Land4Lives
#LahanUntukKehidupan

In partnership with Canada

World Agroforestry

CIFOR



Prinsip Penerapan Pertanian Cerdas Iklim di Lahan Kering Nusa Tenggara Timur

Riyandoko, Endri Martini, Iskak Nugky Ismawan, Izhar Asofie, Arista Efraim Benu, Neno To Tabelak Oematan, Edison Djewali, Mixon Mexi Kase, Dikdik Permadi, James M Roshetko

CIFOR-ICRAF Indonesia (ICRAF)

Prinsip Penerapan Pertanian Cerdas Iklim di Lahan Kering Nusa Tenggara Timur

Riyandoko, Endri Martini, Iskak Nugky Ismawan, Izhar Asofie, Arista Efraim Benu, Neno To Tabelak Oematan, Edison Djewali, Mixon Mexi Kase, Dikdik Permadi, James M Roshetko

CIFOR-ICRAF Indonesia (ICRAF)
2024

Riyandoko, Martini E, Ismawan IN, Asofie I, Benu AE, Oematan Neno TT, Djewali E, Kase MM, Permadi D, Roshetko JM. 2024. Prinsip Penerapan Pertanian Cerdas Iklim di Lahan Kering Nusa Tenggara Timur. Bogor, Indonesia: CIFOR-ICRAF Indonesia (ICRAF) Indonesia Program.

Publikasi ini dapat direproduksi untuk tujuan non-komersial sepanjang tidak mengubah isi, dengan kewajiban mencantumkan sumber sesuai kaidah yang berlaku.

Informasi disusun seakurat mungkin berdasarkan pengetahuan saat diterbitkan; namun penerbit tidak memberikan jaminan apa pun dan tidak bertanggung jawab atas kerugian yang mungkin timbul dari penggunaannya.

Informasi lebih lanjut
Pijar Anugerah, Landscape and Livelihood Science-to-Policy Engagement Officer (p.anugerah@cifor-icraf.org)

Foto Cover:

CIFOR-ICRAF Program Indonesia
Jl. CIFOR, Situ Gede, Sindang Barang | Bogor 16115 [PO Box 161 Bogor 16001] Indonesia
Tel: +(62) 251 8625 415 | Email: cifor-icraf-indonesia@cifor-icraf.org
www.cifor-icraf.org/locations/asia/indonesia

2024

Daftar Isi

1. Iklim, Perubahan Iklim dan Dampaknya 1

1.1. Pengertian Cuaca dan Iklim 1
1.2. Zona Musim di Indonesia 2
1.3. Gambaran Iklim di Nusa Tenggara Timur 3
1.4. Zona Musim di Kabupaten Timor Tengah Selatan 4
1.5. Fenomena Iklim 5
1.6. Perubahan iklim dan penyebabnya 6
1.7. Kondisi perubahan iklim di NTT dan Pulau Timor 7
1.8. Dampak perubahan iklim 9

2. Praktik Pertanian Cerdas iklim 13

2.1. Pengertian Pertanian Cerdas Iklim 13
2.2. Kalender untuk menyesuaikan dengan iklim yang berubah 15
2.3. Agroforestri sebagai strategi pertanian cerdas iklim 17
2.4. Mamar sebagai sistem agroforestri tradisional di Pulau Timor 19

3. Praktik - praktik Pertanian Cerdas Iklim di Lahan Kering 23

3.1. Pemilihan jenis tanaman yang tahan terhadap perubahan iklim 24
3.2. Penyediaan bibit unggul tanaman yang tahan cuaca ekstrim 26
3.3. Propagator bibit tanaman 27
3.4. Penggunaan pupuk organik 28
3.5. Pengelolaan lahan tanpa bakar (PLTB) 29
3.6. Teras jalur vegetatif alami 37
3.7. Membuat teras sengkedan batuan 42
3.8. Tanaman penutup tanah 43
3.8. Kolam penampung air hujan 45
3.9. Pengaturan pengairan (irigasi) tetes 47
3.10. Pestisida alami 52

Kata Pengantar

Buku ini disusun dalam rangkaian pelatihan Pertanian Cerdas Iklim (*Climate Smart Agriculture*/CSA) pada proyek Sustainable Landscapes for Climate–Resilient Livelihoods in Indonesia (Land4Lives) yang didanai oleh Global Affairs Canada (GAC) Project: P007343, yang dilaksanakan di Provinsi Sumatera Selatan, Provinsi Sulawesi Selatan dan Provinsi Nusa Tenggara Timur.

Tujuan penyusunan buku ini sebagai sumber bacaan bagi petani dan para penyuluh, baik perempuan maupun laki-laki tentang prinsip-prinsip penerapan pertanian cerdas iklim di lahan kering dan berkapur di Nusa Tenggara Timur. Materi yang disusun dalam buku ini berasal dari hasil studi pustaka, dan praktik-praktik di beberapa lokasi proyek yang dilakukan ICRAF Program Indonesia. Proses penyusunan melibatkan peran aktif petani perempuan dan laki-laki dalam memberikan masukan dan saran melalui proses pelatihan CSA di setiap kelompok belajar. Materi yang disajikan dalam buku ini terdiri dari 3 topik utama yaitu: 1). Iklim, Perubahan Iklim dan Dampaknya di Nusa Tenggara Timur; 2). Praktik Pertanian Cerdas Iklim; dan 3). Praktik-praktik Pertanian Cerdas Iklim di lahan kering. Informasi dalam buku ini memungkinkan pengguna untuk meningkatkan praktik-praktik yang mempertimbangkan prinsip – prinsin pertanian cerdas iklim khususnya pada lahan kering dan berkapur di Nusa Tenggara Timur.



Foto oleh Izhar Asofie/CIFOR-ICRAF Indonesia

1 Iklim, Perubahan Iklim dan Dampaknya

1.1. Pengertian Cuaca dan Iklim

Saat ini, istilah perubahan iklim sudah terdengar cukup akrab di telinga kita. Namun, untuk memahami perubahan iklim, kita perlu memahami terlebih dahulu perbedaan antara cuaca dan iklim. Secara garis besar, perbedaan keduanya lebih ditekankan kepada periode/waktu kejadian dan jangkauan wilayah.

Cuaca adalah kondisi atmosfer yang terjadi pada waktu singkat dan cakupan wilayah yang sempit. Kondisi cuaca yang paling umum dirasakan yaitu: kelembapan, suhu udara, hujan, angin, dan lainnya. Contoh kondisi cuaca sebagai berikut:

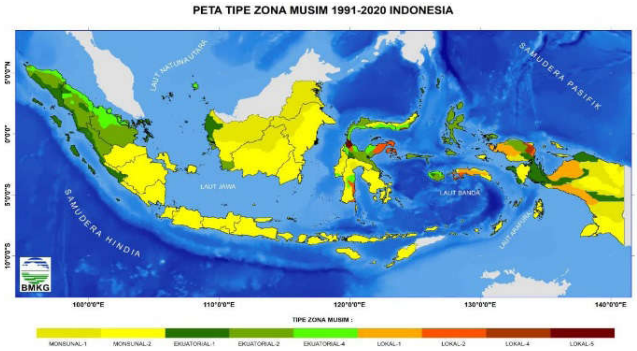
- Suhu udara siang hari pada tanggal 21 Juli 2023 di Kota Soe 25°C.
- Kota Soe hari ini diguyur hujan lebat.
- Kelembapan udara di Kota Soe pada 12 Januari 2022 sebesar 95%.

Iklim adalah kondisi atmosfer pada jangka waktu yang lama dan cakupan wilayah yang luas. Iklim dapat disebut juga rata-rata dari cuaca atau kecenderungan cuaca. Iklim terbentuk oleh radiasi matahari, suhu udara, kelembapan, tekanan udara, awan, angin, curah hujan dan penguapan. Contoh kondisi iklim sebagai berikut:

- Pada bulan Mei 2022 di Timor Tengah Selatan memasuki musim kemarau.
- Rata – rata angin pada bulan Mei di Timor Tengah Selatan bertiup dari Timur atau Tenggara.
- Di Pulau Timor tahun 2020 cenderung lebih basah dibanding tahun 2019.

1.2. Zona Musim di Indonesia

Zona Musim (ZOM) adalah daerah yang pola hujan rata-ratanya memiliki perbedaan yang jelas antara periode musim kemarau dengan musim hujan. Di Indonesia terdapat tiga tipe zona musim yaitu: Zona Musim Munsonal, Zona Musim Ekuitorial dan Zona Musim Lokal.



A. Tipe ZOM Monsunal:

Musim yang dipengaruhi oleh angin munson dari Benua Asia dan Benua Australia. Ada 2 tipe yaitu:

1. Tipe Monsunal-1 : musim hujan sepanjang tahun.
2. Tipe Monsunal-2: musim kemarau dan musim hujan.

B. Tipe ZOM Ekuatorial:

Musim yang dipengaruhi oleh posisinya yang berada di sekitar garis khatulistiwa, ada 3 tipe yaitu:

1. Tipe Ekuatorial-1:musim hujan sepanjang tahun
2. Tipe Ekuatorial–2: Musim hujan dan musim kemarau
3. Tipe Ekuatorial–3: memiliki 2 periode musim hujan dan 2 periode musim kemarau

C. Tipe ZOM Lokal:

Musim yang dipengaruhi oleh angin setempat atau lokal, ada 4 tipe yaitu:

1. Tipe ZOM Lokal-1: Musim hujan sepanjang tahun
2. Tipe Zom Lokal -2: mempunyai dua musim yaitu satu periode musim kemarau dan satu periode musim hujan.
3. Tipe ZOM Lokal- 3: mempunyai empat musim yaitu dua periode musim kemarau dan dua periode musim hujan.
4. Tipe ZOM Lokal – 4: Musim kemarau sepanjang tahun

1.3. Gambaran Iklim di Nusa Tenggara Timur

a. Di Nusa Tenggara Timur (NTT) ada dua musim yaitu musim kemarau dan musim hujan dengan tipe munsonal.
   - Pada bulan April sampai dengan September arus angin berasal dari Australia dan tidak banyak mengandung uap air sehingga terjadi musim kemarau.
   - Pada bulan Desember – Maret arus angin berasal dari benua Asia dan Samudera Pasifik yang banyak mengandung uap air sehingga terjadi musim hujan.

b. Nusa Tenggara Timur tergolong kering dengan suhu udara antara 17ºC – 32,90ºC.

c. Curah hujan tahunan antara 500 – 3500 mm dan sangat bervariasi berdasarkan tahun dan letak geografis.

d. Tipe kepulauan cenderung menjadikan terjadinya badai besar dan hujan lokal yang lebat dalam beberapa hari. Jumlah air hujan lebat yang melebihi kapasitas daya serap air tanah, mengakibatkan limpasan permukaan yang deras dan erosi tanah.

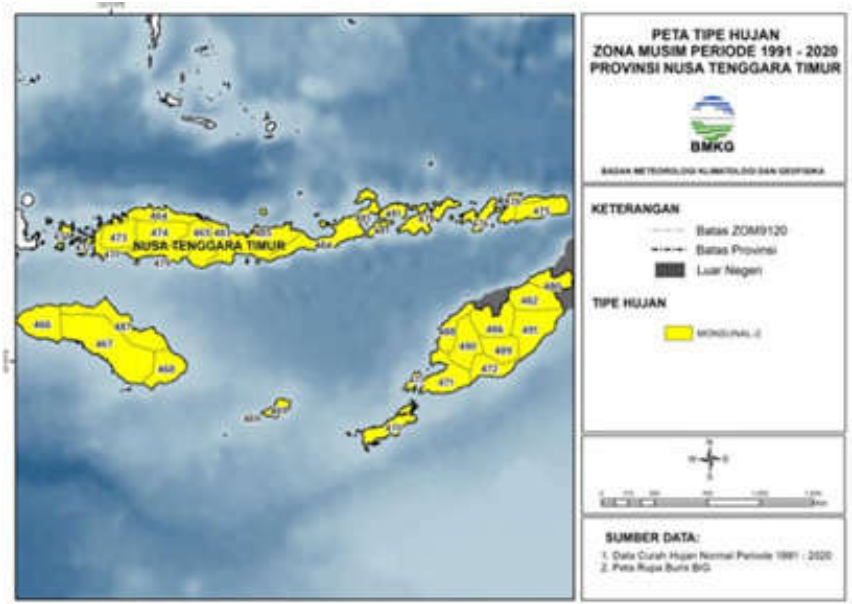
e. Pulau Timor mempunyai iklim semi-kering dengan curah hujan tidak menentu dengan intensitas rendah.



1.4. Zona Musim di Kabupaten Timor Tengah Selatan

Berdasarkan data curah hujan normal tahun 1991 – 2020 dari BMKG, Kabupaten Timor Tengah Selatan (TTS) terbagi dalam empat Zona Musim dengan tipe monsunal 2. Keempat Zona Musim tersebut yaitu:

1. Zona musim NTT 471 (Tipe Monsunal -2) yaitu: Kupang bagian tenggara dan TTS bagian selatan.
2. Zona Musim NTT 472 (Tipe Monsunal – 2) yaitu: TTS bagian tengah.
3. Zona Musim NTT 490 (Tipe Monsunal – 2) yaitu: Kupang bagian tengah dan timur serta TTS bagian barat.
4. Zona Musim NTT 489 (Tipe Monsunal – 2) yaitu: TTS bagian timur, TTU bagian selatan dan Malaka bagian selatan.



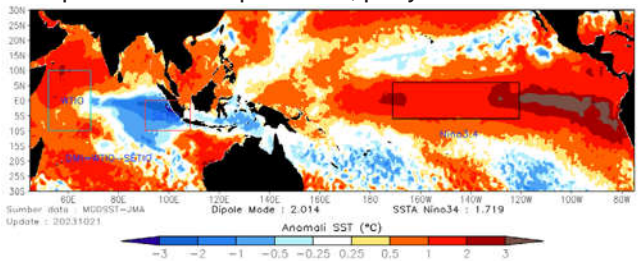
Karakter Zona Musim di keempat ZOM tersebut adalah memiliki musim kemarau dan musim hujan. Musim kemarau terjadi pada bulan Mei – Oktober dengan puncak musim kemarau terjadi di bulan Agustus. Musim hujan terjadi pada bulan November – April, dengan puncak musim hujan pada bulan Januari.

1.5. Fenomena Iklim

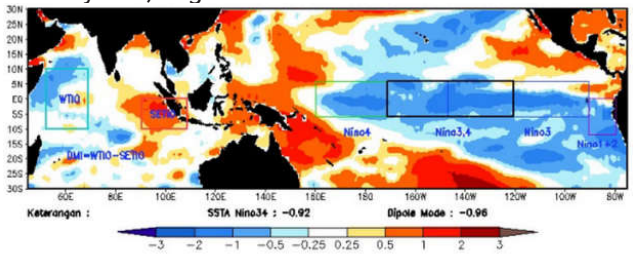
Fenomena iklim merupakan kondisi siklus musim yang tidak normal seperti biasanya yang dipengaruhi oleh suhu permukaan laut, dan curah hujan. Fenomena iklim yang berdampak di wilayah Indonesia yaitu:

a. El Nino yaitu kejadian anomali iklim global yang ditandai dengan suhu permukaan laut di Samudera Pasifik tropis bagian tengah dan timur yang lebih hangat dibanding suhu normalnya. Dampak El Nino lebih banyak dirasakan di Zona Musim Monsunal seperti di Pulau Timor seperti: Curah hujan berkurang, kekeringan, kegagalan panen, kekurangan air bersih; dan kebakaran hutan/lahan.

b. La Nina yaitu kejadian anomali iklim global yang ditandai keadaan suhu permukaan laut di Samudera Pasifik bagian tengah dan timur yang lebih dingin dibandingkan suhu normalnya. Dampak La Nina lebih banyak dirasakan di Zona Musim Ekuatorial, seperti: Curah hujan tinggi, banjir – tanah longsor, kerusakan pada tanaman pertanian, penyakit dan hama tanaman menyebar, angin badai.



Gambar: Arus suhu permukaan air laut di Pasifik pada kondisi El-Nino. Sumber: BMKG,2022

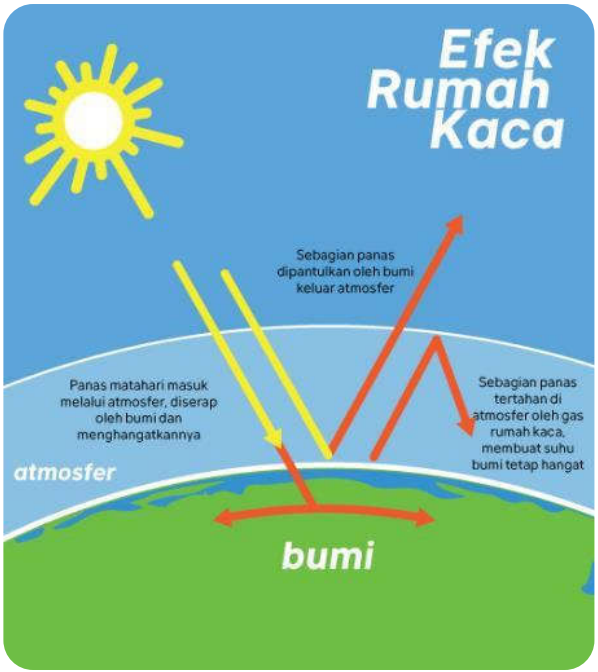


Gambar: Arus suhu permukaan air laut di Pasifik pada kondisi La-Nina. Sumber: BMKG,2022

1.6. Perubahan iklim dan penyebabnya

Perubahan iklim adalah perubahan kondisi atmosfer pada jangka panjang yang mengacu pada perubahan suhu dan iklim alami. Perubahan iklim sering diidentikkan dengan pemanasan global sebagai akibat efek rumah kaca yang menyebabkan suhu bumi mengalami peningkatan. Perubahan kondisi tersebut dapat disebabkan secara langsung maupun tidak langsung dari kegiatan-kegiatan manusia, salah satunya yaitu tingginya produksi gas rumah kaca.

Gas Rumah Kaca adalah gas yang menyebabkan efek rumah kaca di mana secara alami muncul di lingkungan. Gas rumah kaca dalam jumlah yang normal akan menjaga suhu permukaan bumi tetap hangat. Namun, gas rumah kaca dalam jumlah yang melebihi batas normal di atmosfer akibat dari aktivitas manusia menjadikan panas matahari terperangkap dan tidak bisa dikeluarkan dari bumi. Hal tersebut menjadikan pemanasan secara menyeluruh (global) di permukaan bumi dan menyebabkan terjadinya fenomena perubahan iklim. Ada beberapa jenis gas rumah kaca, antara lain: karbon dioksida (CO_2), gas metana (CH_4), dinitrogen monoksida (N_20), nitrogen dioksida (NO_2), dan klorofluorokarbon (CFC).



Gambar: Ilustrasi Efek rumah kaca.

Sumber: Ditjen Pengendalian Perubahan Iklim

Tabel 1. Jenis Gas Rumah Kaca dan sumbernya

No	Jenis Gas Rumah Kaca	Sumber penghasil
1	Karbon dioksida (CO_2)	● Pembakaran bahan bakar fosil dan biomassa. ● Penggundulan hutan (deforestrasi). ● Kebakaran hutan.
2	Metana (CH_4)	● Pembakaran bahan bakar fosil. ● Pembusukan sampah organik. ● Kotoran ternak sapi dan ruminansia lainnya.
3	Dinitrogen monoksida (N_20)	● Pembakaran bahan bakar fosil. ● Penggunaan pupuk sintesis (Urea) di lahan pertanian yang berlebihan.
4	Nitrogen dioksida (NO_2)	● Pembakaran bahan bakar fosil.
5	Klorofluorokarbon (CFC)	● Refrigerasi pada sistem penyejuk ruangan dan pendingin.

1.7. Kondisi perubahan iklim di NTT dan Pulau Timor

Nusa Tenggara Timur merupakan salah satu provinsi di Indonesia yang berbentuk kepulauan. Pulau-pulau sedang hingga kecil cenderung banyak menghadapi masalah lingkungan. Mereka lebih rentan terhadap bencana alam seperti: letusan gunung berapi, gempa bumi, tanah longsor dan angin puting beliung. Wilayah pesisir adalah sebagian besar dari daratan di mana letaknya yang berdekatan dengan lautan secara langsung memengaruhi iklim di pulau-pulau tersebut.

Kondisi tersebut menjadikan keunikan tipe ekologi bagi NTT seperti:

- Terdapat banyak spesies yang unik.
- Sebagian besar lahannya curam dan erosi tanahnya tinggi.
- Sistem penggunaan lahan sering kali berasal dari masyarakat adat dan dikhususkan untuk kombinasi ekologi dan sosial ekonomi setempat.

Tipe kepulauan cenderung menjadikan terjadinya badai besar dan hujan lokal yang lebat dalam beberapa hari. Jumlah air hujan lebat yang melebihi kapasitas daya serap air tanah, mengakibatkan limpasan permukaan yang deras dan erosi tanah.

Pulau Timor adalah salah satu pulau di Provinsi Nusa Tenggara Timur yang beriklim semi-kering dengan curah hujan tidak menentu dengan intensitas rendah. Bentang alam Pulau Timor memiliki ciri khas ekosistem tropis kering yang sebagian besar berupa padang rumput kapur dengan sisa hutan di puncak bukit dan pepohonan di tepi sungai yang berada pada cekungan yang dalam.

Kondisi perubahan iklim di Pulau Timor, mulai dirasakan dengan adanya berbagai perubahan baik suhu, kelembapan, maupun curah hujan. Berdasarkan Data Iklim Indonesia yang dipantau sejak tahun 1990 oleh BMKG terjadi beberapa perubahan iklim yaitu:

- Peningkatan suhu rata – rata tahunan sekitar 0,3°C.
- Penurunan curah hujan secara keseluruhan sebesar 2–3%
- Perubahan pola curah hujan, sehingga musim semakin tidak dapat diprediksi.

1.8. Dampak perubahan iklim

Perubahan Iklim akan menimbulkan bahaya yang akan berdampak pada manusia dan lingkungan, yaitu:

- Pergeseran pola suhu secara drastis, di mana suhu cenderung semakin meningkat berdampak pada ekosistem pertanian dan alam
- Pergeseran pola curah hujan secara drastis, di mana curah hujan menurun menyebabkan kemungkinan penurunan kualitas dan kuantitas air.
- Perubahan habitat dan kepunahan satwa liar.
- Pergeseran kondisi alam, dengan kemungkinan penurunan luas dan kualitas hutan.
- Penurunan kualitas kesehatan.
- Pergeseran potensi pertanian lokal yang berpotensi menurunkan produktivitas pertanian.
- Bencana alam di pesisir dan maritim.

1.8.1. Dampak perubahan iklim pada sektor pertanian

Bahaya yang terkait dengan perubahan iklim yang kemungkinan terjadi di Pulau Timor, Nusa Tenggara Timur yaitu: kekeringan, banjir, erosi, tanah longsor, dan pendangkalan aliran sungai (Tabel 2). Bahaya tersebut akan berdampak pada sektor pertanian yang memengaruhi keluarga petani dan Perempuan yang ada di dalamnya.

Tabel 2. Bahaya akibat perubahan iklim yang kemungkinan terjadi di Pulau Timor Nusa Tenggara Timur dan dampak pada sektor pertanian

Bahaya akibat perubahan iklim	Dampak
Kekeringan	1. Menurunnya produksi pertanian.
	2. Kegagalan panen komoditas pertanian.
	3. Kelangkaan air untuk konsumsi dan produksi pertanian.
	4. Meningkatnya biaya untuk mendapatkan air untuk konsumsi dan produksi pertanian.
	5. Terbatasnya pilihan mata pencaharian berbasis lahan.
	6. Peningkatan risiko kebakaran lahan dan hutan.
Banjir	7. Berkurangnya daya serap air sehingga memengaruhi ketersediaan air tanah.
	8. Berkurangnya produksi pertanian.
	9. Kegagalan panen komoditas pertanian.
	10. Meningkatnya masalah hama dan penyakit tanaman.
	11. Kerusakan tanah, lahan, jalan dan bangunan.
Erosi, tanah longsor, dan pendangkalan	12. Hilangnya kesuburan tanah.
	13. Pendangkalan aliran air/ sungai.
	14. Kerusakan tanah, lahan, jalan, dan bangunan.

1.8.2. Dampak perubahan iklim bagi keluarga petani

Keluarga petani dinilai memiliki kerentanan yang tinggi akibat dari dampak bahaya perubahan iklim di atas. Beberapa akibat dari dampak bahaya perubahan iklim terhadap keluarga petani yaitu:

- Menurunnya produksi pertanian dan kegagalan panen menjadikan keluarga petani rentan terhadap kerawanan pangan.
- Pemenuhan gizi keluarga petani termasuk di dalamnya perempuan dan anak-anak yang menurun akibat dari ketersedian jumlah dan kualitas pangan yang dihasilkan.
- Menurunnya pendapatan keluarga petani dan sumber mata pencaharian yang berbasis lahan.
- Menurunnya kualitas kesehatan keluarga petani termasuk di dalamnya perempuan akibat dari akses air bersih, higienitas, dan sanitasi rumah tangga yang menurun.





Gambar: Lahan pertanian kekeringan di Timor Tengah Selatan ketika kemarau berkepanjangan.



Foto oleh Izhar Ashofie/CIFOR-ICRAF Indonesia

2 Praktik Pertanian Cerdas iklim

2.1. Pengertian Pertanian Cerdas Iklim

Pertanian Cerdas Iklim merupakan strategi terpadu untuk mengatasi dampak dan penyebab dari perubahan iklim melalui 3 strategi utama (FAO)

Strategi 1: Meningkatkan produktivitas pertanian melalui keberagaman tanaman untuk meningkatkan pendapatan secara berkelanjutan, ketahanan pangan dan pembangunan secara merata. Strategi 1 ditujukan untuk jangka pendek.

Contoh dari strategi 1 yang dapat dilakukan di Nusa Tenggara Timur yaitu:

- Tumpang sari tanaman sayuran
- Kebun campur/ Agroforestri



Foto oleh Aser Boimau/CIFOR-ICRAF Indonesia

Gambar: Tumpang sari tanaman sayuran dan jeruk.

Strategi 2: Beradaptasi dan membangun ketahanan system pertanian dan pangan terhadap perubahan iklim di berbagai tingkat. Strategi 2 ditujukan untuk jangka panjang.

Contoh strategi 2 yang dapat dilakukan di Nusa Tenggara Timur yaitu:

- Rotasi tanaman dengan memperhatikan perubahan iklim (musim hujan tanam padi, musim kemarau tanam jagung dan kacang).
- Penggunaan pupuk organik pada lahan pertanian.
- Pemilihan jenis tanaman yang tahan kekeringan dengan kondisi iklim yang baru.
- Penambahan naungan pada tanaman kopi, seperti gamal, dan tanaman penutup lahan seperti umbi-umbian.
- Pembuatan teras vegetasi untuk konservasi tanah dan air.

Strategi 3: Mengurangi emisi gas rumah kaca dari pertanian (mitigasi perubahan iklim). Strategi 3 ditujukan untuk jangka panjang.

Contoh strategi 3 yaitu:

- Penanaman pohon pada kebun dan lahan terdegradasi.
- Pengurangan penggunaan pupuk kimia.
- Pengelolaan lahan tanpa bakar.
- Pengandangan ternak sapi dan pengelolaan kotoran ternak sapi.

2.2. Kalender untuk menyesuaikan dengan iklim yang berubah

A. Kalender tanam pada komoditas pertanian

Kalender tanam pada komoditas pertanian adalah jadwal penanaman tanaman tertentu selama setahun di suatu wilayah, yang meliputi masa persiapan tanah, penanaman, dan panen.

Manfaat menggunakan kalender tanam yaitu:

- Mengatasi masalah keterbatasan air dengan menggunakan data curah hujan, air sungai dan kebutuhan air irigasi.
- Penentuan awal waktu tanam yang tepat dapat mengatasi kehilangan nutrisi tanaman, terutama pada saat transisi dari musim kering ke musim hujan.
- Menentukan strategi kegiatan adaptasi perubahan iklim.

B. Kalender tanam komoditas perkebunan

Kalender tanaman komoditas perkebunan dipengaruhi oleh kebutuhan air tanaman pada setiap umur pertumbuhan. Kebutuhan air tanaman menentukan kerentanannya terhadap kemarau, jika diperlukan banyak air pada musim kemarau, maka tanaman tersebut ada kemungkinan tidak tahan kekurangan air dan terganggu pertumbuhannya. Berikut beberapa contoh kebutuhan air tanaman perkebunan yang umum ditanam di NTT: 1) Kopi >1500 m^3/ha/bulan; 2) Kelapa dalam 1250-1500 m^3/ha/bulan.

C. Prediksi musim berdasarkan pengetahuan setempat

Suku Atoni atau dikenal juga dengan Suku Dawan merupakan suku bangsa yang mendiami Pulau Timor, terutama Timor Barat (Indonesia). Masyarakat Dawan, secara tradisi memiliki cara untuk memprediksi cuaca dan musim menggunakan tanda-tanda alam (Tabel 3).

Tabel 3. Contoh penanda alam yang digunakan Masyarakat Dawan untuk memprediksi musim/cuaca

Penanda	Waktu	Cara Membaca	Manfaat
Awan dari barat ke timur	Mei - Juni	Jika awan bergerak dari barat ke timur pada bulan Mei-Juni dan membawa hujan rintik pertanda bahwa musim hujan akan segera berakhir.	Memprediksi curah hujan dan jenis tanaman yang harus dikembangkan.
Burung (Kol Totiu)	Mei-Juni	Jika burung To Tiu mulai berbunyi (ribut) pertanda musim kemarau sudah dimulai. Burung To Tiu tidak turun ke tanah untuk makan atau minum, sehingga jika musim hujan berakhir burung To Tiu akan kesulitan mendapatkan air untuk minum, hanya berharap pada embun.	Menandai berakhirnya musim hujan dan mulai memasuki musim kemarau.
Kusambi dan kayu putih berbunga	Oktober - November	Apabila pohon kusambi dan kayu putih sudah mulai berbunga maka bertanda musim hujan sudah sangat dekat.	Penanda bahwa musim hujan sudah dekat.

2.3. Agroforestri sebagai strategi pertanian cerdas iklim

Agroforestri adalah model budidaya yang memadukan sistem pertanian dan sistem kehutanan. Pada sistem pertanian terdapat komoditas tanaman semusim, tanaman tahunan, ternak dan perikanan, sedangkan pada tanaman kehutanan umumnya berbasis pohon.

Praktik agroforestri banyak dilakukan oleh petani di Indonesia dengan tujuan memanfaatkan lahan yang tersedia. Agroforestri di Indonesia dikenal juga dengan wanatani, banyak sistem agroforestri lokal yang diterapakan oleh masyarakat di Indonesia seperti: Mratani (Jawa Tengah), Dudukuhan (Jawa Barat), Talun (Jawa Barat), Parak (Sumatera Barat), Repong (Lampung), Tembawang (Kalimantan Barat), Lembo (Kalimantan Timur), Mamar (Timor).

Agroforestri adalah salah satu sistem untuk menjawab ketiga strategi pertanian cerdas iklim: (1) keberagaman jenis untuk meningkatkan produksi, (2) adaptasi perubahan iklim, dan (3) mitigasi perubahan iklim. Berikut beberapa hal yang perlu diperhatikan ketika merancang agroforestri untuk mengatasi perubahan iklim:

1. Mempelajari jenis-jenis kejadian ekstrem yang disebabkan oleh perubahan iklim yang sering terjadi di lokasi setempat.
2. Mempelajari dampak negatif dari kejadian ekstrim tersebut terhadap hasil kebun tanaman utamanya.
3. Menganalisis fungsi dari beberapa jenis tanaman penaung dalam mengurangi dampak negatif kejadian ekstrem iklim, seperti: pohon pemecah angin dan pohon pengatur suhu atau kelembapan ketika kondisi kemarau.
4. Menambah tanaman penaung jika belum ada tanaman penaung dengan memilih jenis tanaman penaung yang sesuai dengan fungsi yang diharapkannya.

5. Mengkombinasikan tanaman yang tahan kemarau dan yang tidak tahan dengan kemarau.
6. Mengatur posisi dan jarak tanam antara tanaman penaung sesuai dengan karakteristik dari masing-masing jenis tanaman.
7. Melakukan pengelolaan kebun sesuai dengan praktik baik budidaya (*good agricultural practices*) tanaman inti seperti: penggunaan bibit unggul, pemeliharaan kesuburan tanah, penanaman penutup tanah.





Gambar: Kebun agroforestri.

2.4. Mamar sebagai sistem agroforestri tradisional di Pulau Timor

Mamar adalah sistem agroforestri tradisional yang telah dipraktikkan sejak berabad-abad yang lalu di Pulau Timor terutama Timor Barat. Pertanian di Pulau Timor pada umumnya dimulai dari kegiatan berladang perpindah untuk pemenuhan kebutuhan sendiri dan keluarga. Pengolahan pertanian secara intensif menyebabkan peningkatan jumlah panen, termasuk tumbuhan alami yang kemudian berkembang menjadi sistem agroforestri lokal yang disebut mamar. Secara ekonomi mamar berkontribusi bagi penambahan pendapatan rumah tangga keluarga petani. Di samping itu mamar juga memberikan manfaat lingkungan seperti konservasi tanah dan tanaman.

Model agroforestri mamar yang ditemukan di Pulau Timor ada 3 model yaitu:

1. Model Kono, yaitu sistem kebun atau ladang menetap yang terdiri dari tanaman berkayu (kehutanan), tanaman tahunan (perinnial) dan tanaman semusim.



Gambar: Mamar model Kono.

2. Model Poan, yaitu sistem kebun yang beragam dengan variasi jenis tanaman yang tinggi yang menyerupai kebun hutan. Masyarakat percaya bahwa keberagaman jenis tanaman yang tinggi dalam Model Poan berperan sebagai sumber pangan yang tangguh ketika menghadapi risiko gagal panen dan krisis pangan.

3. Model Suf, yaitu sistem penggembalaan alami yang umum ditemui di dataran tinggi Pulau Timor. Model Suf umumnya berbentuk savana yang ditumbuhi beberapa pohon, Semak, dan perdu, di mana pada area tersebut menjadi penggembalaan ternak yang dilepas.



Gambar: Mamar model Poan, Sumber.



Gambar: Mamar model Suf, Sumber.

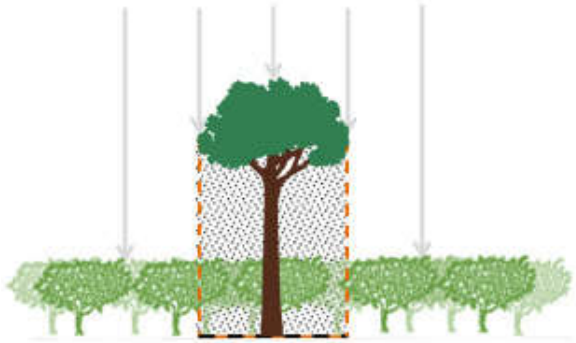
Hal yang harus diperhatikan untuk mengelola Agroforestri Mamar, yaitu:

1 Pemilihan jenis tanaman

a. Pilihlah jenis tanaman yang cocok dengan lingkungan dan tanah setempat.

b. Pilihlah jenis tanaman yang memiliki manfaat ekonomi dan manfaat lingkungan.

Pilihlah tanaman yang beragam responnya terhadap perubahan iklim. Untuk wilayah Pulau Timor pilih tanaman yang dapat beradaptasi dengan kondisi kemarau panjang.



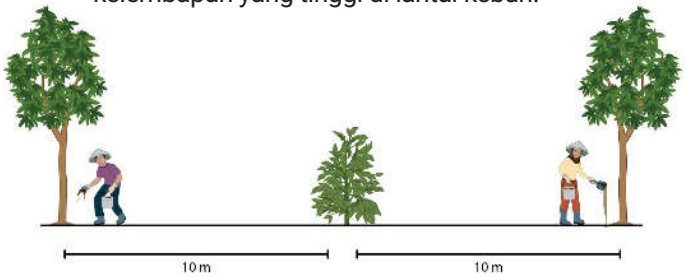
Sumber: CIFOR-ICRAF Indonesia

2 Pengaturan Jarak tanam

Hal penting dalam pengelolaan agroforestri adalah pengaturan jarak tanam. Jarak tanam yang diatur harus memperhatikan dua topik utama yaitu:

a. Jarak tanam ke samping, yang bertujuan untuk menghindarkan persaingan hara antara tanaman. Pengaturan jarak tanam ke samping umumnya memperhatikan lebar tajuk tanaman, sehingga tidak saling bersinggungan.

b. Jarak tanam ke atas, yaitu jarak antara tajuk teratas dan tajuk terendah dari kedua tanaman yang dipadupadankan. Tujuan pengaturan jarak tanam ke atas untuk mengatur pencahayaan matahari yang diterima tanaman bawah dan mengurangi kelembapan yang tinggi di lantai kebun.



Sumber: CIFOR-ICRAF Indonesia



Foto oleh Program MBKM

3 Praktik - praktik Pertanian Cerdas Iklim di Lahan Kering

Perubahan iklim menyebabkan berbagai dampak dan bahaya yang serius di Pulau Timor seperti yang telah disajikan pada Bab 1. Cuaca ekstrem, seperti hujan terus-menerus, kemarau berkepanjangan, badai tropis, dan perubahan pola musim, berpengaruh besar terhadap sektor pertanian dan praktik-praktiknya. Bab 3 ini menyajikan praktik-praktik pada pertanian cerdas iklim untuk mengatasi dan mengurangi dampak dari perubahan iklim tersebut.

Tabel 3. Kondisi cuaca ekstrim, dampaknya terhadap lahan dan pertanian, serta pratik -praktik CSA untuk mengatasi dampak perubahan iklim di lahan kering

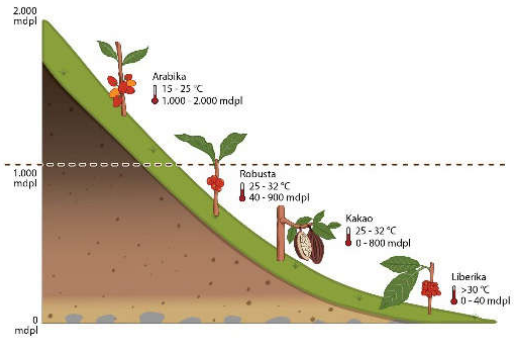
Kondisi Cuaca Ekstrem	Dampaknya	Praktik-praktik CSA untuk mengatasi dampak
Kemarau berkepanjangan	Kekeringan	• Pemilihan jenis tanaman yang cocok (3.1). • Propagator bibit tanaman (3.3) • Penggunaan pupuk organik (3.4). • Pembuatan irigasi tetes (3.10). • Pembuatan penampungan/kolam air (3.9).
	Risiko kebakaran hutan dan lahan	• Pengolahan lahan tanpa bakar (3.5).
	Serangan hama dan penyakit	• Pembuatan pestisida alami (3.11)
Hujan terus menerus	Banjir, erosi, longsor	• Pemilihan jenis tanaman yang cocok (3.1). • Pembuatan teras vegetatif alami (3.6). • Pembuatan teras sengkedan batuan (3.7) • Penanaman tanaman penutup tanah (3.8)
Angin puting beliung	Tanaman rusak dan tumbang	• Pemilihan jenis tanaman yang cocok (3.1).

3.1. Pemilihan jenis tanaman yang tahan terhadap perubahan iklim

Prinsip yang perlu diperhatikan dalam memilih jenis tanaman yang cerdas iklim:

a. Pilihlah tanaman yang sudah terbukti sesuai dengan kondisi setempat. Jenis tanaman yang akan ditanam perlu memperhatikan dengan kesesuaian lahannya seperti:
   - ketinggian lahan
   - kelerengan lahan
   - curah hujan
   - tingkat keasaman tanah (pH)
   - tekstur tanah

b. Jenis tanaman yang memiliki manfaat ekonomi dan lingkungan. Pilihlah jenis tanaman yang memiliki manfaat ekonomi untuk pemenuhan pangan, gizi dan pendapatan keluarga. Sehingga apa yang kita tanam akan bisa kita manfaatkan sebagai sumber penghasilan dan penghidupan. Selain itu, perlu dipertimbangkan juga tanaman yang memiliki manfaat lingkungan yang mampu membantu jenis tanaman lain bertahan dari cuaca ekstrem dan mencegah bahaya seperti longsor, kekeringan, maupun banjir.



Sumber: CIFOR-ICRAF Indonesia



Sumber: CIFOR-ICRAF Indonesia

c Pilihlah tanaman yang memiliki sifat tahan terhadap kondisi cuaca ekstrem.

Penting untuk memperhatikan jenis tanaman yang akan ditanam dengan kondisi cuaca ekstrem. Pilihlah tanaman yang tahan air untuk ditanam pada musim hujan panjang dan pilihlah tanaman tahan kekeringan yang akan ditanam pada musim kemarau. Contoh jenis tanaman yang tahan terhadap kondisi cuaca ekstrem berdasarkan pengetahuan masyarakat disajikan pada Tabel 4.

Tabel 4. Kondisi cuaca ekstrem dan contoh jenis tanaman yang tahan

Kondisi cuaca ekstrim	Jenis tanaman yang tahan
Kemarau panjang	Kelapa, kacang tanah, jagung, cabe rawit, jahe, asam jawa, jati, Gmelina arborea, gamal
Hujan terus menerus	Sayuran, kelapa, jahe, serai, gamal, sagu,hijauan pakan ternak
Angin kencang/puting beliung	Asam jawa, kemiri, bambu, kelapa, gamal, lamtoro

Sumber: hasil diskusi kelompok peserta pelatihan CSA di Timor-Tengah Selatan, 2023

Pertimbangan untuk memasukkan pilihan anggota keluarga laki-laki dan perempuan menjadi penting dalam menentukan jenis tanaman. Anggota keluarga laki-laki dan perempuan pada umumnya memiliki pengetahuan yang berbeda mengenai jenis tanaman dan akan saling melengkapi pilihan yang ada. Hal tersebut diharapkan akan bisa memenuhi kebutuhan keluarga, dan kebun yang telah ditanami dapat dikelola bersama oleh semua anggota keluarga petani.

3.2. Penyediaan bibit unggul tanaman yang tahan cuaca ekstrim

Bibit unggul dan kondisi tanah setempat merupakan sarana pertanian yang penting dalam perencanaan pertanian cerdas iklim. Penggunaan bibit unggul akan berpengaruh pada waktu berbuah yang lebih cepat, hasil panen yang cenderung lebih banyak, tahan terhadap serangan hama dan penyakit serta mudah dikembangkan oleh petani dengan perbanyakan vegetatif.

Keluarga petani dapat mendapatkan bibit unggul dengan melakukan beberapa hal berikut:

1. Membuat pembibitan, rumah bibit dapat dibuat dengan sederhana maupun secara modern yang disesuaikan dengan kebutuhan keluarga petani maupun kelompok tani.
2. Mempelajari cici-ciri bibit unggul, meliputi: mengenali bibit unggul lokal, mengenali cara pengumpulan benih dan waktu yang tepat dalam pengumpulan benih.
3. Mempelajari teknik perbanyakan vegetatif seperti: sambung, okulasi, cangkok, susunan dan stek.

Materi pembuatan pembibitan dan teknik perbanyakan vegetatif dijelaskan secara detail dalam booklet terpisah.



Gambar: Sambung pucuk bibit jeruk.

3.3. Propagator bibit tanaman

Bibit tanaman membutuhkan air untuk pertumbuhannya. Pada musim kemarau panjang bibit cenderung mati karena suhu udara yang panas dan kurangnya penyiraman. Kejadian El-nino sangat berdampak di Pulau Timor dengan musim kemarau yang lebih panjang.

Propagator bibit tanaman bisa menjadi solusi untuk menurunkan angka kematian bibit pada musim kemarau panjang. Membuat propagator bibit merupakan salah satu cara untuk menjaga kelembapan bibit tanaman.

Manfaat propagator bibit:

- Menurunkan penguapan pada tanaman.
- Menjaga suhu udara yang merata untuk bibit tanaman.
- Menjaga kelembapan udara tetap tinggi.
- Mengefisienkan penyiraman karena penguapan tidak lepas ke udara terbuka.

Beberapa desain propagator dan bahan yang dibutuhkan untuk pembuatannya di sajikan pada Lampiran.





Propagator bibit tanaman.

3.4. Penggunaan pupuk organik

Pupuk organik merupakan sarana pertanian yang dapat digunakan dalam praktik pertanian cerdas iklim. Pupuk organik menyediakan bahan organik yang bermanfaat untuk memberikan nutrisi tanaman sekaligus menyehatkan tanah dengan memperkaya mikroorganisme tanah dan memperbaiki tekstur tanah. Sedangkan pemberian pupuk kimia sintesis hanya memberikan nutrisi pada tanaman.

Bahan organik berperan menjaga kelembapan tanah dan menyediakan unsur hara ketika terjadi cuaca atau musim ekstrim. Berikut beberapa fungsi bahan organik terkait dengan kejadian cuaca/musim ekstrim:

1. Mengatur kelembapan tanah ketika terjadi peningkatan suhu, kekeringan maupun curah hujan berlebih.
2. Mengatur tingkat keasaman dan kadar garam tanah pada kondisi normal ketika terjadi peningkatan suhu dan kekeringan.
3. Mengatur porositas atau kegemburan tanah terutama pada tanah yang liat ketika musim kemarau panjang.

Materi pembuatan dan penggunaan pupuk organik pada pertanian cerdas iklim dijelaskan pada booklet terpisah.



Pembuatan pupuk organik

3.5. Pengelolaan lahan tanpa bakar (PLTB)

Ada tiga jenis tipe pertanian yang umum ditemukan di dataran Pulau Timor yaitu: kebun/ ladang berpindang, agroforestri tradisional (mamar), dan kebun pekarangan. Praktik budidaya pada ketiga tipe tersebut masih cenderung menggunakan api baik secara terkendali maupun tidak terkendali. Pengelolaan lahan dengan membakar biasanya dilakukan menjelang musim penghujan. Masyarakat menganggap ini menguntungkan karena akan menghemat biaya, waktu dan dapat mendaur ulang hara secara cepat dan memicu suksesi alam. Seiring berjalannya waktu pengolahan lahan dengan membakar dinilai menyumbang pada terjadinya perubahan iklim dengan pencemaran udara terutama gas karbondioksida yang dihasilkan dari proses pembakaran.

Penyiapan lahan dengan tebas bakar akan mengakibatkan:

a. Terbukanya lahan sehingga resapan air hujan ke tanah akan berkurang
b. Suhu permukaan tanah yang tinggi karena terbakarnya lahan menyebabkan hidupan tanah mati dan berkurang.
c. Pembakaran lahan akan menghilangkan lapisan tanah bagian atas yang subur.

Ketiga hal tersebut menyebabkan kesuburan tanah berkurang. Oleh karena itu perlu dilakukan penyiapan lahan tanpa bakar dengan cara manual maupun cara mekanik. Perbedaan PLTB yang dilakukan secara manual dan mekanis di sajikan pada Tabel 5.

Tabel 5. Perbedaan PLTB dengan cara manual dan cara mekanis

Cara Manual	Cara Mekanis
• Alat yang digunakan, parang, cangkul, sekop, dan lainnya	• Alat yang digunakan: Ekskavator, Traktor, dan lainnya
• Biaya murah	• Biaya mahal
• Waktu pengerjaan lebih lama	• Waktu pengerjaan cepat
• Sisa tunggul yang kurang bersih yang berpotensi menimbulkan penyakit tanaman	• Pembersihan sisa tunggul lebih rapi sehingga potensi penyakit bisa dikurangi
• Tidak merusak lapisan gambut	• Merusak lapisan gambut

Cara manual dianjurkan karena memiliki dampak lingkungan yang lebih rendah dibandingkan dengan cara mekanis. Secara ekonomis, cara manual lebih sesuai dengan anggaran yang dimiliki oleh sebagian besar petani.

Teknik PLTB dengan cara pembusukan (dekomposisi)

a. Penyiapan lahan sebelum ditanami biasanya akan dilakukan dengan memotong gulma, rumput, tanaman perdu, cabang dan batang tanaman menggunakan parang atau gergaji.

b. Sisa limbah pertanian dan biomasa yang lunak seperti rumput dan jerami dapat dimanfaatkan sebagai mulsa alami.

c. Sedangkan limbah pertanian dan biomasa yang keras seperti: ranting kayu, batang berkayu, tandan kosong kelapa sawit, bagas (ampas) tebu dapat diproses menjadi kompos dengan proses pembusukan dengan bantuan mikroorganisme.

d. Mikroorganisme yang ditambahkan untuk membantu proses pembusukan meliputi: *Trichoderma harzianum, T. pseudokoningii, Aspergillus* sp, dan mikroba pengurai lainnya.

Alat dan Bahan

Alat yang dibutuhkan:

- Sabit/parang.
- Ember/bak untuk tempat air.
- Ember untuk menyiram dekomposer, tali.
- Cetakan dari bambu/kayu,
- Plastik terpal penutup,
- Sekop garpu/cangkul.

Bahan yang dibutuhkan:

- Promi (mikroorganisme)
- Bahan organik limbah dari proses pembersihan lahan
- Bahan lunak: jerami, rumput, sisa gulam
- Bahan keras: ranting kayu, cabang.
- Pisahkan bahan keras dan bahan lunak waktu pemprosesan.

Dosis untuk promi (mikroorganisme)

Dosis promi untuk bahan biomasa keras

a. Dosis Promi untuk bahan yang keras/agak sulit dikomposkan yaitu: 1 kg Promi (A,T dan PI) untuk ½ ton bahan. Rincian sebagai berikut:
   - A = 330 gr atau 60 sendok makan T = 330 gr atau 60 sendok makan
   - PI = 330 gr atau 60 sendok makan

b. Untuk ½ ton bahan keras, siapkan 100-liter air pada drum/ember dan larutkan 1-kilogram Promi ke dalamnya.

Dosis promi untuk bahan biomasa lunak

a. Dosis Promi untuk bahan yang lunak yaitu: 0,5 kg Promi (A,T dan PI) untuk 1-ton bahan. Rincian sebagai berikut:
   - A = 170 gr atau 30 sendok makan
   - T = 170 atau 30 sendok makan
   - PI = 170 gr atau 30 sendok makan

b. Untuk 1-ton bahan lunak, siapkan 100-liter air pada drum/ember dan larutkan 0,5-kilogram Promi ke dalamnya.

A. Langkah – langkah PLTB dengan cara lubang kompos

a. Bersihkan lahan dari gulma, rumput, tanaman perdu dan tanaman lain yang tidak akan dipelihara menggunakan parang, sabit atau gergaji.

b. Buatlah beberapa lubang di tanah berukuran 1m^3

c. Kumpulkan dan potong – potong daun, ranting, cabang kayu agar ukuran lebih kecil.

d. Masukkan dan susun cacahan ke lubang kompos dan siram dengan dekomposer/ larutan promi setiap ketinggian 15-20 cm.

e. Ulangi sampai lubang penuh dan tutup rapat dengan terpal atau plastik.

f. Biarkan sampai dengan 4 minggu

g. Apabila tumpukan tidak panas dan bahan kering, maka tambahkan air secukupnya.

h. Apabila berbau menyengat dan tumpukan terlalu basah, maka tancapkan bambu yang telah dilubangi untuk menambah aerasi.







Gambar: proses PLTB dengan cara lubang kompos.

B. Langkah – langkah PLTB dengan cara perumpukan

a. Bersihkan lahan dari gulma, cabang, ranting tanaman dan perdu.

b. Potong –potong ranting, cabang, batang kayu hasil pembersihan lahan.

c. Kumpulkan dan susun setinggi 0,5 m – 1m pada jalur yang sudah disiapkan.

d. Dapat disusun seperti bedengan.

e. Siramkan secara merata mikroorganisme pelapuk kayu/ larutan promi pada rumpukan, setiap 15-20 cm tumpukan. Tutup dengan lapisan tanah tipis setelah disiram promi.

f. Menanam kacangan *Mucuna bracteate, Arachis pintoi* pada rumpukan dapat dilakukan untuk membantu proses pelapukan.

g. Jika rumpukan sudah melapuk atau matang, dapat ditanami tanaman semusim di atasnya.



Gambar: PLTB dengan cara perumpukan.

Sumber foto:https://insteading.com/blog/hugelkultur/







Gambar: Proses pengomposan dari bahan biomasa lunak.

C. Langkah – langkah PLTB dengan cara pengomposan untuk bahan biomasa lunak

a. Bersihkan lahan dari gulma, rumput, tanaman perdu dan tanaman lain yang tidak akan dipelihara menggunakan parang, sabit

b. Bentangkan terpal sebagai alas.

c. Masukkan bahan lunak (jerami, rumput, sisa gulma) secara berlapis.

d. Siram larutan promi pada setiap 15-20 cm lapisan secara merata. Lakukan hingga ketinggian tumpukan jerami berkisar 0.5-1 meter.

e. Padatkan setiap lapisan dengan cara diinjak-injak.

f. Tutup rapat dengan terpal plastik dan ikat, kemudian tunggu sampai dengan 4 (empat) minggu.

Teknik PLTB cara pembuatan BioChar (arang) dan asap cair

Biochar adalah bahan kaya karbon yang seperti arang yang dibuat dengan membakar bahan organik dalam kondisi rendah oksigen. Manfaat biochar antara lain: meningkatkan kesehatan tanah, meningkatkan keasaman (pH) tanah, penetral efek pestisida, penetral aroma kompos, meningkatkan kelebapan tanah dan penyerap karbon.

Asap cair adalah hasil pengembunan uap dari hasil pembakaran bahan yang banyak mengandung serat-serat bahan organik (lignin, selusosa, hemiselulosa) dan senyawa karbon lainnya. Manfaat asap cair antara lain: penetral keasaman tanah, pengendali hama, zat perangsang tumbuh tanaman, pengawet getah karet.

Alat dan bahan

Alat yang digunakan:

- Tong pembakaran
- Bambu

Bahan yang digunakan:

- Biomasa organik sisa hasil pembersihan lahan (ranting, cabang, batang)



Gambar: Tong pembakaran

Langkah – langkah pembuatan biochar dan asap cair

a. Potonglah sisa kayu sesuaikan dengan tempat pembakaran.
b. Susunlah kayu di dalam tempat pembakaran dengan rapi.
c. Tutuplah alat pembakaran dengan rapat agar asap hanya keluar melalui cerobong.

d. Lakukan pembakaran pada lubang yang sudah disediakan.

e. Asap akan mengalami pengembunan ketika melalui bambu yang dipasangkan pada cerobong.

f. Tampunglah asap cair yang menetes dengan wadah.

g. Proses pembuatan arang membutuhkan waktu 10 – 12 jam.

h. Asap cair yang dihasilkan adalah grade 3, perlu dilakukan penyulingan untuk mendapatkan grade 2 dan 1.







Gambar: Pembuatan biochar dan asap cair dengan tempat pembakaran dan di bawah tanah.

3.6. Teras jalur vegetatif alami

- Kondisi bentuk permukaan lahan di Pulau Timor berbukit-bukit dan pegunungan yang curam 1° - 40°.
- Kondisi tersebut memungkinkan terjadinya erosi yang berdampak buruk pada konservasi tanah dan kegiatan pertanian.
- Kegiatan konservasi tanah sebagai bagian dari pengendalian aliran air dari bagian atas lahan sangat penting.
- Penanaman tanaman atau teras jalur vegetatif alami/*natural vegetative strip* (NVS) sebagai penguatan teras yang searah kontur menjadi salah satu solusi yang dapat dilakukan oleh petani.
- Teras jalur vegetatif alami adalah lajur yang dibiarkan sehingga ditumbuhi rumput-rumput lokal dan tanaman lain yang tumbuh secara alami. Tumbuhan tersebut akan memperlambat erosi, menahan tanah yang terbawa aliran air. Secara alami akan membentuk pagar dan teras secara alami.
- Teras jalur vegetatif alami sering dipraktikkan di bagian utara Pulau Mindanao (Filipina) dan sudah banyak diadopsi dan dipraktikkan oleh banyak petani di berbagai tempat lainnya.


Foto oleh Izhar Asofie/CIFOR-ICRAF Indonesia

Tabel 6. Kelebihan dan kekurangan teras jalur vegetatif alami

Kelebihan jalur vegetatif alami	Kekurangan jalur vegetatif alami
• Teknologi mudah dipraktikkan • Tidak membutuhkan investasi bahan tanam dan tenaga kerja yang banyak • Tidak membutuhkan pemeliharaan • Menjadi pengendali erosi yang efektif • Kompetisi atas kebutuhan nutrisi tanah dan air rendah. • Berfungsi sebagai sekat bakar	• Lajur ini hanya dapat menghasilkan pakan ternak lebih sedikit. • Mengurangi luasan untuk tanaman utama sehingga akan mengurangi produksi tanaman pokok.

Membuat garis Kontur

Dalam membuat jalur vegetatif alami terlebih dahulu kita harus membuat garis kontur lahan yang akan dijadikan kebun. Kontur adalah garis mendatar yang memotong lereng menghubungkan titik–titik yang memiliki ketinggian yang sama. Garis kontur bisa berkelok-kelok namun tetap memiliki ketinggian yang sama. Garis kontur dapat dibuat dengan Bingkai – A sebagai teknologi sederhana, murah dan mudah bagi petani.



Gambar: Bingkai – A, untuk membuat garis kontur.

A. Cara Membuat Bingkai - A

- Sediakan tiga batang kayu atau bambu diameter sekira 4 cm dengan panjang 2 m (2 batang) dan 1 m (1 batang).
- Guratlah salah satu ujung dari batang yang panjang, kaitkan kedua batang tepat pada guratan dan ikat menggunakan tali. Usahakan kedua batang tersebut membentuk kaki – kaki segitiga sama sisi.
- Pasanglah batang pendek dengan mengikat masing-masing ujung pada bagian tengah batang panjang, sehingga menyerupai huruf A.
- Ikatkan seutas tali pada sudut puncak Bingkai A dan pada bagian ujung bawah tali diikat pemberat (batu, balok) yang tidak mudah bergoyang ketika tertiup angin.
- Letakkan Bingkai – A pada lahan yang datar, dan pastikan kedua kakinya sudah menyentuh tahan. Tanamkan ajir pada masing-masing kaki dan beri nama masing – masing: Kaki A dan Kaki B.
- Tandai dengan pena atau spidol titik potong antara tali dengan batang pendek melintang pada Bingkai -A. (Titik 1)

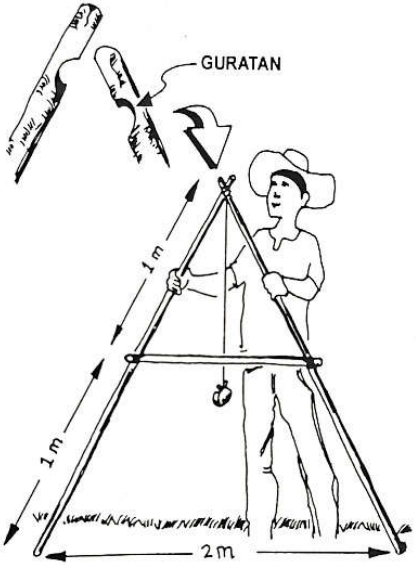


Foto oleh CIFOR/ICRAF Indonesia

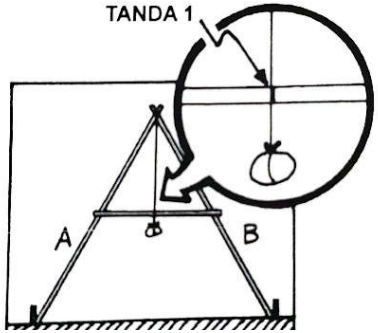
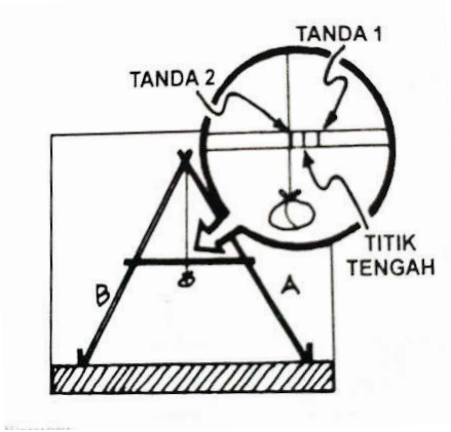


Foto oleh CIFOR/ICRAF Indonesia

- Putarlah Bingkai- A 180°, sehingga Kaki A berada di posisi B dan Kaki B berada di posisi A.
- Tandai titik potong antara batang melintang dengan tali (Titik 2). Apabila Titik 1 dan Titik 2 berhimpit maka titik tersebut adalah titik tengahnya, dan jika kedua Titik tersebut tidak berhimpit maka bagilah jarak kedua titik y tersebut untuk menentukan titik tengahnya



B. Menandai garis kontur

- Amati lahan yang akan dijadikan kebun agroforestri. Buatlah rencana berapa sengkedan yang akan dibuat dan tentukan jarak antar garis kontur. Petani umumnya menyukai lebar sengkedan atau jarak antar kontur paling sedikit 8 meter – 10 meter.
- Mulailah pada bagian kontur paling tinggi/atas. Bersihkan rumput dan Semak untuk memudahkan pembuatan tanda garis kontur.
- Tancapkan sebuah ajir pada satu titik pada kontur paling atas. Letakkan Kaki A pada ajir dan putar Bingkai A sehingga Kaki B menemukan satu titik tumpuan di mana tali pemberat memotong pada titik tengah batang melintang yang telah ditandai sebelumnya. Pasang ajir pada titik Kaki B tersebut.
- Pertahankan Kaki B pada posisi tersebut, dan putar 180° untuk mencari titik tumpuan Kaki A sehingga tali pemberat berada pada posisi tengah batang melintang. Pasangkan Ajir untuk menandai titik Kaki A.
- Ulangi langkah 3 dan 4 sampai garis kontur bisa ditarik pada seluruh lahan.
- Pekerjaan akan lebih mudah dan cepat jika dilakukan oleh dua orang, di mana seorang mengoperasikan Bingkai – A dan satu orang memberi tanda titik dengan ajir.

Membuat teras jalur vegetatif alami

- Awal membentuk jalur vegetatif alami dengan menyisakan jalur selebar 0,5 – 1-meter pada garis kontur yang terbentuk untuk tidak diolah.
- Pada jalur tersebut akan ditumbuhi rumput lokal dan gulma dengan cepat. Seiring berjalannya waktu jalur tersebut akan membentuk teras yang kuat dan pagar vegetasi alami.
- Secara bertahap petani dapat menanami rumput pakan ternak, tanaman herbal, tanaman buah di atas jalur vegetatif alami. Jenis rumput dan tanaman yang dapat ditanam antara lain: rumput raja (*Pennisetum purpuphoides*), rumput odot (*Pennisetum purpureum cv.Mott*), serai, sedangkan pohon pakan ternak yang dapat ditanam seperti: (kaliandra) dan turi (*Sesbania grandiflora*).



Gambar: Teras jalur vegetative alami.

3.7. Membuat teras sengkedan batuan

- Sengkedan batuan cocok untuk lahan yang berbatu dan tanah yang terlalu keras untuk digali. Beberapa wilayah di Pulau Timor memiliki karakter lahan seperti ini.
- Buatlah garis kontur terlebih dahulu dengan langkah-langkah yang telah diuraikan pada sub judul 4.3.2.
- Buatlah gundukan atau dinding kecil sepanjang garis kontur yang telah dibuat. Gundukan dapat dibuat setinggi lutut sampai pinggang orang dewasa.
- Seiring waktu, tanah yang tergerus dan terbawa oleh air akan tertahan oleh sengkedan batuan, yang akan membentuk teras.
- Setelah teras terbentuk dapat segera ditanami tanaman legum. Tanaman ini akan membantu memperbaiki tanah, memberi nutrisi dan mulsa bagi tanah . Tanaman legum akan menyediakan biomassa yang menciptakan lebih banyak tanah humus yang baik untuk restorasi dan rehabilitasi tanah dan lahan.
- Jika diwaktu mendatang memerlukan tempat menanam, tanaman legum dapat diganti dengan tanaman komoditas lainnya.





Gambar: Sengkedan batuan,

3.8. Tanaman penutup tanah



Gambar: tanaman penutup tanah.

- Tanaman penutup tanah adalah tanaman yang ditanam untuk tujuan sebagai mulsa alami, sekaligus mengendalikan erosi dan mencegah tumbuhnya gulma.
- Jenis tanaman yang digunakan umumnya tanaman kacang-kacangan (legum), yang dapat dimanfaatkan untuk pekan ternak dan memperkaya nutrisi tanah terutama unsur nitrogen dan fosfor.
- Penanaman legum peutup tahan atau *Legume Cover Crop* (LCC) menjadi opsi teknik perlindungan lereng dan pengendalian erosi pada lahan berlereng.
- Pemilihan jenis tanaman penutup tanah dapat disesuaikan dengan tujuan dan rencana pengelolaan kebun. Jika tanaman penutup tanah digunakan untuk menghambat tumbuhnya gulma sebelum tanaman atau pohon ditanam, sebaiknya menggunakan jenis tanaman yang cepat tumbuh.

- Gunakanlah benih tanaman penutup dengan kualitas benih yang baik. Jenis tanaman kacang-kacangan penutup lahan yang dapat digunakan antara lain: Kacang ruji (*Peuraria javanica*), Ki besin (*Centrosema pubescens*), Kacang Asu (*Calopogonium mucunoides*), Kacang koro benguk (*Mucuna pruriens*) dan Kacang pintoi (*Arachis pintoi*).

- Kendala dalam penanaman tanaman penutup tanah di lahan berlereng adalah terbawanya benih /biji *Legum Cover Crop* oleh air hujan.

- Perlu melakukan sebuah cara untuk memastikan benih/biji legum tidak terbawa air seperti dengan menanam biji pada jalur vegetative alami atau dengan metode templok. Metode ini menggunakan semacam perekat yang dicampur pada media tanam (jerami atau serasah) dan biji legum sehingga dapat ditempelkan pada tanah. Penggunaan mulsa juga dapat dipilih untuk menjaga agar benih tidak hanyut terbawa air.

- Tanaman penutup tanah yang bersifat sangat kompetitif atau mudah menyebar luas di area tumbuh cenderung menjadi invasif. Sehingga menjadi penting untuk mempertimbangkan saran dari petani berpengalaman dan para ahli, dalam memilih jenis penutup tanah yang akan ditanam. Termasuk dalam hal pemeliharaan, mengingat apabila jenis ini sudah ditanam, maka pengelolaan secara bijak dan hati-hati perlu dilakukan.



Gambar: Pembuatan kolam penampung air hujan.

3.8. Kolam penampung air hujan

Kolam penampungan air hujan adalah salah satu cara yang sangat efektif untuk mengumpulkan dan menyimpan air hujan selama musim hujan agar dapat digunakan selama musim kemarau panjang. Di daerah-daerah yang kering dan mengalami musim kemarau yang panjang seperti di Pulau Timor, kolam penampungan air hujan dapat menjadi sumber air lain yang sangat berharga untuk mengairi tanaman selama periode kemarau yang panjang.

Dalam membuat kolam penampung air hujan, ada beberapa hal yang perlu diperhatikan agar kolam tersebut efisien dan berfungsi dengan baik, yaitu:

a. Pilihlah lokasi yang tepat. Pilihlokasi yang mampu menampung jumlah air yang besar, seperti tempat terbuka dan tidak terhalang naungan pohon. Hindari tempat yang rentan terhadap erosi tanah dan banjir.
b. Buatlah bentuk kolam yang sesuai. Kolam air dapat berupa lubang galian di tanah, bak beton, kolam terpal, atau bahkan tangka yang di letakkan di permukaan tanah.





Gambar: Kolam penampungan air hujan. Sumber foto: CIFOR-ICRAF Indonesia

c. Ukuran kolam perlu mempertimbangkan dengan kebutuhan air keluarga petani selama musim kemarau.

d. Pastikan dasar dan dinding kolam dibuat dari bahan yang tahan air untuk mengurangi kebocoran seperti plastik, terpal, karet atau beton.

e. Bersihkan kolam dari endapan atau bahan lain yang dapat mengotori air secara rutin.

f. Gunakan air dengan bijak dengan memprioritaskan untuk keperluan yang penting seperti pengairan tanaman dan kebutuhan rumah tangga lainnya.

g. Prinsip Penerapan Pertanian Cerdas iklim di Lahan Kering Nusa Tenggara Timur

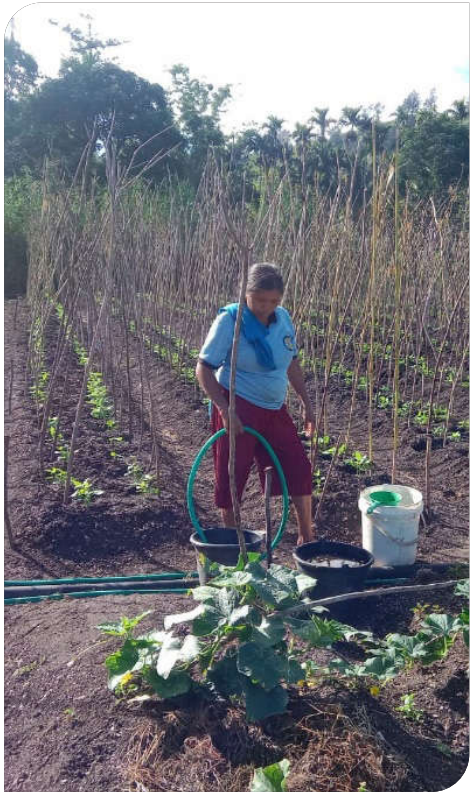


Foto oleh Aser Boimau/CIFOR-ICRAF Indonesia

Gambar: kegiatan menyiram tanaman.

3.9. Pengaturan pengairan (irigasi) tetes

Pohon dan tanaman budidaya yang ada di kebun agroforestri atau kebun campur membutuhkan air khusunya di beberapa tahun pertamanya. Hal tersebut lebih dibutuhkan di wilayah dengan kondisi iklim kering seperti di NTT. Pada saat musim kemarau, pohon akan lebih baik tetap diberi pengairan untuk memenuhi kebutuhan air untuk pertumbuhan dan produksinya. Sebagai contoh kebutuhan air pada tanaman kopi di Provinsi Nusa Tenggara Timur membutuhkan air 500 – 700 m3 pada umur 1 bulan dan akan terus meningkat sampai dengan >1500 m3 pada umur 6 bulan. Pada kondisi musim normal, air menjadi permasalahan di Pulau Timor pada musim kemarau, terlebih ketika terjadi anomali musim seperti El-Nino. Teknik pengaturan pengairan pada tanaman menjadi salah satu cara untuk menyesuaikan dengan kondisi iklim yang berubah. Irigasi tetes dan pemberian pengairan di bawah permukaan tanah bisa menjadi cara untuk memanfaatkan air secara lebih effisien pada musim kemarau.

Teknologi irigasi tetes

Irigasi tetes merupakan cara penyiraman yang menggunakan aliran air kecil (tetesan) secara terus-menerus di sekitar akar tanaman. Irigasi tetes dapat diterapkan pada kondisi sebagai berikut:

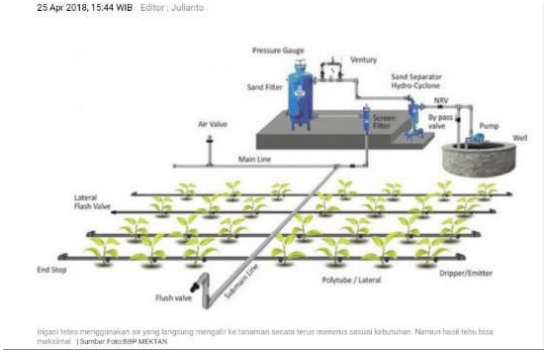
- Ketersediaan air yang sangat terbatas atau mahal.
- Tanah berpasir atau berbatu.
- Pada tanaman dengan nilai ekonomi tinggi seperti: semangka, pare, mentimun, kacang panjang, cabai, tomat, melon

Tabel 7. Kelebihan dan kekurangan irigasi tetes

Kelebihan	Kekurangan
● Meningkatkan nilai guna air ● Meningkatkan pertumbuhan tanaman dan hasil. ● Meningkatkan efisiensi penyiraman ● Menekan resiko penumpukan garam pada daerah perakaran. ● Menekan pertumbuhan gulma ● Menghemat tenaga kerja	● Memerlukan perawatan rutin ● Memerlukan biaya yang tinggi intuk instalasi ● Memerlukan perawatan yang konsisten dan pemeliharaan berkala. ● Keterbatasan teknik dan sumber daya manusia untuk menjalankannya.

Alat dan bahan yang dibutuhkan untuk membuat irigasi tetes:

- Sumber air dapat berupa tandon *ecobulk*/toren, bak semen atau kolam penampungan air.
- Unit utama yag terdiri dari pompa, tangka injeksi, saringan utama dan komponen pengendali (pengukur tekanan, pengukur debit dan katup).
- Pipa utama, yang terbuat dari *polyvinylchlorida* (PVC) yang berdiameter antara 7.5 – 25 cm. Pipa utama berfungsi untuk mengalirkan air dari unit komponen satu ke komponen lainnya. Pipa utama dapat dipasang di atas atau di bawah permukaan tanah.
- Pipa pembagi, dapat berupa pipa PVC atau pipa HDPE (*high density polyethylene*) yang berdiameter antara 50 – 75 mm.
- Pipa lateral, adalah pipa ini berfungsi mendistribusikan air dengan cara tetes. Pipa ini merupakan tempat dipasangnya alat aplikasi umumnya dari pipa *polyethylene* (PE) yang berdiameter 8 – 20 mm dan dilengkapi dengan katup pembuang.
- Alat aplikasi terdiri dari penetes, pipa kecil dan penyemprot kecil yang dipasang pada pipa lateral.



Gambar: Ilustrasi instalasi irigasi tetes (Sumber foto: BBP. Mektan)



Foto oleh Anita Efraim B/CIFOR-ICRAF Indonesia

Gambar: Proses pembuatan instalasi irigasi tetes di Desa Neke, Timor Tengah Selatan

Irigasi tetes sederhana

Irigasi tetes sederhana adalah cara pemberian air (penyiraman) menggunakan wadah penampung air yang diberi saluran untuk menetesi media tanam sedikit demi sedikit secara tetap dan terus menerus, sehingga tanah tempat tumbuh tanaman tetap basah. Ada dua jenis irigasi tetes sederhana yaitu:

a. Irigasi tetes di atas permukaan tanah; wadah penampung air diletakkan di atas tanah sehingga air menetes ke permukaan media tanam.
b. Irigasi tetes di bawah permukaan tanah; wadah penampung air ditanam atau dimasukkan ke dalam tanah sehingga air menetes dan merembes di sekitar area akar tanaman dan membasahi media tanam dari dalam.

Cara pembuatan irigasi tetes sederhana

a. Bahan yang dibutuhkan:
   - Botol plastik berkapasitas 1-liter bersama dengan tutupnya.
   - Kayu atau tongkat sebagai penopang

b. Langkah – langkah pembuatan irigasi tetes di atas permukaan tanah
   - Buatlah lubang pada tutup botol dengan ukuran yang sesuai dengan jumlah tetesan yang diinginkan.
   - Isilah botol dengan air hingga penuh.
   - Tempatkan atau gantung botol di dekat tanaman, ditopang dengan tiang kayu.
   - Biarkan air menetes ke tanah hingga botol kosong. Isilah kembali botol ketika air di dalamnya habis.

Langkah – langkah pembuatan irigasi tetes di bawah permukaan tanah

- Buatlah lubang - lubang kecil pada sisi botol , sesuaikan jumlah lubang sehingga air akan habis dalam beberapa hari.
- Tanam botol di dalam tanah hingga hanya menyisakan mulut botol di permukaan tanah untuk memudahkan pengisian ulang air.
- Isilah botol dengan air melalui mulutnya hingga penuh, kemudian tutup botol tersebut.
- Isi ulang botol saat kosong atau sesuai kebutuhan penyiraman.

Saat ini tersedia alat pengatur aliran air seperti infus di pasaran. Alat ini dinilai dapat mempermudah pengaturan air irigasi tetes sederhana menjadi lebih efisien.

Irigasi tetes sederhana sangat cocok menjadi pilihan cara metode pengairan tanaman bagi petani yang tidak memiliki waktu untuk merawat tanaman secara rutin, sedangkan tanamannya membutuhkan pengairan cukup tinggi. Teknik ini juga berbiaya rendah, mudah dibuat dan ramah lingkungan dengan menggunakan kembali botol bekas.



Gambar: Irigasi tetes di atas permukaan tanah.
Sumber foto: Bedjo Hidroponik



Gambar: Irigasi tetes di bawah permukaan tanah.
Sumber foto: https://id.wikihow.com/

3.10. Pestisida alami

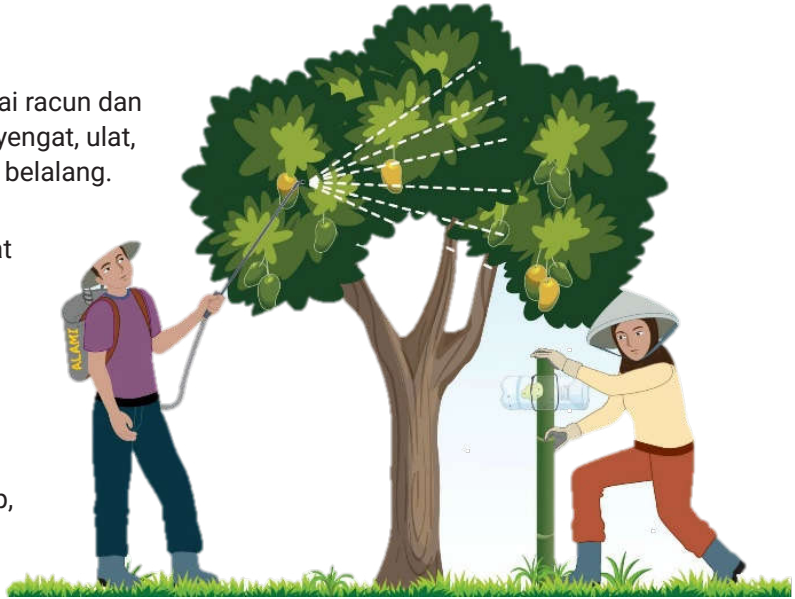
Pestisida nabati adalah bahan-bahan alami memiliki sifat racun, aromatik atau panas yang digunakan untuk mengendalikan hama dan penyakit tanaman. Bahan-bahan tersebut berasal dari tumbuhan, mineral, atau organisme lain yang cenderung lebih ramah lingkungan lebih mudah terurai dan kurang beracun bagi manusia dan hewan.

Beberapa contoh pestisida nabati yaitu:

a. Ekstrak daun nimba, yang digunakan sebagai racun dan mengendalikan serangga seperti lebah penyengat, ulat, ngengat, penggerek daun, lalat nyamuk dan belalang.

b. Ekstrak bawang putih, memiliki sifat racun untuk jamur dan serangga. Ekstraknya dapat digunakan untuk mengendalikan serangga dan penyakit tanaman seperti jamur.

c. Ekstrak daun papaya, mengandung enzim papain yang memiliki sifat racun pada serangga dan dapat digunakan untuk mengendalikan beberapa jenis serangga yang merusak tanaman seperti: aphid, rayap, ulat bulu.



Gambar: Ilustrasi penggunaan pestisida alami.
Sumber: CIFOR-ICRAF Indonesia

c. Ekstrak daun tomat: Ekstrak daun tomat dapat dijadikan racun serangga, nematoda, dan pengendali jamur, seperti: aphid, semut, ulat bulu, belalang, dan ngengat.

d. Ekstrak buah pinang: Getah pinang bersifat racun bagi beberapa bekicot dan siput.

Pestisida nabati seringkali dianggap sebagai pilihan yang lebih aman dan ramah lingkungan daripada pestisida kimia sintetis. Namun, seperti halnya dengan semua pestisida, penggunaan yang berlebihan atau tidak tepat dapat memiliki dampak negatif terhadap lingkungan dan kesehatan manusia. Oleh karena itu, penting untuk menggunakan pestisida nabati dengan bijak dan sesuai dengan petunjuk penggunaan yang disarankan.



Foto-foto oleh Iskak N. Ismawan/CIFOR-ICRAF Indonesia

penyaringan ekstrak bahan pestisida nabati

Daftar Pustaka

Asep Sapei, Irigasi Tetes, Bagian Teknik Tanah dan Air, Departemen Terknik Pertanian – IPB Bogor 2006.

Bertrand, Savvanah., Roberts, A.S, Walker, Emma., June 3, 2022. Biochar and Compost for Climate Change Adaptation and Mitigation. https://www.eesi.org/articles/view/biochar-and-compost-for-climate-change-adaptation-and-mitigation

Damayanti, R. H., Denata, M., Yuswantoro, A., Wahyuni, N., Isra, A., Nurrahmanita, F., Kristomo. Y.A., Rahmat.R., Ariefianty, D., Kartika, D.A., Nurjannah, H., Rosmiati, M., Romadhon, S., Pratiwi, S., 2022. Pemuktahiran Zona Musim Indonesia Periode 1551 – 2020, BMKG, Jakarta. Indonesia

FAO. 2018. Climate-smart agriculture training manual - A reference manual for agricultural extension agents. Rome. 106 pp. Licence: CC BY-NC-SA 3.0 IGO.

Friday, Kathleen S., M. Elmo Drilling and Dennis Garrity. 1999. Rehabilitasi Padang Alang – Alang Menggunakan Agroforestri dan Pemeliharaan Permudaaan Alam, ICRAF, Bogor Indonesia.

Isroi dan Purwantara, Agus. 2008. Petunjuk Teknis: Pengomposan Limbah Pertanian Dengan Promi, Pusat Penelitian Bioteknologi dan Bioindustri Indonesia, Bogor, Indonesia.

McKenzie L, Lemos Ego. 2005. Buku Panduan untuk Permakultur Menuju Hidup Lestari, Denpasar, Indonesia. IDEP Foundation.

Roshetko JM, Mulawarman, WJ Santoso and I.N. Oka. 2002. Wanatani di Nusa Tenggara. Prosiding Lokakarya Wanatani Se-Nusa Tenggara (Agroforestry in Nusa Tenggara, Proceedings of a Workshop), 11-14 November 2001. Denpasar, Bali. International Centre for Research in Agroforestry (ICRAF) and Winrock International

Roshetko JM, Sabastian GE, Tolentino, Jr. EL, Carandang WM, Bertomeu M, Tabbada A, dan Yao CE. 2015. Buku Acuan Pembibitan Pohon Opsi untuk Mendukung Pembangunan Berkelanjutan. Bogor, Indonesia. CIFOR-ICRAF Indonesia Centre (ICRAF) Southeast Asia Regional Program. 52 p.

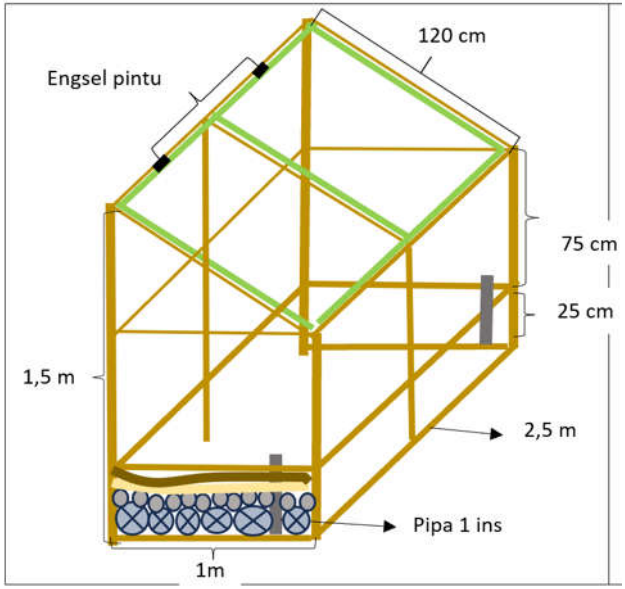
Lampiran 1

Bahan yang dibutuhkan untuk pembuatan propagator bibit tanaman

A. Propagator mini

Kebutuhan bahan:

- Kaso 1,5 m sebanyak 3 buah
- Kaso 1 m sebanyak 9 buah
- Kaso 1,2 m sebanyak 6 buah
- Kaso 2,5 m sebanyak 9 buah
- Pipa 1 ichi 30 cm sebanyak 2 buah
- Engsel pintu sebanyak 2 buah
- Paku ukuran 7 dan 10 sebanyak 1kg
- Papan 6 buah
- Terpal/plastik PE sebanyak 1 buah
- Plastik sungkup sepanjang 6 m
- Batu,koral, pasir, tanah dan pupuk untuk isi bak
- Air setinggi 25 cm dari dasar bak tampung
- Paranet 70 % sepanjang 6 meter



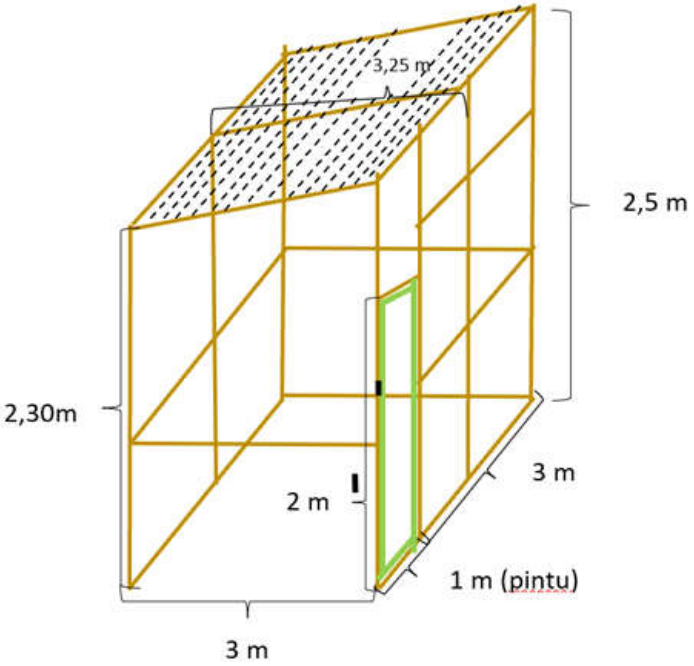
Gambar: Desain Propagator mini.

Sumber foto: Iskak N. Ismawan/ CIFOR-ICRAF Indonesia

B. Propagator karantina - inkubator

Kebutuhan bahan:

- Kaso 2,30 m sebanyak 7 buah
- Kaso 2,50 m sebanyak 7 buah
- Kaso 5 m sebanyak 5 buah
- Kaso 3 m sebanyak 9 buah
- Kaso 1 m sebanyak 2 buah
- Kaso 3,50 m sebanyak7 buah
- Engsel pintu sebanyak 2 buah
- Plastik sungkup sepanjang 50 m
- Paranet 75% sepanjang 20 m
- Paku 7 dan 10 sebanyak2 kg
- Papan lebar 25 cm sebanyak 15 buah
- Lakban sebanyak 1 gulung
- Kawat sebanyak 1 kg
- Thermometer sebanyak 1 buah



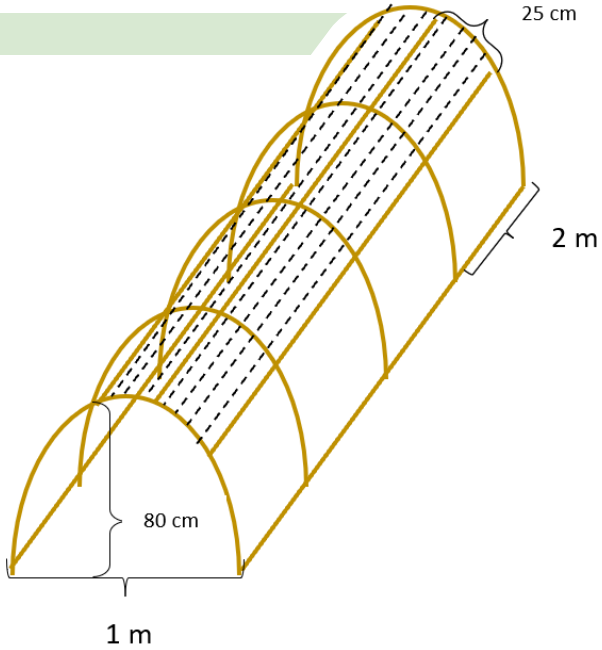
Gambar: Desain Propagator karantina - inkubator.

Sumber foto: Iskak N. Ismawan/ World Agroforestry

C. Pelindung untuk tanaman sayuran

Keterangan:

- Tinggi lengkungan 1,50 m
- Lebar kaki 1 m
- Jarak antar lengkungan 2 m
- Jarak Reng tengah dengan reng samping: 25 cm.
- Bahan reng dari bambu
- Paranet 25% dengan panjang yang disesuaikan kebutuhan/ bedeng.
- Tali rafia untuk pengikat
- Paranet dapat diganti menggunakan rumput alang-alang atau daun kelapa.



Gambar: Desain Propagator mini.

Sumber foto: Iskak N. Ismawan/ CIFOR-ICRAF Indonesia



Foto oleh Izhar Asofie/CIFOR-ICRAF Indonesia

Sustainable Landscapes for Climate-Resilient Livelihoods (Land4Lives) in Indonesia atau #LahanUntukKehidupan adalah proyek lima tahun yang didanai oleh Global Affairs Canada, untuk tata kelola bentang lahan yang lebih baik, ketahanan pangan, kesetraan gender dan perubahan iklim. Pelaksanaan proyek mencakup Provinsi Sulawesi Selatan, Sumatera Selatan, dan Nusa Tenggara Timur.

CIFOR-ICRAF Indonesia

Jl. CIFOR, Situ Gede Sindang Barang, Bogor 16115 [PO Box 161 Bogor 16001] Indonesia
Tel: +(62) 251 8625415 | landscapealliance.org/locations/asia/indonesia

Land4Lives
#LahanUntukKehidupan

In partnership with Canada

World Agroforestry

CIFOR