dari pupuk an organik dipenuhi oleh pupuk organik. Sedangkan sistem pertanian organik tidak melakukan kombinasi melainkan hanya boleh digunakan pupuk organik. Unsur hara yang diperlukan tanaman diperlihatkan pada gambar 4.17.



Gambar 4.17. Jenis-jenis Hara Esensial yang Terdapat di Alam.

Berdasarkan fungsi fisiologi/biokimia, unsur hara dikelompokkan sebagai berikut :

Tabel 4.1. Peranan dan Bentuk Penyerapan Unsur Hara

Unsur hara	Bentuk yang diserap	Peranan
C, H, O, N, S	CO ₂ , HCO ₃ ⁻ , H ₂ O, O ₂ NO ₃ ⁻ , NH ₄ ⁺ , N ₂ , SO ₄ ²⁻ , SO ₂ ²⁻ CO ₂ , O ₂ , N ₂ diserap tanaman dari udara dalam bentuk gas. Sedang ion-ion diserap dari larutan tanah	Penyusun karbohidrat, asam-asam amino, protein, asimilasi dan proses enzymatic
P, B, Si	Diserap tanaman dari larutan tanah dalam bentuk anion fosfat, borat dan silikat	Transfer energi, pertumbuhan sel
K, Na, Mg, Ca, Mn, Cl	Diserap tanaman dari larutan tanah dalam bentuk ion	metabolisme karbohidrat dan protein, mengatasi tekanan osmoses sel, activator enzyme dan asimilasi
Fe, Cu, Zn, Mo	Diserap tanaman dari larutan tanah dalam bentuk ion	aktivator enzym, asimilasi dan metabolisme

1) Nitrogen

1) Peranan

- Bagian terpenting dari asam-asam amino, asam nucleat, dan chlorophyll
- Mempercepat pertumbuhan vegetatif (pembentukan anakan, tinggi tanaman, lebar daun), panjang malai, jumlah gabah dsb
- Meningkatkan kadar protein tanaman

- Nitrogen diambil tanaman dari larutan tanah dalam bentuk NO_3^- atau NH_4^+ . Tanaman padi umumnya mengambil N dalam bentuk NH_4^+ .
 Dalam jaringan tanaman $\text{NH}_4^+/\text{NO}_3^-$ diubah menjadi N-Organik
 → asam amino → protein.
 Kebutuhan N tertinggi saat pembentukan anakan sampai primordia bunga
 Kebutuhan N optimum : 14,7 kg N per ton gabah (40% berada di jerami). Tingkat efisiensi 68 kg gabah per kg N

2) Gejala defisiensi Nitrogen (N)

- Tanaman kerdil, daun kekuningan (klorosis) terutama daun tua
- Anakan sedikit dengan daun kecil-kecil
- Jumlah gabah sedikit
- Batas kritis kadar N dalam daun pada stadium anakan < 2,5%
- Dimana terjadi defisiensi Nitrogen (N), tanah alkalin ($\text{pH} > 7.0$) dengan potensi volatilisasi NH_3 tinggi

2) Fosfor (P)

1) Peranan

- Bagian terpenting dari ATP (adenosin phosphate) → energi kimia berfungsi untuk menyimpan dan transfer energi dalam seluruh proses metabolisme tanaman
- Bagian utama inti sel dan asam nucleat
- Memperbanyak anakan dan pertumbuhan akar
- Mempercepat pembungaan dan pemasakan
- P diambil tanaman dari larutan tanah dalam bentuk ion H_2PO_4^- dan HPO_4^{2-}
- Kebutuhan P optimum : 2,6 kg P per ton gabah (> 30% berada di jerami)
- Tingkat efisiensi 385 kg gabah per kg P

2) Gejala defisiensi/kekurangan fosfor (P)

- Tanaman kerdil, hijau gelap
- Akar dan anakan sedikit
- Daun kecil, hijau gelap, pendek
- Jumlah anakan, malai dan gabah per malai menurun
- Sering timbul warna keunguan pada pelepah daun / batang
- Pemasakan terlambat (terlebih pada pemupukan N tinggi)
- Kehampaan gabah tinggi
- Respon terhadap pemupukan N, rendah

3) Sebab-sebab terjadinya defisiensi P

- Kadar P tanah rendah
- Pemupukan P rendah
- Efisiensi pemupukan P rendah (fiksasi P oleh Al dan Fe pada lahan kering masam, atau fiksasi P oleh Ca pada lahan kering alkalin) sehingga P kurang tersedia
- Pengapuran berlebihan pada lahan masam → fiksasi P oleh Ca
- Pemupukan N berlebihan, sedangkan pemupukan P rendah

4) Dimana terjadi defisiensi atau kekurangan Fosfor (P)

- Tanah berpasir dengan bahan organik dan cadangan P rendah
- Tanah masam di lahan kering dimana fiksasi P tinggi seperti tanah Podsolik Merah Kuning (Ultisols dan Oxisols)
- Tanah sawah yang telah terdegradasi
- Tanah gambut, tanah sulfat masam di daerah pasang surut
- Tanah alkaline, saline dengan pH > 7,5

3) Kalium (K)

1) Peranan/fungsi

- Transportasi hasil-hasil asimilasi/proses fotosintesa di daun kebagian-bagian tanaman lainnya (akar, tunas/anakan, biji/gabah)
- Mengatur tekanan osmose/turgor, memperkuat dinding sel
- Aktivator enzim pada seluruh proses metabolisme tanaman
- Menunda penuaan/ senescence daun
- Meningkatkan jumlah gabah bernas dan menurunkan kehampaan

K diambil tanaman dari larutan tanah dalam bentuk K^+ . Kebutuhan optimum K : 14,5 kg K per ton gabah (> 80% berada di jerami). Tingkat efisiensi : 69 kg gabah per kg K

2) Gejala-gejala defisiensi/kekurangan K

- Pinggir daun berwarna kuning kecoklatan disertai bercak warna jingga terutama pada daun tua tanaman tumbuh kerdil dan daun-daun terkulai
- Sering terjadi rebah karena N/K ratio tinggi
- Penuaan daun lebih cepat (leaf senescence)

- Kehampaan gabah tinggi dan pengisian gabah tidak sempurna (banyak butir hijau)
- Pertumbuhan akar tidak sehat (banyak akar yang busuk karena kehilangan daya oksidasi, sehingga jerapan hara terganggu)
- Tanaman mudah terserang penyakit seperti blast, sheath blight, bercak daun, terlebih bila dipupuk N berlebihan

3) Sebab-sebab terjadinya defisiensi K

- Kadar K tanah rendah
- Pemupukan K kurang
- Setiap panen, jerami diangkut keluar bersama panen
- Sumbangan K dari air irigasi rendah
- Efisiensi pemupukan K rendah karena fiksasi K oleh mineral liat tipe 2:1 atau tanah berpasir sehingga K tercuci kelapisan bawah karena K sangat mobil
- Keadaan lingkungan perakaran yang sangat reduktif
- Ratio Ca/K atau Mg/K yang tinggi dalam larutan tanah, sehingga Ca atau Mg menekan serapan K

4) Dimana terjadi defisiensi Kalium (K)

- Kadar K tanah rendah
- Tanah berpasir dengan KTK rendah dan cadangan K rendah
- Tanah- masam yang telah terdegradasi lanjut
- Tanah dimana serapan K terhambat
- Tanah sawah dengan jenis mineral liat 2: 1 (montmorilonit)
→ fiksasi K oleh liat 2:1
- Tanah dengan (Ca + Mg)/K ratio dalam larutan tinggi

5) Tanah sawah yang drainasenya buruk, serapan K terhambat oleh adanya Fe^{2+} , asam-asam organik dan H_2S .

B. Pupuk Organik untuk Tanaman Padi

Hasil survey dari Pusat penelitian Tanah dan Agroklimat (Puslittanak) Bogor menyatakan sebagian besar lahan sawah Indonesia kandungan C-Organiknya sangat rendah, kurang dari 2 %. Sedangkan tanah yang subur kandungan C-organik tanahnya adalah 5%. Dengan kandungan C-organik yang rendah itu respon tanah terhadap pupuk kimia semakin menurun . Kesuburan (fisik dan biologi) tanah pun anjlok.

Bahan organik adalah sesuatu yang utuh atau sebagian dari makhluk hidup, baik berupa kotoran maupun makhluk hidup itu sendiri yang sudah mati. Perombakan bahan organik oleh biota perombak

(makro maupun mikro organisme) akan menghasilkan humus yang kaya akan bahan makanan bagi tanaman. Disamping itu bahan organik tanah juga dapat meningkatkan Kapasitas Tukar Kation (KTK) dan mengkelat beberapa unsur hara sehingga menjadi tersedia bagi tanaman. Pupuk organik juga dapat memperbaiki struktur tanah serta daya pegang air tanah.

Demikian pentingnya pupuk organik sehingga Menteri Pertanian mengeluarkan peraturan No. 02/Pert./HK.060/2/2006 yang menetapkan bahwa pupuk organik adalah pupuk yang sebagian besar atau seluruhnya terdiri dari bahan organik yang berasal dari tanaman atau hewan yang telah melalui proses rekayasa, dapat berbentuk padat atau cair yang digunakan untuk mensuplai bahan organik, memperbaiki sifat fisik, kimia dan biologi tanah.

a. Fungsi bahan organik

- Sebagai sumber bahan makanan (nutrisi) untuk tanaman secara langsung.
- Sebagai sumber nutrisi dan energi serangga perombak dan mikro-organisme pengurai. Pada tahap selanjutnya, biota pengurai tersebut akan menjadi sumber bahan makanan organisme lain termasuk tanaman.
- Memperbaiki aerasi tanah.
- Meningkatkan kapasitas menahan air dan kapasitas menahan nutrisi.
- Membantu proses nutrisi yang tidak tersedia menjadi tersedia melalui proses fiksasi dan mengurangi keasaman tanah.

b. Pengomposan

Adalah untuk memantapkan bahan-bahan organik yang berasal dari bahan limbah, mengurangi bau busuk, membunuh organisme patogen (penyebab penyakit), membunuh biji-biji gulma dan pada akhirnya menghasilkan pupuk organik/kompos yang sesuai dengan tanah. Pengomposan dinyatakan selesai bila kompos dalam keadaan matang.

Hsieh (1990) mengelompokkan kematangan kompos dalam tiga kategori :

1. Kompos belum matang : dalam kategori ini bahan yang dikomposkan warna dan bentuk dari bahan asli mudah diidentifikasi.
2. Kompos matang sebagian : dalam kategori ini bahan yang dikomposkan berubah warna menjadi kecoklatan, tetapi

masih kelihatan bentuk aslinya dan tidak mudah dihancurkan apabila digesek-gesek dengan jari/tangan.

3. Kompos matang : pada kompos matang sebagian besar bahan yang dikomposkan berstruktur crumbel berwarna coklat kehitaman.

c. Prinsip Pengomposan.

Untuk mendapatkan kompos yang mempunyai kualitas yang baik, maka dalam pembuatannya melalui beberapa langkah dan pemahaman yaitu

- a. Pengembangan MOL untuk mempercepat penghancuran bahan yang mau dikomposkan dipotong-potong dalam ukuran kecil untuk mempercepat bakteri masuk pada bahan yang dikomposkan.
- b. Pengomposan harus terlindung dari sinar matahari langsung dan air hujan
- c. Memperhatikan perbandingan bahan yang dikomposkan disesuaikan dengan kondisi C/N ratio dari bahan organik.
- d. Mempertahankan sirkulasi udara (aerasi) pada saat pengomposan harus terpelihara.
- e. Menjaga suhu dalam proses Pengomposan agar terjaga dan tetap mendukung kerja mikro organisme.
- f. Menjaga kelembaban agar tetap optimal.
- g. Membunuh biji-biji gulma
- h. Membunuh sumber penyakit terutama patogen / sumber penyakit cendawan
- i. Meningkatkan kadar nutrisi bagi tanaman.



Gambar 4.18. Proses Pembuatan Kompos dan Hambur Dilahan Sawah.

d. Pupuk Organik Cair dan Pestisida Nabati

MOL adalah singkatan dari Mikro Organisme Lokal yang artinya cairan yang terbuat dari bahan-bahan alami yang disukai

sebagai media hidup dan berkembangnya mikro organisme yang berguna untuk mempercepat penghancuran bahan-bahan organik atau dekomposer dan sebagai aktivator atau tambahan nutrisi bagi tumbuhan yang sengaja dikembangkan dari mikro organisme yang tersedia sekitar kita (seperti pada gambar 4.19).

Adapun bahan yang digunakan untuk mengembangkan (MOL) mikro organisme lokal tersebut :

1. Limbah Hijauan Sayuran / Limbah Dapur

Peralatan :

- Drum plastik ukuran 200 liter
- Plastik transparan 1 m²

Bahan :

- 100 kg Limbah Sayuran Hijauan (Kof, Cesiin, Vetsay, Mentimun, bayam, kangkung dll),
- Garam : 5 % dari berat bahan (5 Kg),
- Gula merah 2 % dari cairan setelah diproses selama 24 hari,
- Air cucian beras 10 liter,

Cara Pembuatan :

- Limbah sayuran hijauan diliris-iris hingga menjadi potongan-potongan kecil dan masukan kedalam drum plastik, setiap lapisan setebal 20 cm dan taburkan garam sampai rata, lanjutkan dengan berlapis-lapis seperti diatas sampai kedua bahan habis.
- Tambahkan air cucian beras sebanyak 10 liter,
- Tambahkan gula sebanyak 2 ons dan diaduk hingga rata.
- Drum ditutup rapat dengan plastik dan diatasnya diberi air sehingga tampak plastik cekung terisi air.
- Setelah 3-4 minggu baru dibuka, akan tampak cairan berwarna kuning kecoklatan, baunya segar dan jika diukur PH nya 3- 5 .

2. Rebung Bambu

Bahan :

- 2 buah rebung bambu kurang lebih 3 kg,
- Air beras 5 liter,
- 1 buah maja (Labu kaye/Aceh) yang sudah matang, jika tidak ada buah maja bisa diganti dengan gula merah 1,5 ons.

Cara Pembuatan :

- Rebung bambu di tumbuk halus atau diliris-iris masukan pada ember/tong
- plastik,
- Campurkan dengan buah maja yang sudah dihaluskan, atau tambahkan gula merah yang telah dihaluskan dan aduk sampai rata,
- Rendam dengan air cucian beras sebanyak 5 liter.
- Tutup rapat ember/tong dengan plastik, dan berikan selang plastik yang disambungkan dengan air yang berada pada botol. Biarkan selama 15 hari.

3. MOL Keong Mas (Siput Murbey)

Bahan :

- 5 kg keong mas yang masih hidup/segar,
- 2 Buah buah maja matang (jika tidak ada dapat diganti dengan cairan tebu 1 liter atau gula merah 1kg)
- Air kelapa 10 liter.

Cara Pembuatan :

- Keong mas ditumbuk hingga halus masukan pada tong plastik,
- Campurkan dengan buah maja yang sudah dihaluskan atau gula yang lebih dulu dihaluskan/cairan tebu,
- Tambahkan 10 liter air kelapa dan aduk hingga rata.
- Tutup rapat dengan plastik dan berikan selang plastik sambungkan pada botol yang telah berisi air.

4. Buah Maja (Labu Kaye/Aceh)

*Buah Maja/Labu Kaye dan cara fermentasinya*Bahan :

- 5 buah Labu Kaye/Maja yang matang,
- 30 liter air beras,
- 20 liter urine sapi/ Kebau/Kambing atau Kelinci.

Cara Pembuatan :

- Buah Maja dihaluskan dan masukan pada drum/tong plastik,
- Campurkan dengan 30 liter air beras dan 20 liter urine sapi, diaduk hingga rata.
- Tutup rapat dengan plastik,
- Masukan selang plastik (diameter 0,5 cm) sambungkan ke dalam botol yang sudah berisi air.
- Simpan selama 15 hari.

Cara Penggunaan :

- a. Campur MOL dan air dengan perbandingan 1 : 5 Liter (1 bagian MOL, 5 bagian air) tambahkan gula 1 ons. Siramkan pada bahan organik yang mau dikomposkan.

- b. Penggunaan pada tanaman padi. Semprotkan pada tanaman dengan konsentrasi larutan 400 cc dicampur dengan air tawar sebanyak 14 liter, semprotkan pada umur tanaman akhir vegetatif (kurang lebih umur 55 hari - 60 hari).



Gambar 4.19. Proses Pembuatan Pupuk Organik Cair (POC) dan Pestisida Nabati (Pesnab).

e. Pupuk Hayati (Mikroba dan hijau)

Pemeliharaan kesehatan dan kesuburan tanaman dengan memperhatikan aspek kesuburan dan kesehatan tanahnya merupakan hal yang paling penting dalam sistem pertanian. Kaidah-kaidah hayati yang mendukung rantai daur ulang yang terjadi di alam antara organisme produsen, konsumen dan pengurai harus dijaga keberlangsungannya. Penyediaan unsur hara dan pengendalian hama dan penyakit tanaman yang sinergis dengan kaidah hayati perlu digalakkan dan dilibatkan secara proporsional. Pemanfaatan pupuk dan pestisida hayati berdasarkan respons positif terhadap peningkatan efisiensi pemupukan dan produksi

padi, dan penghematan biaya pupuk dan tenaga kerja dapat dipastikan meningkatkan pendapatan petani.

Teknologi yang mampu meningkatkan efisiensi pemupukan dan keberlanjutan sistem produksi pertanian adalah "teknologi pupuk mikroba". Suplai sebagian dari hara N, P, K yang dibutuhkan oleh tanaman padi dapat dilakukan oleh bakteri rizosfir, endofitik, pupuk hijau yang mempunyai kemampuan menambat N_2 dari udara, mikroba pelarut P dapat membantu menambang P dalam tanah sehingga menjadi P-tersedia bagi tanaman, sehingga kebutuhan pupuk kimia dapat dihemat. Bahkan, belakangan dengan ditemukannya bakteri rizosfir yang mampu hidup dalam jaringan tanaman (endofitik), berfungsi memacu pertumbuhan dan melindungi tanaman inangnya merupakan hal yang lebih menjanjikan terhadap peningkatan efisiensi pemupukan.



Gambar 4.20. Pupuk Hijau Azolla dan Tictonia

Berbagai manfaat yang dapat diperoleh dari penggunaan mikroba, yaitu (1) menyediakan sumber hara bagi tanaman; (2) melindungi akar dari gangguan hama dan penyakit; (3) menstimulus sistem perakaran agar berkembang sempurna memperpanjang usia akar; (4) memacu mitosis jaringan meristem pada titik tumbuh pucuk, kuncup bunga, dan stolon; (5) sebagai penawar racun beberapa logam berat; (6) sebagai metabolit pengatur tumbuh; dan (7) sebagai bioaktivator perombak bahan organik, sehingga mikroba disebut sebagai *bioregulator* (pengatur biologis) tanah.

Mikroba yang dimanfaatkan untuk meningkatkan kesuburan tanah biasa dikenal sebagai pupuk mikroba (*microbial fertilizer*). Prinsip aplikasi pupuk mikroba pada tanah dan tanaman ialah memperbanyak populasi mikroba terpilih sehingga mampu bersaing dengan mikroba pribumi (*indigenous*). Invasi dan kolonisasi awal dari

pupuk mikroba yang di introduksi dalam jumlah banyak dan bermutu unggul akan memenangkan kompetisi dengan mikroba pribumi, sehingga mempunyai kesempatan untuk membantu penyediaan hara dan pertumbuhan tanaman.

Pemanfaatan pupuk mikroba dalam membantu pertumbuhan dan perlindungan tanaman dilakukan secara langsung dan tidak langsung. Peran langsung dilakukan dengan menambat N_2 dan memacu pertumbuhan tanaman dengan menghasilkan fitohormon (asam indol asetat, sitokinin, giberelin), dan melarutkan P yang terikat menjadi tersedia melalui asam-asam organik dan enzim yang dihasilkannya. Sedangkan peran tidak langsung dilakukan dengan menghasilkan senyawa antimikroba yang mampu menekan pertumbuhan mikroba patogen. Aplikasi pupuk mikroba pada rizosfir dan tanaman merupakan sesuatu hal yang kompleks, sehingga dalam pemanfaatannya perlu metode aplikasi yang efisien dan pupuk mikroba yang bermutu.

f. Pemanfaatan tanaman penambat N_2 sebagai pupuk hijau pada pertanian padi

Salah satu pendekatan alternatif pemanfaatan bakteri diazotrof hidup- bebas adalah penggunaan pupuk hijau tanaman penambat N_2 , seperti *Sesbania rostrata*, *Aeschynomene*, dan *Azolla pinata* sebagai penyumbang N yang tinggi pada lahan sawah (Ladha and Reddy, 1995).

Teknologi pengelolaan sawah dengan penanaman tanaman *Sesbania* dilakukan untuk memperoleh sebagian N yang dibutuhkan melalui hubungan simbiotik dengan rhizobia. Tanaman ini beradaptasi baik pada lahan sawah, mampu tumbuh cepat dan tahan kondisi tergenang, serta mampu menambat N_2 melalui bintil batang seperti halnya bintil akar (Saraswati et al., 1992; Matoh et al., 1992). *S. Rostrata* mampu menghasilkan biomassa kering 16.8 t ha^{-1} selama 13 minggu dan mengandung 426 kg N ha^{-1} ; 75% N dan >60% P diakumulasi pada daun. Pemberian hijauan *S. Rostrata* setara 45 kg N ha^{-1} dengan kombinasi pupuk N sebanyak 60 kg N ha^{-1} dapat meningkatkan hasil padi sebesar 24%. Teknologi pengelolaan lahan sawah dengan *Azolla* terdiri atas tiga tahapan yaitu, (1) mempertahankan tersedianya inokulum di antara dua waktu tanam; (2) penanaman untuk memperoleh jumlah yang diperlukan di lapangan; dan (3) penggunaan secara agronomis sebagai pupuk hijau. Ketiga tahapan ini diawali dengan seleksi terhadap tersedianya plasma nutfah *Azolla*.

Ada tiga macam sistem bertanam *Azolla*:

- 1) Penanaman secara tunggal yang kemudian ditanam ke dalam tanah sebelum tanam. Variasi dari metode ini adalah menanam *Azolla* kemudian membenamkannya dalam bentuk kering. Tetapi pada cara ini, proses mineralisasi berjalan lambat dan input N hanya setengah dari *Azolla* segar.
- 2) Penanaman *Azolla* sebagai tanaman penutup tanah, dimana *Azolla* akan membusuk secara alami.
- 3) Kombinasi antara *monocropping* dengan *intercropping*. Dengan sistem ini memungkinkan N dalam keadaan selalu tersedia bagi tanaman padi, tetapi diperlukan lebih banyak tenaga kerja.

Laju pembusukan *Azolla* dapat secara nyata mempengaruhi pertumbuhan tanaman padi. Ketebalan dari hamparan *Azolla* harus dipertimbangkan karena akan mempengaruhi suhu serta nilai C/N rasio. Waktu serta metode penanaman ke dalam tanah juga mempengaruhi efektivitas *Azolla* sebagai pupuk hijau.

Pemeliharaan *Azolla* di antara musim tanam merupakan masalah penting bagi petani, sehingga biasanya dibibitkan di rumah kaca, di kolam atau di lapangan. *Azolla* segar yang dipelihara tergantung pada musim dan sistem bertanam setempat. Masalah yang dihadapi untuk tetap memelihara *Azolla* sebagai bibit dalam bentuk vegetatif dapat teratasi bila sejumlah spora dapat dihasilkan. Perkecambahan spora bersifat lambat, dan ini akan bertentangan dengan jadwal tanam. Pada umumnya untuk memelihara *Azolla* agar tumbuh cepat diperlukan tambahan hara P yang diberikan secara split. Pemeliharaan *Azolla* memerlukan pengelolaan yang terkoordinasi untuk memperoleh inokulum di lahan sawah secara cepat. Kerapatan yang rendah akan memberikan peluang untuk tumbuhnya tanaman pengganggu.

Jumlah inokulum yang diperlukan bervariasi dari 300- 500 kg dan 2-5 t.ha⁻¹ berat basah. Di China, perkecambahan dan pematangan spora memerlukan waktu sedikitnya 1 bulan. Di Philippina, spora yang tertinggal di lapangan, perlu waktu 40- 60 hari untuk bertunas (Roger dan Latha, 1992). Di Vietnam, petani menggunakan metode *half saturation*. Pertama kali *Azolla* ditanam pada areal tertentu yang dibagi menjadi beberapa bagian. Bila satu bagian telah tertutup rapat oleh pertumbuhan *Azolla*, setengah dari biomasnya dipindahkan ke bagian yang baru. Proses tersebut dilakukan berulang-ulang sampai semua permukaan lahan tertutup rapat oleh hamparan *Azolla*. Alternatif

cara lain yaitu dengan cara membenamkan sebagian dari *Azolla* yang dipanen (Roger dan Ladha, 1992). *Azolla* segar sebanyak 20 t ha^{-1} yang ditanamkan dalam lahan sawah sebelum tanam padi berkhasiat sama dengan pemberian 60 kg N dari Urea (Prihatini *et al.*, 1980). Namun, mengingat untuk menghasilkan *Azolla* 20 t ha^{-1} musim⁻¹ tanam sangat memberatkan petani, karena keterbatasan luasan lahan dan waktu yang dimiliki, maka *Azolla* ditanam secara bersamaan dengan tanaman padi. *Azolla* segar yang dihasilkan dengan cara ini dapat mencapai $1,25 \text{ t ha}^{-1}$ dengan hasil padi mendekati pemupukan N sebanyak $150 \text{ kg urea ha}^{-1}$. *Azolla* dapat mensubstitusi sebagian besar kebutuhan N tanaman, meningkatkan KTK serta kandungan bahan organik tanah.

Pemanfaatan *Azolla* sangat memerlukan pertimbangan tersedianya pupuk P, tenaga kerja dan pemberantasan hama penyakit. Lahan sawah yang berada di daerah dimana *Azolla* mudah ditanam dan terdapat deposit fosfat adalah kondusif untuk pemanfaatan *Azolla*. Perhitungan secara ekonomis perlu dipertimbangkan terhadap keuntungan jangka panjang dari penggunaan *Azolla* sebagai pupuk organik, seiring dengan meningkatnya kandungan bahan organik dan kesuburan tanah yang kemudian dibandingkan dengan harga pupuk N komersial. Menurut Ladha *et al.* (1997) petani enggan menggunakan pupuk hijau karena secara ekonomi tidak lebih menguntungkan dibandingkan dengan penggunaan pupuk N komersial.

Peneliti-peneliti di Philippina, Thailand dan China telah mendapatkan jenis-jenis hibrida baru dan telah memahami mekanisme untuk menginduksi pembentukan spora. Inovasi baru diperlukan untuk mencari varietas-varietas baru yang bersifat toleran terhadap kondisi tercekam baik tanaman *Azolla* sebagai tanaman inang juga *Anabaena azollae* sebagai simbiosis (Roger and Ladha, 1992).

6. Pengendalian Hama dan Penyakit Terpadu pada Tanaman Padi

Pengendalian hama dan penyakit terpadu (PHT) merupakan pendekatan pengendalian yang memperhitungkan faktor ekologi sehingga pengendalian dilakukan agar tidak terlalu mengganggu keseimbangan alami dan tidak menimbulkan kerugian besar. PHT merupakan paduan berbagai cara pengendalian hama dan penyakit, diantaranya melakukan monitoring populasi hama dan kerusakan tanaman sehingga penggunaan teknologi pengendalian dapat lebih tepat.

A. Hama pada Pembibitan

Hama yang sering menyerang pada pembibitan padi antara lain:

1. Hama putih (*Nymphula depunctalis*)

Gejala:

Menyerang daun bibit, kerusakan berupa titik-titik yang memanjang sejajar tulang daun, ulat menggulung daun padi.

Pengendalian:

- (1) Pengaturan air yang baik, penggunaan bibit sehat, melepaskan musuh alami, menggugurkan tabung daun;
 - (2) Penyemprotan pestisida nabati dengan bahan baku sereh wangi, lengkuas dan
2. Ulat tentara (*Pseudaletia unipuncta*, berwarna abu-abu; *Spodoptera litura*, berwarna coklat hitam; *S. exempta*, bergaris kuning)

Gejala:

Ulat memakan helaian daun, tanaman hanya tinggal tulang-tulang daun.

Pengendalian: dengan pestisida nabati yang disemprotkan dengan bahan dasar buah maja, jahe, cabe rawit.

B. Hama di Sawah

Beberapa hama umum pada tanaman padi yang tumbuh di sawah antara lain:

1. Wereng Coklat

Wereng coklat menyukai pertanaman yang dipupuk nitrogen tinggi dengan jarak tanam rapat. Ambang ekonomi hama ini adalah 15 ekor per rumpun. Siklus hidupnya 21-33 hari. Cara pengendaliannya sbb:

- Berikan pupuk K yang bersal dari sabuk kelapa untuk mengurangi kerusakan.
- Monitor pertanaman paling lambat 2 minggu sekali.
- Bila populasi hama di bawah ambang ekonomi jamur entomopatogenik (*Metarhizium anisopliae* atau *Beauveria bassiana*).

2. Wereng penyerang daun padi: wereng padi hijau (*Nephotettix apicalis* dan *N. impicticep*). Merusak dengan cara mengisap cairan daun.

Gejala:

- (1) Di tempat bekas hisapan akan tumbuh cendawan jelaga, daun tanaman kering dan mati.
- (2) Tanaman ada yang menjadi kerdil, bagian pucuk berwarna kuning hingga kuning kecoklatan.
- (3) Malai yang dihasilkan kecil.

3. Walang sangit (*Leptocoriza acuta*)

Walang sangit merupakan hama yang umum merusak bulir padi pada fase pemasakan. Fase pertumbuhan tanaman padi yang rentan terhadap serangan walang sangit adalah dari keluarnya malai sampai matang susu. Kerusakan yang ditimbulkannya menyebabkan beras berubah warna dan mengapur, serta hampa.

Ambang ekonomi walang sangit adalah lebih dari 1 ekor walang sangit per dua rumpun pada masa keluar malai sampai fase pembungaan. Cara pengendaliannya adalah:

- Kendalikan gulma di sawah dan di sekitar pertanaman.
- Pupuk lahan secara merata agar pertumbuhan tanaman seragam.
- Tangkap walang sangit dengan menggunakan jaring sebelum stadia pembungaan.
- Umpan walang sangit dengan menggunakan ikan yang sudah busuk, daging yang sudah rusak, atau dengan kotoran ayam.
- Apabila serangan sudah mencapai ambang ekonomi, lakukan penyemprotan insektisida.
- Lakukan penyemprotan pagi hari sekali atau sore hari ketika walang sangit berada di kanopi.



Gambar 4.21. Metode Pengendalian Walang Sangit dengan Menggunakan Umpan Keong yang Busuk

5. Penggerek batang padi terdiri atas: penggerek batang padi putih (*Tryporthya innotata*), kuning (*T. incertulas*), bergaris (*Chilo suppressalis*) dan merah jambu (*Sesamia inferens*).

Stadia tanaman yang rentan terhadap serangan penggerek batang adalah dari pembibitan sampai pembentukan malai. Gejala kerusakan yang ditimbulkannya mengakibatkan anakan

mati yang disebut sundep pada tanaman stadia vegetatif, dan beluk (malai hampa) pada tanaman stadia generatif. Siklus hidupnya 40- 70 hari. Ambang ekonomi penggerek batang adalah 10% anakan terserang; 4 kelompok telur per rumpun (pada fase bunting). Bila populasi tinggi (di atas ambang ekonomi) aplikasikan pestisida nabati.

6. Hama tikus (*Rattus argentiventer*)

Pengendalian hama tikus terpadu (PHTT) didasarkan pada pemahaman ekologi jenis tikus, dilakukan secara dini, intensif dan terus menerus (berkelanjutan) dengan memanfaatkan teknologi pengendalian yang sesuai dan tepat waktu. Pengendalian tikus ditekankan pada awal musim tanam untuk menekan populasi awal tikus sejak awal pertanaman sebelum tikus memasuki masa reproduksi. Kegiatan tersebut meliputi gropyok masal, sanitasi habitat, pemasangan TBS (*Trap Barrier System*) dan LTBS (*Linier Trap Barrier System*).

Lakukan gropyokan masal dengan melibatkan semua anggota kelompok tani. Gropyokan dapat berupa pembongkaran sarang tikus pada habitat utama seperti sepanjang tanggul irigasi, pematang besar, tanggul jalan, dan batas sawah dengan perkampungan. Pada daerah endemi tikus, lindungi persemaian dengan memasang pagar plastik dan memasang dua bubu perangkap untuk persemaian berukuran 10 m x 10 m.



Gambar 4.22. TBS (*Trap Barrier System*) dan LTBS (*Linier Trap Barrier System*).

Pada periode padi vegetatif, sanitasi gulma pada habitat tikus, baik yang ada di hamparan sawah maupun disekitar sawah agar tidak digunakan sebagai sarang tikus. Bila populasi tikus masih tinggi, pasang LTBS di dekat habitat utama dan dipindahkan setiap 5 hari, serta lakukan fumigasi sarang tikus. Pada periode padi generatif, lakukan fumigasi asap belerang pada setiap sarang aktif tikus, sanitasi gulma pada habitat utama dan pasang LTBS di dekat habitat utama secara

periodik. Dengan penyemprotan atau penebaran pada areal persawahan pestisida nabati dengan bahan buah maja dan bintaro secara rutin.

7. Burung (manyar-*Palceus manyar*, gelatik-*Padda arzyvora*, pipit-*Lonchura leucogastroides*, peking-*L. puntulata*, bondol hitam *L. ferruginosa* dan bondol putih-*L. ferramaya*). Menyerang padi menjelang panen, tangkai buah patah, biji berserakan. Pengendalian: mengusir dengan bunyi-bunyian atau orang-orangan.

8. Keong Mas

Waktu kritis untuk pengendalian keong mas adalah pada saat 10 HST pindah, atau 21 HSS benih (semai basah). PHT pada keong mas dilakukan sepanjang pertanaman dengan rincian sebagai berikut:

Pratanam: Ambil keong mas dan musnahkan sebagai cara mekanis.

Persemaian: Ambil keong mas dan musnahkan, sebar benih lebih banyak untuk sulaman dan bersihkan saluran air dari tanaman air seperti kangkung.

Stadia vegetatif: Tanam bibit yang agak tua (>21 hari) dan jumlah bibit lebih banyak, keringkan sawah sampai 7 HST, tidak aplikasi herbisida sampai 7 HST, ambil keong mas dan musnahkan, pasang saringan pada pemasukan air, umpan dengan menggunakan daun talas dan pepaya, pasang ajir agar siput bertelur pada ajir, ambil dan musnahkan telur siput pada tanaman dan aplikasikan pestisida anorganik dan nabati seperti saponin dan rerak sebanyak 20-50 kg/ha sebelum tanam pada caren.

Stadia generatif dan setelah panen: Ambil keong mas dan musnahkan, dan gembalakan itik setelah padi panen

C. Penyakit

1. Penyakit Blast

Blast dapat menginfeksi tanaman padi pada semua stadia pertumbuhan. Gejala khas pada daun yaitu bercak berbentuk belah ketupat, lebar ditengah dan meruncing di kedua ujungnya. Ukuran bercak kira-kira 1-1,5 cm x 0,3-0,5 cm berkembang menjadi berwarna abu-abu pada bagian tengahnya. Bila infeksi terjadi pada ruas batang dan leher malai (*neck blast*), akan merubah leher malai yang terinfeksi menjadi

kehitam-hitaman dan patah, mirip gejala beluk oleh penggerek batang. Cara pengendaliannya adalah:

- Gunakan varietas tahan blast secara bergantian. Gunakan pupuk nitrogen dengan sumber pupuk hijau dan mikroba predator.
- Upayakan waktu tanam yang tepat, agar waktu awal pembungaan tidak banyak embun dan hujan terus-menerus.

2. Busuk pelepah daun

Penyebab: jamur *Rhizoctonia* sp.

Gejala:

- Menyerang daun dan pelepah daun,
- Gejala terlihat pada tanaman yang telah membentuk anakan dan menyebabkan jumlah dan mutu gabah menurun.
- Penyakit ini tidak terlalu merugikan secara ekonomi.

Pengendalian:

- menanam padi tahan penyakit ini;
- Menyemprotkan pestisida nabati pada saat pembentukan anakan

3. Penyakit Hawar Daun Bakteri (HDB)

Penyakit HDB disebabkan oleh bakteri *Xanthomonas campestris* pv *oryzae* dengan gejala penyakit berupa bercak berwarna kuning sampai putih berawal dari terbentuknya garis lebam berair pada bagian tepi daun. Cara pengendaliannya sebagai berikut :

- Gunakan varietas yang tahan seperti Conde dan Angke.
- Gunakan pupuk nitrogen sesuai dengan kebutuhan tanaman.
- Bersihkan tunggul-tunggul dan jerami-jerami yang terinfeksi.
- Jarak tanam jangan terlalu rapat.
- Gunakan benih atau bibit yang sehat.

4. Penyakit tungro

Penyebab: Virus yang ditularkan oleh wereng *Nephotettix impicticeps*.

Gejala:

- Menyerang semua bagian tanaman, pertumbuhan tanaman urang sempurna,
- Daun kuning hingga kecoklatan,

- Jumlah tunas berkurang,
- Pembungaan tertunda,
- Malai kecil dan tidak berisi.

Pengendalian: Penyemprotan pestisida nabati secara rutin

7. Panen

A. Kriteria Panen

Menurut Direktorat Jenderal Tanaman Pangan dan Hortikultura (1999) tujuan pemanenan padi adalah untuk mendapatkan gabah dari lapangan pada tingkat kematangan optimal, mencegah kerusakan dan kehilangan hasil seminimal mungkin. Pemanenan padi tidak akan menguntungkan dan memuaskan jika prosesnya dilakukan dengan cara yang kurang benar dan pada umur panen yang tidak tepat.



Gambar 4.23. Kegiatan Pengamatan Ciri Tanaman Padi siap Panen.

Cara panen yang tidak baik akan menurunkan kehilangan hasil secara kuantitatif. Sedang saat panen yang tepat akan menentukan kualitas gabah dan beras. Panen harus dilakukan bila bulir padi sudah cukup dianggap masak. Panen yang kurang tepat dapat menurunkan kualitas dari gabah maupun beras.

Dalam rangka panen perlu diketahui fase-fase pemasakan bulir padi, penentuan saat panen dan alat untuk panen.

Proses pemasakan bulir padi terdapat 4 stadia masak:

1. Stadia masak susu

Tanda-tandanya adalah : tanaman padi masih berwarna hijau tetapi malai-malainya sudah terkulai; ruas batang bawah kelihatan kuning; gabah bila dipijit dengan kuku keluar cairan seperti susu;

stadia masak susu terjadi pada saat 10 hari setelah fase berbunga merata.

2. Stadia masak kuning

Tanda-tandanya; seluruh tanaman tampak kuning; dari semua bagian tanaman, hanya bulu-bulu sebelah atas yang masih hijau; isi gabah sudah keras, tetapi mudah pecah dengan kuku; stadia masak kuning terjadi 7 hari setelah stadia masak susu.

3. Stadia masak penuh

Tanda-tandanya; buku-buku sebelah atas berwarna kuning sedang batang-batang mulai kering; isi gabah tidak dapat/sukar dipecahkan; pada varietas-varietas yang mudah rontok stadia ini belum terjadi kerontokan; stadia masak penuh terjadi 7 hari setelah stadia masak kuning.

4. Stadia masak mati

Tanda-tandanya; isi gabah keras dan kering; varietas yang mudah rontok pada stadia ini sudah mulai rontok; stadia masak mati terjadi 6 hari setelah masak penuh. Saat panen untuk gabah konsumsi sebaiknya dilakukan pada stadia masak kuning sedang gabah untuk benih, dipanen pada stadia masak penuh.

Adapun tanda-tanda padi siap panen adalah:

- a. 95 % gabah sudah menguning dan daun bendera telah mengering
- b. Umur optimal malai 30 – 35 hari terhitung sejak hari sesudah berbunga (HSB)
- c. Kadar air berkisar 21 – 26 %
- d. Kerontokan gabah sekitar 16 – 30 % (Cara mengukurnya dengan meremas malai dengan tangan).

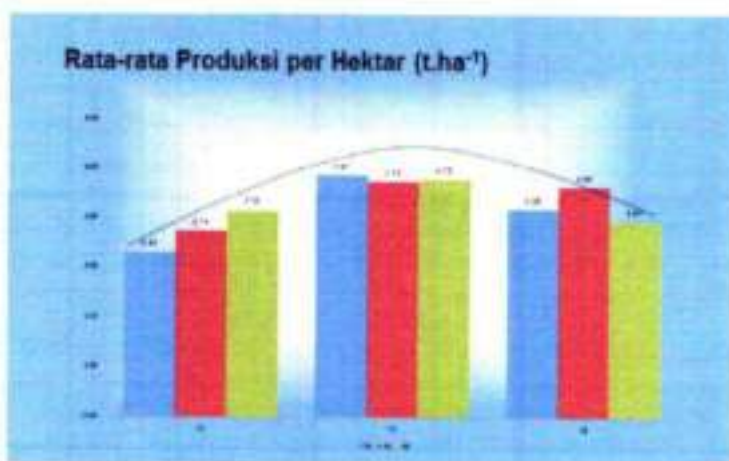
B. Cara Panen

Cara panen padi tergantung kepada alat perontok yang digunakan.

- Ani-ani umumnya digunakan petani untuk memanen padi lokal yang tahan rontok dan tanaman padi berpostur tinggi dengan cara memotong pada tangkainya.
- Cara panen padi varietas unggul baru dengan sabit dapat dilakukan dengan cara potong atas, potong tengah atau potong bawah tergantung cara perontokannya.
- Cara panen dengan potong bawah, umumnya dilakukan bila perontokannya dengan cara dibanting/digebot atau menggunakan pedal thresher.
- Panen padi dengan cara potong atas atau potong tengah bila dilakukan perontokannya menggunakan mesin perontok.



Gambar 4.24. Kegiatan Pembelajaran Kelompok Tani Cara Panen dengan Menggunakan Ani-Ani dan Sabit



Gambar 4.25. Grafik Keadaan Produksi pada Musim Tanam Pertama Pada Tiga Varietas Padi (Inpago, Pare Ambo dan Barri Rarang)

8. Analisis Usaha Tani dan Pemberdayaan Petani

Penyediaan sarana produksi terutama pupuk an organik yang sangat dibutuhkan petani mulai terganggu akibat naiknya harga pupuk, sehingga penggunaan dosis pupuk an organik oleh petani tidak sesuai dengan rekomendasi. Benih padi lokal sampai saat ini belum menggunakan benih bermutu atau bersertifikat sehingga produksi yang optimal belum tercapai. Hal ini menyebabkan sebagian besar usaha tani padi menggunakan benih kurang bermutu atau benih hasil seleksi petani dari musim tanam sebelumnya.

Pemilihan usaha tani secara efisien memerlukan berbagai informasi untuk dijadikan pedoman, baik informasi hasil-hasil penelitian, maupun informasi sesaat/insidental dari pemerintah dan swasta yang bergerak dalam bidang pertanian (Soekartawi *et al.*, 1984).

Usaha tani padi yang dilakukan petani merupakan pengelolaan usaha yang mempertimbangkan kemampuan sumber daya yang dikuasainya (*resources endowment*) yang meliputi lahan, tenaga kerja, modal, dan waktu. Tujuannya adalah menghasilkan produksi untuk memenuhi kebutuhan pangan keluarga dan memperoleh pendapatan tunai untuk membiayai keperluan sehari-hari lainnya. Kemampuan sumber daya yang dikuasai ini sangat menentukan jenis usaha tani yang akan dilaksanakan. Jenis usaha tani pada dasarnya ditentukan oleh tujuan usaha tani yang dapat digolongkan menjadi lima tingkatan yaitu: 1) subsisten penuh, 2) subsisten fakultatif, 3) pra-komersial, 4) semikomersial, dan 5) komersial (Sumarno dan Suwasik, 1995).

Fenomena lemahnya posisi rebut tawar petani (*bargaining position*) dalam pemasaran hasil menyebabkan harga yang diterima petani berfluktuasi sesuai ketentuan pedagang. Ini menyebabkan motivasi petani untuk mengusahakan padi berubah-ubah sehingga terjadi fluktuasi luas panen setiap musim tanam. Masalah lain yang sering terjadi pada pengusaha padi di lahan sawah tadah hujan adalah terjadinya kepentingan yang saling mengalahkan (*trade-off*) pada penggunaan tenaga kerja keluarga. Hal ini terjadi karena selama ini padi dianggap sebagai komoditas inferior, sehingga sebagian besar petani masih enggan mengorbankan biayanya dalam upaya meningkatkan produksi.

Pengelolaan usaha tani merupakan pemilihan usaha antara berbagai alternatif perubahan tersebut dipengaruhi oleh perubahan ekonomi, sosial, dan lingkungan politik. Oleh karena itu, dalam kenyataannya tidak akan ada usaha tani yang berkelanjutan (*sustainable agriculture*) pada tiap lokasi. Usaha tani yang berkelanjutan harus memiliki kriteria layak secara ekonomi (*economically viable*), ramah lingkungan

(*environmentally sound*), diterima petani dan masyarakat (*socially acceptable*), dan didukung secara politis (*politically supportable*).

A. Tenaga Kerja dan Efisiensi Usaha Tani

Tenaga Kerja adalah salah satu unsur penentu, terutama bagi usahatani yang tergantung pada musim seperti halnya padi. Kelangkaan tenaga kerja berakibat mundurnya penanaman sehingga berpengaruh pada pertumbuhan tanaman, produktivitas dan kualitas produk.

1. Karakteristik Tenaga Kerja Dalam Usahatani

Tenaga kerja dalam usahatani memiliki karakteristik yang sangat berbeda dengan tenaga kerja dalam bidang usaha lain. Karakteristik tenaga kerja usahatani menurut Tohir (1983) adalah sebagai berikut:

- a. Keperluan tenaga kerja dalam usahatani tidak kontinyu dan merata
- b. Penyerapan tenaga kerja dalam usahatani tidak merata
- c. Tidak mudah distandarakan, dirasionalkan dan dispesialisasikan
- d. Beranekaragam coraknya dan kadangkala tidak dapat dipisahkan satu sama lain

Karakteristi seperti yang diungkapkan Tohir (1983) akan memerlukan sistem-sistem manajerial tertentu yang harus dipahami sebagai usaha peningkatan usahatani itu sendiri, selama ini, di Indonesia sistem manajerial usahatani masih sangat sederhana. Penguatan kelompok merupakan satu target yang harus dilakukan guna memotong mata rantai pengeluaran yang tidak perlu, sehingga menghemat pengeluaran biaya yang tidak perlu.

Pola usahatani padi lokal merupakan usahatani pada skala home industri sehingga nilai uang hanya pada skala mikro.

2. Jenis Tenaga Kerja

Secara umum tenaga kerja dalam usahatani dapat digolongkan menjadi 2 (dua) yaitu :

- a. Tenaga Kerja Keluarga Petani
- b. Tenaga kerja Luar

Banyak sediktnya tenaga kerja kelurga petani yang diperlukan sangat bervariasi tergantung jenis tanaman yang diusahakan.

Sedangkan banyak sedikitnya tenaga kerja luar yang diperlukan tergantung pada dana yang tersedia untuk membayar upah tenaga kerja tersebut. Kegiatan tenaga kerja luar sangat dipengaruhi oleh beberapa factor antara lain :

(1) Sistem Upah

Sistem upah dibedakan atas 3 (tiga) yaitu upah borongan, upah waktu dan upah premi. Masing- masing sistem tersebut mempengaruhi prestasi kerja tenaga luar.

a. Upah borongan

Upah borongan adalah upah yang diberikan sesuai dengan perjanjian antara pemberi upah dengan tenaga kerja tanpa memperhatikan lamanya waktu kerja. Sistem upah borongan ini cenderung membuat para pekerja untuk secepatnya menyelesaikan pekerjaan.

b. Upah Waktu

Upah waktu adalah upah yang diberikan berdasarkan lamanya waktu kerja. Sistem upah waktu ini cenderung membuat para pekerja untuk memperlama waktu kerja dengan harapan memperoleh lebih banyak upah.

c. Upah Premi

Upah premi adalah upah yang diberikan berdasarkan produktivitas dan prestasi kerja. Sistem upah premi ini mendorong pekerja lebih produktif dalam bekerja, karena akan memperoleh upah tambahan

(2) Lamanya waktu kerja

Lamanya waktu kerja seorang tenaga kerja dipengaruhi oleh kondisi fisik tenaga kerja tersebut, misalnya tidak dalam keadaan cacat atau sakit. Selain itu, juga dipengaruhi oleh kondisi iklim tempat bekerja.

(3) Kecakapan

Kecakapan seseorang menentukan kinerjanya. Seorang tenaga kerja yang lebih cakap tentunya memiliki prestasi kerja tinggi jika dibandingkan dengan tenaga kerja yang kurang cakap. Kecakapan tenaga kerja sangat ditentukan oleh umur, tingkat pendidikan, pengetahuan dan pengalaman kerjanya.

(4) Umur tenaga Kerja

Umur seseorang tenaga kerja menentukan prestasi kerjanya. Semakin berat pekerjaan secara fisik maka semakin memerlukan tenaga. Dengan demikian, semakin tua tenaga kerja, semakin turun pula prestasi kerjanya.

(5) Efisiensi Tenaga Kerja

Efisiensi tenaga kerja atau sering disebut produktivitas tenaga kerja dapat diukur dengan memperhatikan jumlah produksi, penerimaan, luas lahan atau luas usaha.

a. Jumlah produksi

Produktivitas berdasarkan jumlah produksi dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut :

$$\text{Produktivitas} = \frac{\text{Jumlah produksi per Ha}}{\text{Tenaga kerja yang dicurahkan per Ha}}$$

Contoh :

Jumlah produksi padi pada PTT Padi dengan VUB di Padang Sappa, Kecamatan Padang Sappa, Kabupaten Luwu Provinsi Sulawesi Selatan 7,4 ton/Ha, Jumlah Jam Kerja Orang (JKO) 500 jam , tanpa bantuan mesin.

$$\text{Produktivitas} = \frac{7400 \text{ kg}}{500 \text{ jam}} = 14,8 \text{ Kg/JKO}$$

b. Penerimaan

Penerimaan hari kerja dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut:

$$\text{Penerimaan per hari kerja} = \frac{\text{Jumlah produksi fisik x harga per ha}}{\text{Tenaga kerja yang dicurahkan per Ha}}$$

Contoh :

Jumlah produksi padi 7,4 ton/Ha, harga per kg = Rp. 3500, Jumlah Jam Kerja 750 HOK/ha.

$$\text{Penerimaan} = \frac{7400 \text{ kg} \times \text{Rp } 3500}{750 \text{ HOK}} = \text{Rp } 34.530/\text{HOK}$$

c. Luas lahan atau luas usaha.

Produktivitas tenaga kerja apat juga dihitung dengan formula sebagai berikut:

$$\text{Produktivitas} = \frac{\text{Luas Lahan Usahatani}}{\text{Tenaga kerja yang dicurahkan per hari}}$$

Contoh :

Luas lahan Usahatani Padi 1 (satu) hektar. Dalam setahun dicurahkan 720 HOK .

$$\text{Produktivitas} = \frac{1 \text{ Ha}}{720/360} = 2 \text{ HOK/Ha}$$

d. Efisiensi Teknis dan Efisiensi Usaha

Selain efisiensi tenaga kerja, efisiensi teknis dan efisiensi usaha juga dapat diperhitungkan dengan cara memban-

dingkan tambahan produksi yang akan diperoleh akibat dari tambahan factor produksi yang diberikan.

a. Efisiensi Teknis

Efisiensi teknis adalah mengukur besarnya produksi yang dapat dicapai atas tingkat faktor produksi tertentu.

Efisiensi teknis

$$\text{Efisiensi Teknis} = \frac{\text{Tambahan produksi}}{\text{Tambahan faktor produksi}}$$

b. Efisiensi Usaha

Efisiensi usaha adalah mengukur besarnya nilai produksi yang dapat dicapai atas nilai faktor produksi tertentu. Hal ini dapat dicapai manakala petani padi lokal diberdayakan dibidang usaha agribisnis misalnya menghasilkan pupuk kompos, benih padi lokal, pupuk organik cair dan pestisida nabati. Untuk menghitung efisiensi usaha dapat digunakan formula sbb :

$$\text{Efisiensi Usaha} = \frac{\text{Harga produksi} \times \text{Tambahan produksi}}{\text{harga faktor produksi} \times \text{koefisien}}$$

B. Modal Usaha tani Padi

Modal adalah syarat mutlak berlangsungnya suatu usaha, demikian pula dengan usahatani padi. Menurut Vink, benda (termasuk tanah) yang dapat mendatangkan pendapatan dianggap sebagai modal. Dalam usahatani keluarga cenderung memisahkan faktor tanah dari alat-alat produksi yang lain. Hal ini dikarenakan belum ada pemisahan yang jelas antara modal usaha dan modal pribadi.

Pengertian Modal

Tanah serta alam sekitarnya dan tenaga kerja adalah faktor produksi asli, sedangkan modal dan peralatan merupakan substitusi faktor produksi. Dengan modal dan peralatan faktor produksi tanah dan tenaga kerja dapat memberikan manfaat yang jauh lebih baik bagi manusia. Dengan modal dan peralatan maka penggunaan tanah dan tenaga kerja dapat dihemat. Oleh karena itu modal dapat dibagi menjadi dua yaitu *Land saving Capital* dan *Labour saving capital*.

Modal dikatakan *Land saving Capital* jika degan modal tersebut dapat menghemat penggunaan lahan, tetapi produksi dapat dilipatgandakan tanpa memperluas areal. Contohnya pemakaian benih unggul, pupuk, pestisida, intensifikasi. Modal dikatakan *Labour saving capital* jika degan modal tersebut dapat menghemat penggunaan tenaga kerja. Contohnya penggunaan traktor untuk mengolah lahan, mesin perontok padi untuk merontok, dan lain sebagainya.

REFERENSI

- Anonym, 2003. Petunjuk Teknis Kajian Kebutuhan Pemupukan NPK pada Padi Sawah Melalui Petak Omisi di Wilayah Pengembangan PTT. Balai Penelitian Tanaman Padi
- Anonym, 2004. Petunjuk Lapang Pengelolaan Tanaman Terpadu pada Padi Sawah. Balai Pengkajian dan Pengembangan Teknologi Pertanian, BPTP Sumatra Utara, BPTP NTB, Balai Penelitian Tanaman Padi, IRRI.
- Anonym, 2004. Kumpulan Materi Pelatihan SRI Organik YAOS
- Anonim, 2004. Petunjuk Lapang Pengelolaan Tanaman Terpadu Padi Sawah. Balai Pengkajian dan Pengembangan Teknologi Pertanian Bogor.
- Anonim, 2004. Petunjuk Lapang. Pengelolaan Tanaman Terpadu Padi Sawah . Meningkatkan Hasil dan Pendapatan Menjaga Kelestarian Lingkungan. Balai Pengkajian dan Pengembangan Teknologi Pertanian. Balai Pengkajian Teknologi Pertanian Sumatra Utara, Balai Pengkajian Teknologi Pertanian Nusatenggara Barat. Balai Penelitian Tanaman Padi International Rice Research Institute.
- Anonym, 2005. Petunjuk Penggunaan Perangkat Uji Tanah Sawah. Balai Penelitian Tanah, Badan Litbang Pertanian
- Anonym, 2006. Bahan organik dan Pupuk Kandang. Informasi Ringkas Teknologi Padi. Badan Litbang Pertanian, IRRI
- Anonim, 2007. Petunjuk Teknis Lapang. Daerah Pengembangan dan Anjuran Budidaya Padi Hibrida. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian Departemen Pertanian.
- Anonym, 2007. Technical Guidelines for Field Specific Nutrient Management in Indonesia. IRRC, IRRI.
- Anonim, 2008. Pelatihan TOT SL-PTT Padi Nasional. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian., Balai Besar Penelitian Tanaman Padi

- Anonim, 2010. Panduan Umum Sekolah Lapang Pengelolaan Tanaman Terpadu (SL-PTT) Padi Gogo . Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian., Balai Besar Penelitian Tanaman Padi
- Abdurrahman, S. A.K. Makarim, I. Las dan I. Juliardi. 2006. Integrated crop management experinces on low land rice in Indonesia. Proceeding of International Rice of Conference 2005, September 12-14 Tabanan Bali, Indonesia. Indonesia Centre for Rice Research (ICRR), Indonesia Centre for Food crops Research Development (ICFRD), Indonesia Agency for Research and Development.
- Abdurachman S, E. Suhartatik, A. Kasno, dan D. Setyorini., 2008. Modul pemupukan padi sawah spesifik lokasi. Badan Litbang Pertanian, Jakarta. 36p
- Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian, Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanaman Pangan , Padi buku 2, tahun 1993.
- Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian. 2007. Pengelolaan tanaman terpadu (PTT) padi sawah irigasi. Petunjuk Teknis Lapang. 40 hal.
- Badan Penelitian dan Pengembangan pertanian, BB Padi, 2008, Pelatihan TOT SL-PTT Padi Nasional
- Balai Besar Penelitian tanaman Padi. 2009. Revolusi Hijau, Peran dan Dinamika Lembaga Riset
- Balai Besar Penelitian tanaman Padi. 2010. PTT Padi Lahan Rawa Pasang Surut
- Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian. 2008. Pengelolaan tanaman terpadu (PTT) padi gogo. Petunjuk Teknis Lapang.
- Badan Pusat Statistik. 2008. Produksi padi, jagung dan kedele. Berita Resmi Statistik No. 38/07/Th. XI: 1-10.
- Baehaki dkk, 2010, Panduan Umum SL Padi Gogo, BB Padi SukamandiBadan Litbang Pertanian. 2008. Petunjuk Teknis Pengelolaan Tanaman terpadu (PTT) Padi sawah Irigasi
- Barus, J., Widyantoro dan A. Sopandi. 2005. Pengembangan varietas unggul dan galur harapan padi gogo secara partisipatif. Laporan

Akhir tahun. BPTP Lampung

- Departemen Pertanian. 2008. Modul pelatihan TOT SL-PTT padi nasional.
- Djaenuddin, D., H. Marwan, H. Subagyo, A. Mulyani, dan N. Suharta. 2000. Kriteria kesesuaian lahan untuk komoditas pertanian. PUSLITTANNAK, Badan LITBANG Pertanian, DEPTAN, Bogor.
- Hamdan Pane Dkk, 2010. Pengelolaan Tanaman Terpadu (PTT) Padi Lahan Rawa Pasang Surut, Biau dan Penelitian dan Pengembangan Pertanian. Kementerian Pertanian
- Ladha J.K, F.J. de Bruijn, and K.A. Malik. 1997. Introducing assessing opportunities for nitrogen fixation in rice: a frontier project. *Plant and Soil* 194: 1-10
- Ladha J.K. and P.M. Reddy. 1995. Extension of nitrogen fixation to rice: necessity and possibilities. *GeoJournal* 35: 363-372.
- Matoh, T. R. Saraswati, and J. Sekiya. 1992. Growth characteristics of *sesbania* under adverse condition in relation to use as green manure in Japan. *Soil Science and Plant Nutrition* 38(4): 741-747. Japan
- Prihatini T., S. Brotonegoro, S. Abdulkadir, dan Harmastini. 1980. Pengaruh pemberian *Azolla pinnata* terhadap terhadap produksi padi IR-36 pada tanah Latosol Cibinong. hlm. 75-82 dalam Pros. No.1/Pen. Tanah Cipayung 7-10 Oktober, Pusat Penelitian Tanah, Bogor.
- Roger P.A. and J.K. Ladha. 1992. Biological N₂ fixation in wetland rice fields: estimation and contribution to nitrogen balance. *Plant Soil* 141:41-55.
- Saraswati, R., T. Matoh, and J. Sekiya. 1992. Nitrogen fixation of *sesbania rostrata*: contribution of stem nodules to nitrogen acquisition. *Soil Science and Plant Nutrition* 38(4): 775-780. Japan

- Nugraha, S., A. Setyono dan R.Thahir. 1994. Studi optimasi system pemanenan padi untuk menekan kehilangan hasil. In Press
- Oldeman, L.R.. 1975. An agroclimate map of Java Contr. Centre Research Institute of Agriculture, Bogor, Indonesia.
- Pane Hamdan dkk, 2010, PTT Padi Lahan Rawa Pasang Surut, Kementerian Pertanian Badan Litbang Pertanian.
- Pedoman Pelaksanaan Sekolah Lapang Pengelolaan Tanaman Terpadu (SL-PTT) Padi Hibrida (2010) Balai Besar Penelitian Tanaman Padi, Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian .
- Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanaman Pangan. 2005. Masalah lapang hama, penyakit, hara pada padi. Kerja sama Balitpa, BP2TP, BPTP Sumut, BPTP Jabar, BPTP Jateng, BPTP DIY, BPTP Jatim, BPTP NTB, BPTP Sulsel, BPTP Kalsel, BPTP Kaltim dan IRRI.
- Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanaman Pangan. 1997. Hasil program penelitian dan pengembangan tanaman pangan. Hal. 63 – 71.
- Rachmat, R. Setyono R.Thahir. 1993. Evaluasi system pemanenan beregu menggunakan beberapa mesin perontok. Agrimex. Vol 4 dan 5 No.1
- Samaullah Yamin.dkk. 2008. Modul TOT SL- Padi Nasional. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian. Balai Besar Penelitian Tanaman Padi, Sukamandi, Subang.
- Satoto, Sudibyo TWU, Bambang Sutaryo, dkk. 2007. Petunjuk teknis lapang daerah pengembangan dan anjuran budidaya padi hibrida, Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian, Jakarta.43p.

- Suprihatno Bambang dkk, 2010. Deskripsi Varietas Padi. Balai Besar Penelitian Tanaman Padi, Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian Kementerian Pertanian Sukamandi,
- Setyono.,R.Thahir., Soeharmadi dan S. Nugraha 1993. Perbaikan system pemanenan padi untuk meningkatkan mutu dan mengurangi kehilangan hasil. Media penelitian Sukamandi No. 13 hal 1 – 4.
- Setyono., Sutrisno., Sigit Nugraha, Djumali 2001. Uji coba kelompok jasa pemanenan dan jasa perontok. Laporan akhir T.A 2000. Balai Penelitian Tanaman Padi Sukamandi
- Suprihatno B, Aan A. Daradjat, Satoto, Baehaki, N. Widiarta, A. Setyono, S.D. Indrasari, O.S. Lesmana, H. Sembiring. 2006. Deskripsi varietas padi, Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian, Balai Besar Penelitian Tanaman Padi, Sukamandi. 78p
- Suyamto, Sarlan Abdulrachman, I Putu Wardana, Hasil Sembiring, dan I Nyoman Widiarta. Petunjuk teknis lapang pengelolaan tanaman terpadu (PTT) padi sawah irigasi. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian, Jakarta. 40p.
- Toha H, Suwarno, M. Yamin, dkk. 2008. Petunjuk teknis lapang pengelolaan tanaman terpadu (PTT) padi Gogo. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian, Jakarta, 28p
- Uphoff, Norman, 1999. How to Help Rice Plants Grow Better and Produce More ; Teach Yourself and Other
- Wahyuni, S.U.S. Nugraha dan Soejadi.2004. Karakteristik Dormansi dan Metode Efektif untuk pematangan dormansi benih plasmanutfah padi. Jurnal Penelitian Tanaman Pangan.

Zaini Zulkifli dkk, 2010, Pedoman Umum PTT Padi Sawah, Kementerian Pertanian Badan Litbang Pertanian.

Zulkifi Zaini, Diah WS, dan Mahyuddin Syam. 2004. Petunjuk lapang pengelolaan tanaman terpadu padi sawah. Balai Pengkajian dan Pengembangan Teknologi Pertanian, Bogor. 57p.

BAB V

BUDIDAYA TANAMAN ORGANIK (Cabai Organik)

A. Budidaya Tanaman Hortikultura Secara Organik di Toraja

Penerapan pertanian organik yang dilakukan oleh para petani di Toraja dan Kabupaten Toraja Utara merupakan salah satu bentuk upaya melestarikan lingkungan dan memanfaatkan kearifan lokal masyarakat Toraja. Sejak dahulu, masyarakat Toraja menerapkan pertanian organik pada penanaman komoditi hortikultura dengan menggunakan kotoran kerbau sebagai pupuk untuk penanaman padi. Namun, pertanian organik yang diterapkan oleh masyarakat Toraja hanya sebatas menggunakan kotoran kerbau tanpa adanya pengetahuan yang cukup mengenai penerapan pertanian organik.

Pertanian organik merupakan salah satu program unggulan *Climate Resilience Agriculture Innovative Investigation Project* (CRAIIP). Pertanian organik diharapkan mampu menjadi salah satu solusi adaptif terhadap perubahan iklim. Dengan menerapkan pertanian organik, diharapkan masyarakat petani di Kabupaten Toraja dan Toraja Utara mampu beradaptasi dan bertahan terhadap perubahan iklim. Melalui program CRAIIP, masyarakat Toraja diberi pengetahuan dan keterampilan dalam menerapkan pertanian organik yang lebih luas. Tidak hanya memanfaatkan kotoran kerbau sebagai pupuk, tetapi juga peningkatan pengetahuan pemanfaatan sumberdaya alam di sekitar lingkungan mereka.

Petani diajarkan membuat kompos dengan memanfaatkan kotoran kerbau yang dicampur dengan jerami padi, daun gamal, tanaman *Tithonia*, dan hijauan lainnya. Selain itu, mereka juga dibekali dengan pengetahuan dan keterampilan membuat pestisida nabati (pesnab) dengan memanfaatkan tanaman guima. Selain kompos, petani juga diberi keterampilan cara membuat pupuk organik cair (POC) menggunakan beragam campuran tanaman yang memiliki kandungan hara (makro dan mikro) yang baik bagi pertumbuhan dan perkembangan tanaman. Penerapan sistem refugia juga

diterapkan sebagai penangkal hama dan penyakit secara organik di kebun.

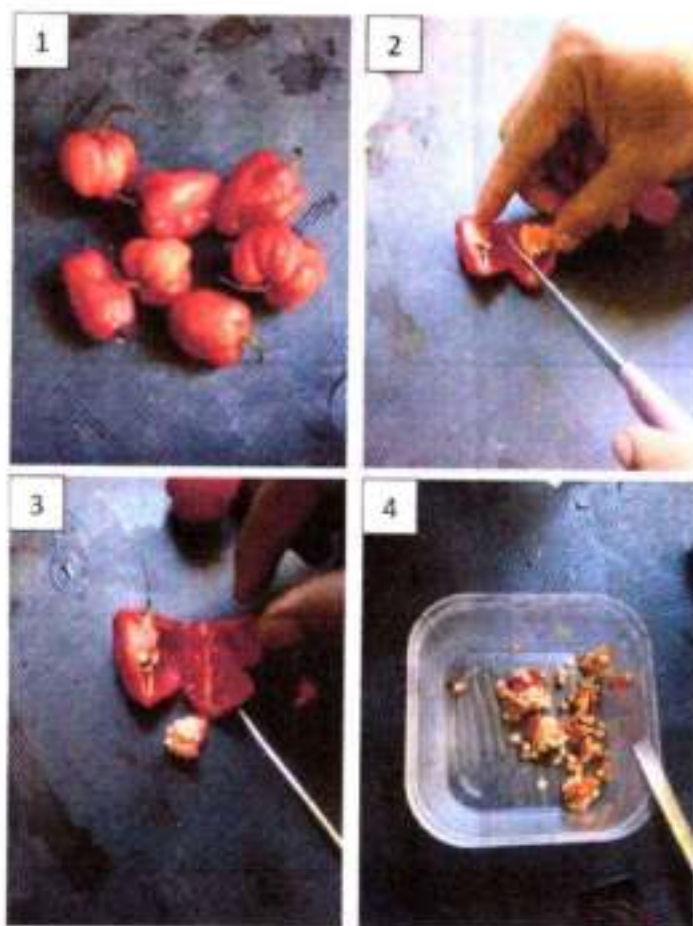
Peningkatan pengetahuan dan keterampilan budidaya cabai (khususnya cabai Katokkon) dan padi secara organik tersebut merupakan bekal utama bagi mereka untuk tahan terhadap dampak perubahan iklim. Pupuk kompos, POC, dan pestisida nabati berbahan dasar dari alam, juga sebagai bentuk pemanfaatan kearifan lokal masyarakat sekitar.

B. Pertanaman Cabai Organik

Budidaya tanaman cabai secara organik pada dasarnya tidak berbeda dengan budidaya cabai pada umumnya. Bedanya, budidaya tanaman cabai secara organik hanya menggunakan bahan-bahan organik (tanpa bahan kimia) pada setiap tahap budidayanya terutama pada pemupukan dan pengendalian hama penyakit. Pemupukan tanaman menggunakan pupuk organik baik padat maupun cair seperti menggunakan pupuk kandang (sapi, ayam, kambing, dll), kompos, pupuk organik cair, dll. Untuk pengendalian hama penyakit, menggunakan pestisida nabati yang bahan-bahannya berasal dari tanaman. Pestisida nabati terbuat dari tanaman yang banyak mengandung zat berbau (*volatile*) yang tidak disukai oleh hama seperti tanaman babandotan, buah maja, daun sirsak, daun pepaya, daun tembakau, dll.

1. Perkecambahan dan Persemaian Benih

Benih yang digunakan dalam kegiatan budidaya cabai organik adalah beberapa benih cabai hibrida dan lokal. Benih hibrida antara lain cabai rawit Dewata dan Sret, sedangkan benih cabai lokal adalah Katokkon dan Barra. Benih Katokkon dan Barra diambil dari penanaman sebelumnya. Tahap-tahap pengambilan benih dari cabai Katokkon ditunjukkan pada gambar di bawah ini.



Gambar 5.1. Tahap-tahap Pengambilan Biji Cabai Katokkon untuk Benih Penanaman Selanjutnya.

Benih yang telah dipisahkan dengan daging buahnya, kemudian direndam selama 1 malam.

Perendaman menggunakan campuran air hangat dan perasan bawang merah. Bawang merah mengandung zat pengatur tumbuh (ZPT) untuk merangsang perkecambahan benih cabai. Peras bawang merah 1 siung lalu dicampur dengan air hangat sekitar 100 ml.



Gambar 5.2. Perendaman Benih dengan Larutan Perasan Bawang Merah Selama 1 Malam.

Setelah direndam, buang benih yang terapung. Benih tenggelam yang akan disemaikan.

Benih disemaikan di media persemaian berupa campuran tanah dan kompos 1:1. Tempat persemaian sebaiknya terlindung dari sinar matahari langsung dan hujan. Persemaian juga dapat dilakukan di wadah-wadah kecil seperti talang.

2. Pembibitan

Benih yang telah disemaikan akan berkecambah setelah 1-2 minggu, bahkan untuk jenis hibrida dapat berkecambah hanya dalam hitungan beberapa hari. Kecepatan berkecambah sangat ditentukan oleh kualitas benih.

Setelah benih berkecambah, perlu dipersiapkan kokeran (bahasa lokal untuk polibag kecil yang terbuat dari daun pisang kering). Isi kokeran dengan media yang sama saat persemaian.

Bibit yang telah tumbuh 2-3 helai daun dipindahkan ke dalam kokeran. Selama dalam kokeran, benih dirawat dengan penyiraman secara teratur (1-2 kali sehari), pemberian POC, dan penyemprotan pesnab.



Gambar 5.3. Petani Melakukan Penyemaian Benih Di Rumah Persemaian dan Di Wadah Talang



Gambar 5.4. Petani Membuat Kokeran dari Daun Pisang dan Mengisi Media Tanam ke dalam Kokeran.



Gambar 5.5. Pertumbuhan Bibit dalam Kokeran

Pemupukan POC dilakukan sebanyak 3 gelas aqua (200 ml) dalam 10-15 liter air (sesuai volume tanki) atau perbandingan 1:5. Lalu disiramkan/disemprotkan ke tanaman.

Siram bibit dengan menggunakan gembor secara merata (jangan siram terlalu kencang, siram seperti air shower). Pastikan media tanam dan bibit basah sempurna.

Lakukan penyiraman pagi dan sore. Jika hujan, maka tidak dilakukan penyiraman pada hari tersebut (sesuai kondisi media tanam). Pemeliharaan bibit dilakukan terus menerus hingga bibit siap dipindahkan ke lahan.

Lakukan pemangkasan pucuk pada saat bibit berumur 2-3 minggu atau 1 minggu sebelum dipindahkan ke lahan. Pemangkasan dilakukan pada pagi hari, pukul 7 hingga pukul 9. Jika waktu pemangkasan bersamaan dengan pemupukan POC, maka lakukan pemangkasan terlebih dahulu lalu pemupukan.



Gambar 5.6. Pemangkasan Pucuk Akan Memperkokoh dan Memperkuat Pertumbuhan Bibit

Bibit siap pindah ke lahan jika telah berumur 3-4 minggu atau telah berdaun 3-4 helai daun sejati.

3. Pengolahan Lahan

Lakukan pembersihan dan perataan lahan. Pengolahan lahan dapat dilakukan menggunakan cangkul atau kultivator.



Gambar 5.7. Pengolahan Lahan Menggunakan Cangkul

Lakukan pembentukan bedengan dengan menggunakan tali. Buat bedengan dengan ukuran 5 m x 1 m dengan ketinggian bedengan 25-30 cm. Jarak antar bedengan 50 cm.



Gambar 5.8. Proses Pembentukan Bedengan

Masukkan kompos ke dalam bedengan. Dosis kompos 20-30 ton/ha. Kompos diaduk merata di dalam bedengan lalu dibiarkan (difermentasikan) selama 2 minggu atau hingga bibit siap ditanam.

Satu minggu sebelum penanaman, dilakukan pemasangan mulsa plastik. Mulsa plastik hitam perak dipasang untuk menghambat

pertumbuhan gulma dan mempertahankan bentuk bedengan. Selain itu, mulsa juga mampu menjaga kapasitas air di dalam bedengan serta menghindari serangan hama.

4. Pemasangan Mulsa

Pemasangan mulsa dilakukan pada siang hari agar posisi mulsa kencang dan rapat dengan bedengan. Gunakan pengait dari kulit bambu untuk menahan mulsa.



Gambar 5.9. Pemasangan Mulsa

Pembuatan jarak dan lubang tanam dilakukan pertama dengan mengukur jarak tanam yaitu 60 cm x 60 cm. Setelah ditentukan jarak tanam, dilakukan pembuatan lubang tanam. Lubang tanam dibuat menggunakan cetakan lubang tanam



Gambar 5.10. Pembuatan Lubang Tanam.

5. Penanaman Cabai

Tanaman cabai ditanam dengan memilih bibit yang pertumbuhannya bagus, tegak, vigor, dan warna daun hijau terang.



Gambar 5.11. Seleksi Bibit yang Berkualitas.

Penanaman sebaiknya dilakukan pada sore hari, setelah pukul 15.00. Lebih disarankan menanam pada sore hari agar tanaman tidak terlalu stres akibat panas matahari.

Lepaskan kokeran dari bibit. Usahakan bola akar tidak rusak saat dimasukkan ke dalam lubang tanam



Gambar 5.12. Proses Penanaman Bibit.

Lubang tanam dibuat dengan kedalaman 10-15 cm, lalu masukkan bibit ke dalam lubang tanam kemudian ditutup dengan tanah di sekitarnya. Padatkan tanah di sekitar batang tanaman agar tanaman tidak mudah roboh.



Gambar 5.13. Pemadatan Tanah di Sekitar Batang Bibit Agar Tidak Mudah Roboh.

Setelah penanaman, lakukan penyiraman hingga basah sempurna di sekitar tanaman.

Penyiraman dilakukan secara teratur untuk menghindari kekeringan pada bibit di awal pertumbuhan.

6. Pemeliharaan Tanaman Cabai

a) Penyiraman.

Lakukan penyiraman dan pemupukan secara teratur. Tanaman yang kering akan mengakibatkan pertumbuhan lambat. Penyiraman dilakukan 2x sehari, pagi dan sore hari. Penyiraman tidak dilakukan jika hujan.



Gambar 5.14. Penyiraman Teratur Untuk Menjaga Tanaman Tetap Sehat.

b) Pemupukan POC.

Pemupukan POC dilakukan 2x seminggu atau setiap 3 hari sekali. Pemupukan dilakukan dengan cara disiramkan di sekitar tanaman. Dosis pemupukan POC 200 ml untuk 1 liter air (perbandingan 1:5). Pemupukan dapat dilakukan pada pagi hari atau sore hari.



Gambar 5.15. POC yang Siap Diaplikasikan ke Tanaman Cabai.

c) Pengendalian hama dan penyakit menggunakan *Yellow trap*.

Yellow trap atau biasa disebut perangkap kuning merupakan salah satu cara untuk mengendalikan hama kutu daun. Kutu daun merupakan hama utama pada tanaman cabai. Pemasangan *yellow trap* dilakukan dengan cara: botol aqua besar dicat kuning lalu dioleskan lem tikus/latat. Pasang *yellow trap* menggunakan tiang kayu. Setiap 5-10 tanaman sebaiknya terdapat 1 *yellow trap*.

d) Penyemprotan pestisida nabati.

Selain *yellow trap*, dilakukan pengendalian hama penyakit dengan menggunakan pestisida nabati (pesnab). Bahan-bahan pesnab banyak ditemukan di lokasi penanaman dan mudah cara membuatnya (Lihat panduan pesnab). Pesnab dianjurkan dibuat

dan langsung diaplikasikan pada saat itu juga. Penyemprotan pesnab dilakukan 2-3 kali seminggu dengan dosis 1:3



Gambar 5.16. Pemasangan *yellow trap* (atas) dan Penyemprotan pesnab untuk pengendalian hama dan penyakit secara organik (bawah).

7. Pemanenan Tanaman Cabai

Tanaman cabai umumnya dipanen pada umur 70-80 hari setelah tanam. Umur panen sangat dipengaruhi oleh faktor lokasi, keadaan lingkungan, nutrisi dan kondisi tanaman itu sendiri. Untuk cabai Katokkon di Toraja, umumnya panen pertama dilakukan pada usia 90-100 hari setelah tanam.



Gambar 5.20. Petani Melakukan Penimbangan Sebelum Dijual Ke Pasar

REFERENSI

- Harpenas, A., Rahmansyah, D. 2010. Budidaya Cabai Unggul. Jakarta[ID]: Penebar Swadaya
- Indriana H. 2010. Kelembagaan berkelanjutan dalam pertanian organik. [tesis]. Bogor [ID]: Institut Pertanian Bogor.
- Jaya A. 2004. Konsep pembangunan berkelanjutan (sustainable development). [tugas individu semester ganjil 2004 pengantar falsafah sains program s3 IPB]. Bogor
- Reijntjes C, Haverkort B, Bayer AW. 1999. Pertanian masa depan: pengantar untuk pertanian berkelanjutan dengan input luar rendah. Yogyakarta [ID]: Kanisius
- Salikin KA. 2003. Sistem pertanian berkelanjutan. Yogyakarta [ID]: Kanisius
- Saragih SE. 2008. Pertanian organik solusi hidup harmoni dan berkelanjutan. Depok [ID]: Penebar Swadaya
- Saragih SE. 2008. Pertanian organik solusi hidup harmoni dan berkelanjutan. Depok [ID]: Penebar Swadaya.
- Sutanto R. 2002. Pertanian organik menuju pertanian alternatif dan berkelanjutan. Yogyakarta [ID]: Kanisius:
- Syukur, M., Rahmi, Y., Rahmansyah, D. 2018. Budidaya Cabai: Panen Setiap Hari. Jakarta[ID]: Penebar Swadaya
- Widiarta A. 2011. Analisis bertanjutan praktik pertanian organik di kalangan petani. [skripsi]. Bogor [ID]: Institut Pertanian Bogor.

BAB VI

PEMBELAJARAN DARI KEGIATAN PERTANIAN ORGANIK DI TORAJA

A. Pembelajaran Umum (General Lessons):

- Kegiatan-kegiatan yang telah dilakukan memberikan bukti bahwa *stakeholder* yang selama ini terkesan sulit untuk bersinergi ternyata bisa bekerjasama satu sama lain. Peneliti dan akademisi dari perguruan tinggi ternyata bisa bersinergi dengan sangat baik dengan petani, penyuluh dan tenaga lapangan (motivator).
- Pengalaman petani berdasarkan kegiatan yang telah dilakukan lebih memberikan pengaruh terhadap pemahaman dan keyakinan akan manfaat teknologi yang diberikan, dibandingkan jika hanya disampaikan dalam bentuk arahan atau penyuluhan (*farmers' brain is in their eyes*)
- Petani sesungguhnya adalah pembelajar yang sangat baik, terbukti dari kegiatan yang telah dilakukan, berbagai ide, pemikiran dan bahkan inovasi yang mereka lakukan ternyata mampu memberikan solusi bagi permasalahan yang ditemukan di lapangan.
- Kegiatan yang telah dilakukan menunjukkan bahwa penelitian yang dirancang secara ilmiah juga bisa dilakukan oleh petani selama desain penelitian dibuat secara sederhana dan petani mendapat pendampingan
- Varitas-varitas lokal yang seharusnya lebih adaptif ternyata justru lebih memberikan tingkat kesulitan yang lebih tinggi bagi petani dalam budidayanya. Pengetahuan ini memungkinkan petani untuk berinovasi menyikapi kesulitan yang ditemukan misalnya dalam hal perkecambahan benih.

- *Most important lesson:* dengan sistim organik murni, petani masih bisa memperoleh hasil. Petani hanya perlu meyakini bahwa perbaikan kesehatan dan kesuburan tanah memerlukan proses yang tidak terjadi dalam waktu singkat, sehingga peran dari peneliti, penyuluh dan motivator adalah untuk terus memotivasi dan mendampingi petani dalam upaya menuju organik mumi.

B. Pembelajaran Khusus (Specific Lessons):

- **Tingkat Kesuburan tanah.** Produksi tanaman untuk pertanian organik salah satunya sangat ditentukan oleh faktor kesuburan tanah. Pada penanaman cabai di Desa Buntu Datu misalnya. Di antara ketiga desa percontohan, Desa Buntu Datu memiliki tingkat kesuburan tanah yang rendah sehingga diduga sebagai salah satu faktor penyebab rendahnya produksi cabai di desa tersebut.
- **Kemiringan lahan.** Hal ini juga dipelajari di Desa Buntu Datu. Lokasi penanaman 4 varietas cabai di desa tersebut berada pada lahan miring. Hal ini mengakibatkan terjadinya run off dan pencucian hara menuju lokasi penanaman yang lebih rendah. Hal ini terlihat pada tanaman yang berada di bagian bawah tampak lebih subur dibandingkan tanaman yang berada pada lokasi yang lebih tinggi.
- **Perkecambahan.** Untuk benih varietas lokal seperti katokkon dan Barra terdapat permasalahan utama yaitu rendahnya tingkat perkecambahan dan keseragaman tumbuh bibit. Hal ini mengakibatkan terlambatnya penanaman di lahan. (rekomendasi: menggunakan bio-priming)
- **Pembuatan dan aplikasi pestisida nabati.** Pestisida nabati akan lebih efektif mengendalikan hama jika diberikan segera setelah dibuat (tidak difermentasikan). Selain itu, aplikasi pestisida nabati juga lebih diberikan dalam frekuensi yang lebih tinggi (2-3 kali seminggu).

- **Penggunaan daun pepaya, tembakau, dan buah maja** sebagai bahan utama pesnab terlihat lebih ampuh mengusir hama kutu putih
- **Aplikasi Pupuk Organik Cair (POC)**. POC terbukti mampu menjadi suplemen nutrisi tambahan bagi pertanaman cabai secara organik. Hal ini terlihat pada penanaman cabai

C. Pembelajaran dari Budidaya Padi Organik

- Kegiatan penelitian selanjutnya tetap mengakomodir hasil yang diperoleh dari kegiatan yang telah dilakukan. Hal terbaik menyangkut dosis, jumlah, cara, metode yang diperoleh akan dijadikan standar untuk pengujian lanjutan.
- Pertanian organik hanya bisa signifikan jika mendapatkan pengakuan (sertifikasi) agar nilai jualnya bisa meningkat.
- Perlu suatu mekanisme kearifan lokal (berbasis SDM lokal) yang akan bertugas mengamati kelakuan dan perubahan iklim dan intensitas serangan OPT yang terjadi setiap musim.
- Sistem pemberdayaan dalam penguatan kelompok tani perlu ditindak lanjuti sebagai suatu wadah yang memungkinkan untuk terjalinnya kemitraan dengan *stakeholder* lain yang bergerak dalam usaha perberasan produk beras lokal organik.
- Keterampilan tambahan yang telah diperoleh oleh petani sebagai bagian kegiatan budidaya (pembuatan pupuk organik padat dan cair, pestisida nabati) berpotensi untuk menjadi peluang usaha baru dalam agribisnis.
- Pengaturan sistem pola tanam harus disesuaikan dengan pola distribusi hujan yang terjadi di Toraja, dan hal ini sebaiknya terakomodir pada rencana kegiatan dan penelitian selanjutnya.

D. Pembelajaran dari Budidaya Cabai Organik

- Pemberian bahan organik berupa kompos dan POC terbukti mampu memperbaiki struktur dan sifat kesuburan tanah pada lahan penelitian. Terdapat peningkatan pH tanah (contoh kasus pada lahan Buntu Datu, dari pH 5.2 naik menjadi 6.49), peningkatan C-organik dari 2.17 menjadi 2.84, dan peningkatan unsur P tersedia di dalam tanah (12.0 menjadi 25.53). Selain itu terjadi perubahan struktur tanah dari dominan liat menjadi dominan lempung berpasir.
- Penelitian cabai menggunakan 4 jenis cabai yang dipilih oleh petani berdasarkan diskusi bersama yaitu cabai hibrida Dewata, cabai hibrida Sret, cabai lokal Barra, dan cabai lokal Katokkon. Perlakuan penelitian menggunakan pemupukan Kompos dan mikroba Trichoderma. Hasil penelitian menunjukkan bahwa terdapat perbedaan respon perlakuan pemupukan dan dan Trichoderma pada setiap varietas yang diuji pada setiap lokasi penelitian.
- Hasil penelitian di Desa Buntu Datu menunjukkan bahwa pertumbuhan tinggi tanaman cabai lokal (Barra dan Katokkon) lebih baik dibandingkan jenis cabai hibrida (Dewata dan Sret). Perlakuan kompos Unhas yang dikombinasikan dengan Trichoderma (Unhas dan lokal) menghasilkan tinggi tanaman cabai yang lebih baik dibandingkan dengan perlakuan pemupukan yang lain. Cabai Barra menghasilkan jumlah cabai dan bobot buah yang lebih baik dibandingkan jenis cabai yang lain.
- Hasil penelitian di Desa Tallang Sura menunjukkan bahwa pertumbuhan tinggi tanaman cabai lokal (Barra dan Katokkon) cenderung lebih baik dibandingkan jenis cabai hibrida (Dewata dan Sret). Perlakuan kompos petani menghasilkan pertumbuhan tinggi dan jumlah cabang produktif yang lebih baik pada semua jenis cabai dibandingkan dengan perlakuan pemupukan yang lain. Cabai hibrida Dewata menghasilkan jumlah buah dan bobot buah yang lebih baik dibandingkan cabai hibrida Sret. Untuk cabai lokal, cabai jenis Barra menghasilkan

jumlah buah dan bobot buah yang lebih baik dibandingkan Katokkon.

- Hasil penelitian di Desa To Pao menunjukkan bahwa pertumbuhan tinggi tanaman cabai lokal Barra lebih baik dibandingkan Katokkon. Untuk jenis cabai hibrida, tinggi tanaman cabai hibrida Sret lebih baik dibandingkan Dewata. Perlakuan kompos petani menghasilkan pertumbuhan tinggi tanaman yang lebih baik pada cabai Dewata, Barra, dan Katokkon.

E. Rekomendasi

1. Rekomendasi Umum:

- Kegiatan penelitian selanjutnya tetap mengakomodir hasil-hasil yang sudah diperoleh pada kegiatan yang telah dilakukan. Hal-hal terbaik menyangkut dosis, jumlah, cara, metode, dan lainnya yang diperoleh seharusnya dijadikan standar untuk pengujian-pengujian selanjutnya bersama dengan teknik atau metode baru yang diperkenalkan.
- Pertanian organik hanya bisa signifikan dalam hal nilai ekonominya jika ada pengakuan pasar, sehingga perlu untuk melakukan tindakan yang bisa membantu agar produk-produk organik yang dihasilkan oleh petani bisa mendapatkan pengakuan (sertifikasi) agar nilai jualnya bisa meningkat.
- Perlu suatu mekanisme kearifan lokal (berbasis SDM lokal) yang akan bertugas mengamati kelakuan dan perubahan iklim dan intensitas serangan OPT yang terjadi setiap musim. Berdasarkan pengalaman dari kegiatan yang sudah dilakukan, petani sangat mampu untuk dilatih guna melaksanakan peran tersebut.
- Sistem pemberdayaan dalam penguatan kelompok tani organik perlu ditindak lanjuti sebagai suatu wadah yang memungkinkan untuk terjalinnya kemitraan dengan *stakeholder* lain yang bergerak

dalam usaha perberasan dalam menghasilkan produk beras lokal organik.

- Keterampilan tambahan yang telah diperoleh oleh petani sebagai bagian kegiatan budidaya (pembuatan pupuk organik padat dan cair, pestisida nabati) berpotensi untuk menjadi peluang usaha baru dalam agribisnis.
- Pengaturan sistem pola tanam harus disesuaikan dengan pola distribusi hujan yang terjadi di Toraja, dan hal ini sebaiknya terakomodir pada rencana kegiatan dan penelitian selanjutnya.

2. Rekomendasi khusus:

- Perlu dilakukan penambahan bahan organik pada setiap lahan percobaan, penambahan 10-20% dari penelitian pertama. Hal ini untuk menjamin ketersediaan hara nutrisi di dalam tanah.
- Pada lokasi penanaman cabai di Desa Tallang Sura, direkomendasikan dilakukan teras kontur atau tapak kuda agar kemiringan lahan dapat teratasi.
- Direkomendasikan menggunakan cabai Katokkon untuk penelitian selanjutnya. Adapun kajian penelitian dapat dimulai dari karakterisasi morfofisiologi hingga ke arah perbaikan genetik tanaman Katokkon.
- Untuk perkecambahan, disarankan menggunakan seed priming, yaitu teknik biopriming atau hormonal-priming (menggunakan zat pengatur tumbuh). Teknik biopriming dan hormonal-priming ini dapat menjadi salah satu perlakuan dalam penelitian-penelitian selanjutnya.
- Penggunaan mulsa dapat dijadikan perlakuan penelitian.
- Penelitian intercropping untuk peningkatan efisiensi lahan di pertanaman katokkon.



Kaimuddin, lahir di Makassar, Sulawesi Selatan pada 12 Mei 1960. Menyelesaikan Pendidikan program sarjana (S1) pada Program Studi Agronomi, Fakultas Pertanian Universitas Hasanuddin pada tahun 1986, dilanjutkan pada Program Magister (S2) Program Studi Agroklimatologi IPB Bogor tahun 1991 dan selesai tahun 1994 kemudian Program Doktor (S3) Program Studi

Agroklimatologi IPB Bogor selesai tahun 2000. Penulis menjadi staf pengajar pada Program D3 Fakultas Non Gelar Teknologi Universitas Hasanuddin tahun 1989 – 1997, kemudian menjadi staf pada Departemen Budidaya Pertanian Fakultas Pertanian, Universitas Hasanuddin tahun 1997 hingga saat ini. Jabatan Struktural mulai dari Sekretaris Program D3 Fakultas Pertanian UNHAS (2001 – 2002) dilanjutkan sebagai Ketua Program D3 (PLT) tahun 2003 – 2006. Jabatan struktural lain sebagai wakil Dekan Bidang Kemahasiswaan dan Alumni Fakultas Pertanian UNHAS (2014 – 2018) dan sejak 2019 sampai saat ini sebagai Dekan Fakultas Pertanian dan Kehutanan Universitas Sulawesi Barat di Majene Sulawesi Barat. Guru Besar (Professor) Klimatologi Pertanian diperoleh pada tahun 2011. Penulis menekuni dan mendalami riset di bidang Iklim Pertanian dan “*Crops Modelling*” dan menghasilkan journal nasional dan internasional. Penulis telah mengikuti berbagai pelatihan seperti Workshop on Climate Modelling in CSIRO di Melbourne Australia, tahun 2010 dan telah menjadi instruktur Sekolah Lapang Iklim di Sulawesi Selatan sejak tahun 2001 sampai sekarang dan juga narasumber pada acara “tudang sipulung” dari berbagai kabupaten di Sulawesi Selatan dan “Malimbong” di Kabupaten Mamuju Sulawesi Barat sampai sekarang. Kegiatan kerjasama dengan lembaga luar negeri juga dilakukan baik untuk penelitian maupun pengembangan masyarakat, salah satu kegiatan terbaru dimana penulis sebagai ketua tim yang bekerjasama dengan lembaga donor dari Jerman yaitu kegiatan *Climate Resilient*

Agriculture Innovative Investigation Project (CRAIIP), meliputi kegiatan penelitian dan pemberdayaan masyarakat. Bagian dari aktivitas kegiatan tersebut yang kemudian dituangkan dalam buku ini.



Tandu Ramba, lahir di Desa Tampan Bonga, Toraja Utara, Sulawesi Selatan. Menyelesaikan studi S1 di Jurusan Sosial Ekonomi, Fakultas Peternakan, Universitas Hasanuddin, Makassar pada tahun 1991. Dilahirkan dan dibesarkan dalam budaya Toraja, menjadikan penulis sangat tertarik pada budaya tersebut. Sejak tahun 2007 mulai bergabung dengan Pusbinlat Motivator-

GT, sebuah organisasi pembangunan masyarakat berkelanjutan dengan fokus pada isu-isu perdamaian dan lingkungan hidup. Lokasi desa dampingan berada di dua provinsi yaitu Sulawesi Selatan dan Sulawesi Barat. Ketertarikan pada isu perubahan iklim diawali dari sebuah pelatihan "Penilaian Resiko" yang diadakan oleh Diakonie Katastrophenhilfe (DKH) dan Brot für die Welt (BfdW) pada tahun 2008. Bermodalkan keterampilan yang diperoleh dalam pelatihan tersebut, penulis bersama kedua organisasi tersebut mengerjakan sebuah program yang disebut "*Lighthouse Project*". Program ini menggabungkan tiga isu yaitu isu pengembangan masyarakat berkelanjutan, pengurangan resiko bencana, dan perubahan iklim. Di bawah kepemimpinan penulis, project ini menjadi project terbaik pada tahun 2017 versi ACT Alliance. Penulis telah mengikuti berbagai pelatihan sehubungan dengan penilaian resiko iklim dan bencana alam dan telah menjadi fasilitator penilaian resiko berperspektive jender sejak tahun 2015. Selain itu, penulis juga telah berpartisipasi dalam berbagai event nasional dan internasional yang berhubungan dengan perubahan iklim, baik sebagai pemateri mau pun sebagai peserta. Saat ini, penulis menjabat sebagai Program Manager di Motivator Pembangunan Masyarakat, Tana Toraja dan menginisiasi terbentuknya sekaligus menjadi ketua Aliansi Masyarakat Toraja Peduli Lingkungan Hidup (AMTPLH). Sejak tahun 2017 sampai saat ini, bersama dengan Fakultas Pertanian Universitas Hasanuddin, penulis memfasilitasi berbagai penelitian dalam sebuah proyek yang dinamakan

**Climate Resilient Agriculture Investigation and Innovation Project (CRAIP) di Tana Toraja dan Toraja Utara. Penulis dapat dihubungi melalui email: tandduramba@gmail.com.*

Amir Yassi, lahir di Makassar Sulawesi Selatan pada



03 Nopember 1959. Menyelesaikan Pendidikan Program Sarjana Muda 1981 dan program sarjana (S1) tahun 1984 pada Program Studi Agronomi, Fakultas Pertanian dan Kehutanan Universitas Hasanuddin. Penulis melanjutkan pendidikan Master pada Institut Pertanian Bogor (IPB) program study Agroklimatologi pada tahun 1997, dan Program Doktor

Universitas Hasanuddin tahun 2019 Program Studi Sistem Pertanian diterima sebagai staf pengajar melalui jalur beasiswa TID (Tunjangan Ikatan Dinas) pada Program Studi Agronomi Fakultas Pertanian, Universitas Hasanuddin tahun 1991. Sejak mahasiswa penulis banyak terlibat pada kegiatan penelitian dan pengabdian masyarakat terutama pada acara tudang sipulung dari berbagai kabupaten di Sulawesi Selatan dan sejak menjadi staf pengajar tetap sebagai dosen baru di Universitas Hasanuddin, juga terlibat pada penelitian kerjasama dengan Litbang Pertanian (penetapan neraca air lahan sawah dan pola tanam Sulawesi Selatan). Penulis terlibat dalam penulisan buku ajar Klimatologi Dasar dan Klimatologi Pertanian. Penulis juga mengikuti program Dikti Detasering (mobilisasi pakar) di Universitas Teuku Umar, Aceh Barat tahun 2010, di Universitas Muhammadiyah, Pontianak dan di Universitas Muhammadiyah, Pare-Pare tahun 2011 dan terakhir pada Sekolah Tinggi Pertanian di Labuha, Halmahera tahun 2012. Tim Penyusun Rekomendasi Paket Teknologi Dinas Pertanian Sulawesi Selatan, tahun 2008 sampai sekarang, Tim Pakar Dua Juta Ton Beras dan Satu Setengah Juta Ton jagung Provinsi Sulawesi Selatan, tahun 2008-2009, staf ahli pengembangan sitem pertanian modern di Kabupaten Soppeng tahun 2014-2016, staf ahli budidaya tanaman padi sawah hemat air di Kabupaten Bone tahun 2016. Sebagai

staf ahli revitalisasi tanaman kakao di Kab. Kolaka Utara tahun 2017-2019. Sebagai staf ahli pengembangan IP400 di Kabupaten Kolaka tahun 2020. Kegiatan Kerjasama dengan Lembaga luar negeri juga dilakukan baik untuk penelitian maupun pengembangan masyarakat, dana salah satu kegiatan terbaru yang bekerjasama dengan Lembaga donor dari Jerman yaitu kegiatan *Climate Resilient Agriculture Innovative Investigation Project (CRAIIP)* yang meliputi kegiatan penelitian dan pemberdayaan masyarakat.



Hari Iswoyo, lahir di Ujung Pandang (kini Makassar), Sulawesi Selatan pada 8 Mei 1976. Menyelesaikan Pendidikan program sarjana (S1) pada Program Studi Agronomi, Fakultas Pertanian dan Kehutanan Universitas Hasanuddin pada tahun 1999. Setelah sarjana banyak terlibat pada kegiatan penelitian dan pemberdayaan

masyarakat kehutanan dengan menjadi anggota tim peneliti pada Jurusan Kehutanan Universitas Hasanuddin tahun 1999-2002. Pendidikan Master dilanjutkan pada University of Newcastle upon Tyne, Inggris setelah memperoleh beasiswa Chevening Award pada tahun 2002. Program Master diselesaikan pada tahun 2004, dan sejak tahun 2005 diterima sebagai staf pengajar pada Program Studi Agronomi Fakultas Pertanian, Universitas Hasanuddin hingga saat ini. Pendidikan S3 diselesaikan pada Victoria University of Wellington, Selandia baru dalam bidang ekologi lanskap. Penulis banyak terlibat pada kegiatan penelitian dan pengabdian masyarakat sejak menjadi staf pengajar tetap di Universitas Hasanuddin, dan juga terlibat pada penulisan beberapa buku antara lain: *Kacang Gude (Cajanus cajan)* dan *Mengenal Tanaman Okra (Abelmoschus esculentus)*. Penulis juga aktif mengikuti kegiatan seminar nasional maupun internasional dan mempublikasikan artikel-artikel penelitiannya pada jurnal internasional dan jurnal nasional terakreditasi. Kegiatan kerjasama dengan lembaga luar negeri juga dilakukan baik untuk penelitian maupun pengembangan masyarakat, dana salah satu kegiatan terbaru yang bekerjasama dengan lembaga donor dari Jerman yaitu kegiatan *Climate Resilient Agriculture Innovative Investigation Project (CRAIIP)* yang meliputi kegiatan penelitian dan pemberdayaan masyarakat. Bagian dari aktivitas kegiatan tersebut yang kemudian dituangkan dalam buku ini.



Rahmansyah Dermawan,

lahir di Makassar, Sulawesi Selatan pada 1 Maret 1981. Pendidikan sarjana di bidang Agronomi dan Hortikultura ditempuh di Institut Pertanian Bogor (IPB) pada tahun 2004. Untuk memperdalam keilmuannya di bidang Agronomi, pada tahun 2008 penulis melanjutkan studi ke jenjang S2 di IPB. Saat ini, penulis sedang menempuh Pendidikan Doktor (S3)

bidang hortikultura di IPB University. Sejak 2014, penulis menjadi dosen tetap di Departemen Budidaya Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Hasanuddin. Penulis menekuni dan mendalami riset di bidang hortikultura, nutrisi tanaman, *crop management*, dan *smart farming*. Dunia jurnalistik ditekuninya sejak ia menjadi wartawan Majalah Trubus (2004-2006) dan editor buku di Penerbit Penebar Swadaya, Jakarta. Ayah dari 3 anak ini (Ahmad Rais Fardin, Ahmad Tsaqif, dan Ahmad Faqih Al Khairy) masih aktif menulis dan menjadi editor buku untuk beberapa penerbit buku di Jakarta. Telah banyak buku yang berhasil ditulis dan diterbitkan. Salah satunya adalah buku tentang cabai berjudul "Budidaya Cabai Unggul" yang ditulisnya bersama *senior breeder* dari East West Seed Indonesia (Asep Harpenas) dan Buku "Budidaya Cabai: Panen Setiap Hari" yang ditulis bersama guru besar IPB University (Prof. Dr. Ir. Muhamad Syukur SP., M.Si.). Penulis juga aktif mengikuti seminar nasional maupun internasional di bidang pertanian khususnya hortikultura dan mempublikasikan artikel-artikel penelitiannya di jurnal internasional dan jurnal nasional terakreditasi.