



Materi Pelatihan Pertanian Cerdas Iklim

untuk Petani Model dan Agen Penyuluh

Riyandoko, Endri Martini, Iskak Nugky Ismawan, Dikdik Permadi, Subekti Rahayu, Ni'matul Khasanah

World Agroforestry (ICRAF)

Materi Pelatihan Pertanian Cerdas Iklim

untuk Petani Model dan Agen Penyuluh

Riyandoko, Endri Martini, Iskak Nugky Ismawan, Dikdik Permadi, Subekti Rahayu, Ni'matul Khasanah

World Agroforestry (ICRAF)
2025

Riyandoko, Martini E, Ismawan IN, Permadi D, Rahayu S, Khasanah N. 2025. *Materi Pelatihan Pertanian Cerdas Iklim untuk Petani Model dan Agen Penyuluh*. Bogor, Indonesia: World Agroforestry (ICRAF).

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.

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

Foto sampul: Muhammad Azizy
Tata letak: Riky M Hilmansyah

2025

Kata Pengantar

Buku materi pelatihan ini disusun untuk digunakan pada pelatihan petani model dan agen penyuluh di Kabupaten Kapuas Hulu. Selanjutnya, petani model dan agen penyuluh yang telah dilatih akan memberikan pelatihan kepada petani swadaya sebagai upaya penguatan kapasitas menuju peningkatan penerapan teknologi dan praktik pertanian cerdas iklim. Kegiatan pelatihan ini merupakan bagian dari kegiatan dalam proyek Greening Agricultural Smallholder Supply Chains (GRASS) di Kabupaten Kapuas Hulu, Kalimantan Barat yang diselenggarakan oleh World Agroforestry (ICRAF) selaku mitra pelaksana Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH dalam proyek GRASS.

Buku ini dikembangkan dari pengetahuan dan wawasan ICRAF Indonesia berdasarkan pengalaman bertahun – tahun bekerja dengan komunitas petani skala kecil pada program-program riset agroforestri yang dilakukan di Indonesia. Dalam hal pertanian cerdas iklim, pengetahuan tersebut dituangkan dalam empat bagian pada buku ini. Pengantar Iklim, zona musim, perubahan iklim dan dampaknya disajikan pada bagian 1, Pertanian cerdas iklim disajikan pada bagian 2, Agroforestri sebagai pendekatan pertanian cerdas iklim disajikan pada bagian 3, dan Prinsip – prinsip persiapan lahan untuk kebun agroforestri disajikan pada bagian 4.

Buku ini harapannya dapat digunakan oleh para petani model dan agen penyuluh terlatih sebagai acuan dalam melakukan pelatihan kepada petani swadaya tentang pertanian cerdas iklim di Kabupaten Kapuas Hulu.



Foto: Riky M Hilmansyah/ CIFOR-ICRAF Program Indonesia

Daftar Isi

Kata Pengantar	iii
Bab 1. Iklim, Perubahan Iklim, dan Dampaknya.....	1
1.1. Pengertian Cuaca, Iklim dan Musim	1
1.2. Zona musim di Indonesia	3
1.3. Zona Musim di Kabupaten Kapuas Hulu	4
1.4. Perubahan iklim dan dampaknya	5
1.5. Dampak perubahan iklim	7
Bab 2. Pertanian Cerdas Iklim	9
2.1. Pengertian Pertanian Cerdas Iklim	9
Bab 3. Agroforestri Sebagai Pendekatan Pertanian Cerdas Iklim	13
3.1. Prinsip dalam merancang dan mengembangkan sistem agroforestri	13

Bab 4. Prinsip – Prinsip Persiapan Lahan untuk Kebun Agroforestri.....	15
4.1. Persiapan lahan tanpa bakar (PLTB)	15
4.2. Penggunaan Pupuk Organik	20
4.3. Pupuk organik cair (POC)	25
4.4. Teknologi teras jalur vegetasi pada areal berlereng	27
4.5. Pengendalian hama menggunakan biopestisida	28
Daftar Pustaka	31

Daftar Gambar

Figure 1.	Peta tipe zona musim di Indonesia (1991-2020). Sumber BMKG 2022.....	2
Figure 2.	Peta tipe zona musim periode 1991-2020 Provinsi Kalimantan Barat. Sumber BMKG,2022	4
Figure 4.	Ilustrasi efek rumah kaca	5
Figure 5.	Agroforestri sebagai strategi pertanian cerdas iklim	9
Figure 6.	Pembuatan teras vegetasi alami sebagai satu strategi adaptasi perubahan iklim	10
Figure 7.	Penanaman pohon di kebun sebagai strategi mitigasi perubahan iklim.....	11
Figure 8.	Contoh sistem agroforestri berdasarkan komoditas utama: agroforestri kakao, agroforestri kopi, agroforestri karet, agroforestri kelapa sawit.....	14
Figure 9.	Persiapan lahan tanpa bakar, dilakukan dengan manual	15
Figure 10.	Promi dekomposer berbasis jamur (fungi).....	16
Figure 11.	PLTB dengan cara lubang kompos	17
Figure 12.	PLTB dengan cara perumpukan	18
Figure 13.	Biochar hasil dari pirolisis biomassa sisa PLTB.....	18
Figure 14.	Pembuatan biochar di dalam tanah atau di dalam tanur (tungku).....	19
Figure 15.	Tandan kosong (tankos) kelapa sawit dimanfaatkan sebagai bahan pembuatan pupuk organik.....	20
Figure 16.	Proses pembuatan pupuk kompos	23
Figure 17.	Pembuatan pupuk organik cair.....	25
Figure 18.	Membuat garis kontur menggunakan bingkai A.....	28
Figure 19.	Menanami jalur kontur dengan tanaman kacang-kacangan atau rumput-rumputan	28
Figure 20.	Bahan biopestisida yang terjangkau dan murah.....	29



Foto: Iskak N Ismawan/ CIFOR-ICRAF Program Indonesia

Bab 1. Iklim, Perubahan Iklim, dan Dampaknya

1.1. Pengertian Cuaca, Iklim dan Musim

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 udara, suhu udara, hujan, angin, dan lainnya. Contoh kondisi cuaca sebagai berikut:

- Suhu udara siang hari pada tanggal 5 September 2024 di Putussibau 32°C.

- Putussibau diguyur hujan lebat pada sore hari pada tanggal 5 September 2024.
- Kelembapan udara di Putussibau pada 5 September 2024 sebesar 77%.

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 yang erat hubungannya dengan jauh tidaknya dengan garis khatulistiwa, rata-rata suhu udara dan curah hujan, dan rata-rata bulan kering dan basah. Contoh kondisi iklim sebagai berikut:

- Iklim tropis, terjadi di daerah sekitar garis khatulistiwa, seperti Indonesia dengan ciri-ciri cuaca hangat sepanjang hari dan tidak ada musim dingin.

- Kapuas Hulu mempunyai iklim tropis dengan pengaruh ekuatorial yang sangat kuat dengan salah satu ciri curah hujan tinggi sepanjang tahun

Musim adalah periode waktu dalam setahun yang ditandai dengan perubahan kondisi iklim, cuaca, dan lingkungan yang konsisten pada area tertentu. Perubahan musim terjadi akibat posisi Bumi terhadap

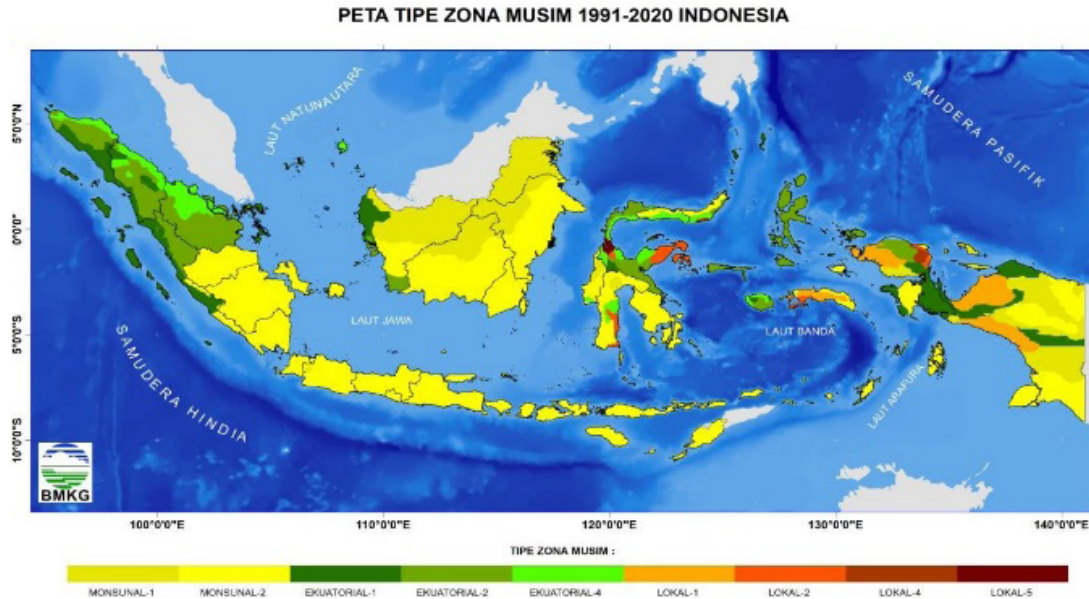


Figure 1. Peta tipe zona musim di Indonesia (1991-2020). Sumber BMKG 2022

Matahari yang berubah saat mengelilinginya, yang mengakibatkan perubahan suhu, curah hujan, panjang siang dan malam, serta pola angin. Contoh Musim sebagai berikut:

- Musim hujan di Kapuas Hulu umumnya sepanjang tahun dengan curah hujan tertinggi terjadi pada bulan November – Desember.
- Musim dingin di daerah dengan Iklim Sedang dan Iklim sub Tropis

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 Monsonal, Zona Musim Ekuatorial, dan Zona Musim Lokal.

1 Tipe ZOM Monsonal:

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

- a) Tipe Monsonal-1: musim hujan sepanjang tahun.
- b) Tipe Monsonal-2: musim kemarau dan musim hujan.

2 Tipe ZOM Ekuatorial:

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

- a) Tipe Ekuatorial-1: musim hujan sepanjang tahun
- b) Tipe Ekuatorial-2: musim hujan dan musim kemarau
- c) Tipe Ekuatorial-3: memiliki 2 periode musim hujan dan 2 periode musim kemarau

3 Tipe ZOM Lokal:

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

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

1.3. Zona Musim di Kabupaten Kapuas Hulu

Berdasarkan data curah hujan normal tahun 1991 – 2020 dari BMKG, Kabupaten Kapuas Hulu terbagi dalam empat Zona Musim (ZOM) dengan tipe monsun-1, keempat Zona Musim tersebut yaitu: ZOM 357, ZOM 356, ZOM 358 dan ZOM 360 (Gambar

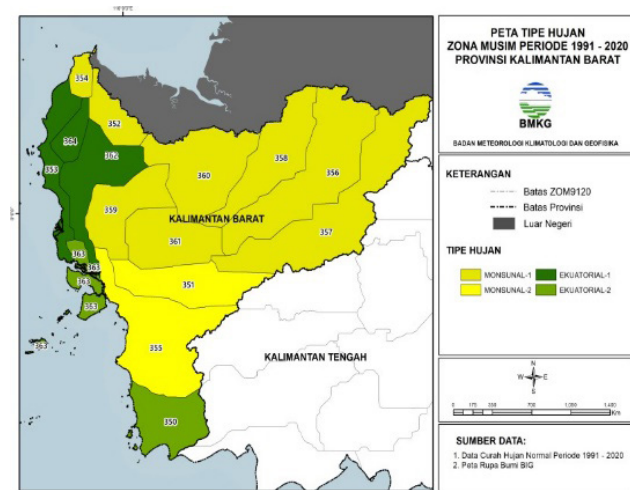


Figure 2. Peta tipe zona musim periode 1991-2020 Provinsi Kalimantan Barat. Sumber BMKG,2022

2.a). **Tipe ZOM Monsun-1**, berpola monsun dan hanya mempunyai satu musim, yaitu musim hujan sepanjang tahun (HST). Di mana curah hujan bulanan di atas 150 mm. (Gambar 2.b). Pada musim yang normal curah hujan tinggi terjadi pada bulan November – April dengan puncak musim hujan di bulan Desember.

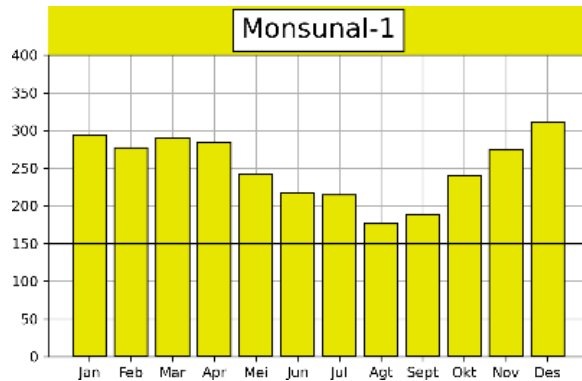


Figure 3. Grafik curah hujan pada tipe ZOM Monsunal - 1. Sumber BMKG, 2022

1.4. Perubahan iklim dan dampaknya

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

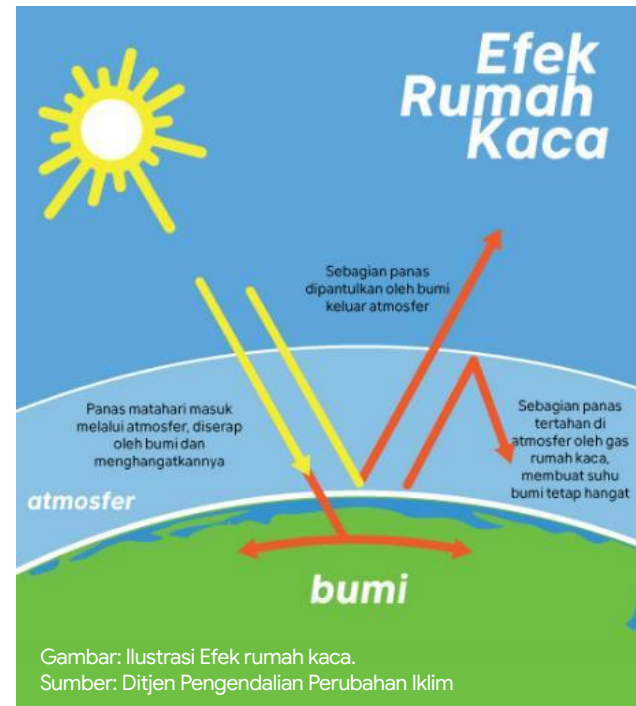


Figure 4. Ilustrasi efek rumah kaca

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_2O), nitrogen dioksida (NO_2), dan klorofluorokarbon (CFC).

No	Jenis Gas Rumah Kaca (GRK)	Sumber penghasil GRK
1	Karbondioksida (CO_2)	- Pembakaran bahan bakar fosil dan biomassa. - Pengundulan hutan (deforestasi). - Kebakaran hutan
2	Metana (CH_4)	- Pembakaran bahan bakar fosil. - Pembusukan sampah organik. - Kotoran ternak sapi dan ruminansia lainnya. - Lahan basah seperti sawah
3	Dinitrogenmonoksida (N_2O)	- Pembakaran bahan bakar fosil. - Penggunaan pupuk sintesis (Urea) di lahan pertanian yang berlebih.
4	Nitrogendioksida (NO_2)	- Pembakaran bahan bakar fosil. - Kebakaran hutan
5	Klorofluorokarbon (CFC)	Refrigerator pada sistem penyejuk ruangan dan pendingin lainnya.

Sumber: dirangkum dari berbagai sumber

1.5. Dampak perubahan iklim

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

- 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.

Keluarga petani dinilai memiliki kerentanan yang tinggi akibat dari dampak perubahan iklim di atas. Beberapa akibat dari dampak 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 ketersediaan 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.



Foto: Muhammad Azizy/CIFOR-ICRAF Program Indonesia

Bab 2. 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)

1. **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 yaitu:

- Tumpang sari tanaman
 - Kebun campuran atau agroforestri
-



Figure 5. Agroforestri sebagai strategi pertanian cerdas iklim

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

Contoh strategi 2 yang dapat dilakukan 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 atau klon yang tahan kekeringan dengan kondisi iklim yang baru.
- Penambahan naungan pada tanaman kakao atau kopi, seperti gamal, dan tanaman penutup tanah seperti kacang – kacang tanah atau umbi-umbian.
- Pembuatan teras vegetasi atau rorak untuk konservasi tanah dan air.



Figure 6. Pembuatan teras vegetasi alami sebagai satu strategi adaptasi perubahan iklim

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

Contoh strategi 3 yang dapat dilakukan yaitu:

- Penanaman pohon pada kebun dan lahan terdegradasi.
- Pengurangan penggunaan pupuk kimia sintesis seperti urea secara berlebih.
- Pengelolaan lahan dan kebun tanpa bakar.
- Pengandangan ternak sapi dan pengelolaan kotoran ternak sapi menjadi pupuk organik atau biogas.
- Mempertahankan tinggi muka air gambut

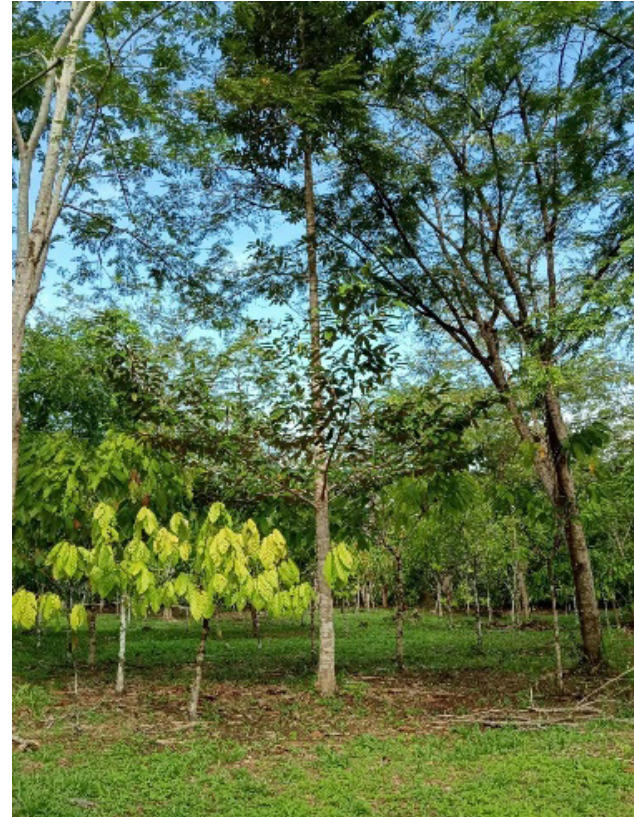


Figure 7. Penanaman pohon di kebun sebagai strategi mitigasi perubahan iklim



Foto: Muhammad Azizy/ CIFOR-ICRAF Program Indonesia

Bab 3. Agroforestri Sebagai Pendekatan Pertanian Cerdas Iklim

Agroforestri adalah model budidaya yang memadukan sistem pertanian dan sistem kehutanan. Pada sistem agroforestri 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 diterapkan 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), dan *Mamar* (Timor).

Agroforestri adalah salah satu sistem untuk menjawab ketiga strategi pertanian cerdas iklim yaitu: (1) keberagaman jenis untuk meningkatkan produksi,

(2) adaptasi perubahan iklim, dan (3) mitigasi perubahan iklim.

3.1. Prinsip dalam merancang dan mengembangkan sistem agroforestri

Ketika petani akan merancang agroforestri sebagai pendekatan pertanian cerdas iklim ada beberapa hal yang perlu untuk diperhatikan yaitu:

- a) Mempelajari jenis-jenis kejadian ekstrem yang disebabkan oleh perubahan iklim yang sering terjadi di lokasi setempat.
- b) Mempelajari dampak negatif dari kejadian ekstrem tersebut terhadap hasil kebun tanaman utamanya.

- c) Menganalisis fungsi dari beberapa jenis tanaman penayang dalam mengurangi dampak negatif kejadian ekstrem iklim, seperti: pohon pemecah angin dan pohon pengatur suhu atau kelembapan ketika kondisi kemarau.
- d) Menambah tanaman penayang jika belum ada tanaman penayang dengan memilih jenis tanaman penayang yang sesuai dengan fungsi yang diharapkannya.
- e) Mengombinasikan tanaman yang tahan kemarau dan yang tidak tahan dengan kemarau.
- f) Mengatur posisi dan jarak tanam antara tanaman penayang sesuai dengan karakteristik dari masing-masing jenis tanaman.
- g) Melakukan pengelolaan kebun sesuai dengan praktik baik budidaya (*good agricultural practices*) tanaman inti seperti: penggunaan bibit unggul, pemeliharaan kesuburan tanah, penanaman penutup tanah.



Figure 8. Contoh sistem agroforestri berdasarkan komoditas utama: agroforestri kakao, agroforestri kopi, agroforestri karet, agroforestri kelapa sawit

Bab 4. Prinsip – Prinsip Persiapan Lahan untuk Kebun Agroforestri

Saat mempersiapkan lahan untuk membuat kebun agroforestri, ada beberapa hal penting yang perlu diperhatikan agar sistem agroforestri dapat berhasil dan berkelanjutan. Hal – hal yang perlu diperhatikan dalam persiapan lahan untuk kebun agroforestri antara lain:

4.1. Persiapan lahan tanpa bakar (PLTB)

Praktik pertanian di Kabupaten Kapuas Hulu umumnya dimulai dari membuka ladang baik yang berasal dari hutan maupun bekas kebun karet. Pembukaan ladang dan persiapan lahan umumnya dilakukan dengan tebas bakar. Persiapan lahan dengan membakar biasanya dilakukan menjelang musim penghujan.



Figure 9. Persiapan lahan tanpa bakar, dilakukan dengan manual.

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 karbon dioksida yang dihasilkan dari proses pembakaran.

Selain menyebabkan emisi atau pelepasan gas karbon dioksida ke udara, persiapan lahan dengan membakar juga 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. 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.

1. PLTB dengan cara pembusukan (dekomposisi)

Penyiapan lahan sebelum ditanami biasanya akan dilakukan dengan memotong gulma, rumput, tanaman perdu, cabang dan batang tanaman menggunakan parang atau gergaji. Sisa limbah berupa biomassa yang lunak (berbahan selulosa) seperti sisa gulma, daun maupun biomassa yang keras (berbahan lignin) seperti: ranting kayu, batang berkayu,



Figure 10. Promi dekomposer berbasis jamur (fungi)

tandan kosong kelapa sawit, dapat diproses menjadi kompos dengan proses pembusukan dengan bantuan mikroorganisme. Mikroorganisme berbasis jamur (fungi) dapat ditambahkan untuk membantu proses pembusukan. Jamur atau fungi yang dapat digunakan untuk membantu pelapukan seperti: *Trichoderma harzianum*, *Trichoderma pseudokoningii*, *Aspergillus sp*, dan mikroba pengurai lainnya.

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 1 m³
- 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. Biarkan sampai dengan 4 minggu.
- f) Apabila tumpukan tidak panas dan bahan kering, maka tambahkan air secukupnya.
- g) Apabila berbau menyengat dan tumpukan terlalu basah, maka tancapkan bambu yang telah dilubangi untuk menambah aerasi.



Figure 11. PLTB dengan cara lubang kompos

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.



Figure 12. PLTB dengan cara perumpukan

- f) Menanam kacang *Mucuna bracteate*, *Arachis pinto*i pada rumpukan dapat dilakukan untuk membantu proses pelapukan.
- g) Jika rumpukan sudah melapuk atau matang, dapat ditanami tanaman semusim di atasnya.

2. PLTB dengan pembuatan *biochar* dan asap cair sebagai alternatif pembakaran limbah/ biomassa tanaman secara terbuka

Biochar adalah bahan kaya karbon berbentuk seperti arang yang dibuat dengan membakar biomassa tanaman sisa pembersihan lahan (batang, cabang, ranting) dalam kondisi

rendah oksigen. *Biochar* bermanfaat dalam praktik pertanian seperti: meningkatkan kesehatan tanah, meningkatkan keasaman (pH) tanah, penetral efek pestisida, penetral aroma kompos, meningkatkan kelembapan tanah dan penyerap karbon.



Sumber: arthurspointfarm.com/

Figure 13. *Biochar* hasil dari pirolisis biomassa sisa PLTB

Asap cair adalah hasil pengembunan uap air atau asap dari hasil pembakaran biomassa tanaman yang banyak mengandung serat-serat bahan organik seperti *lignin*, *selusosa*, *hemiselulosa* dan senyawa karbon lainnya. Asap cair memiliki manfaat yang baik bagi kegiatan pertanian dan pasca panen antara lain: penetral keasaman tanah, pengendali hama, zat perangsang tumbuh tanaman, pengawet getah karet.

Cara Pembuatan Biochar dan Asap cair

Alat yang digunakan:

- Alat tong pembakaran atau dapat dilakukan dalam tanah.
- Pembuatan di dalam tanah disarankan pada tanah mineral bukan gambut.
- Bambu

Bahan yang digunakan:

- Limbah (biomassa) sisa hasil pembersihan lahan (ranting, cabang, batang)



Figure 14. Pembuatan biochar di dalam tanah atau di dalam tanur (tungku)

Langkah-langkah pembuatan

- Galilah tanah berbentuk balok dengan ukuran 1,5 m x 1,5 m x 0,5 m, sebagai tempat pembakaran. Buatlah lubang di salah satu sisinya.
- Potonglah limbah (biomassa) kayu hasil pembersihan lahan, sesuaikan ukuran dengan tempat pembakaran dan susun di dalam tempat pembakaran dengan rapi.

- c) Pasang cerobong yang terbuat dari seng/ bambu. Tutuplah tempat pembakaran dengan rapat menggunakan tanah dengan lapisan daun pisang, agar asap hanya keluar melalui cerobong.
- d) Lakukan pembakaran pada lubang yang sudah disediakan. Jaga api hingga membakar semua kayu di dalam tempat pembakaran
- e) Pasanglah dua bambu pada ujung cerobong ketika asap mulai berwarna putih. Asap akan mengalami pengembunan ketika melalui bambu.
- f) Tampunglah asap cair yang menetes dengan wadah. Proses pembuatan arang membutuhkan waktu 10 – 12 jam.
- g) Asap cair yang dihasilkan adalah grade 3, perlu dilakukan penyulingan untuk mendapatkan grade 2 dan 1.
- h) Biochar dan Asap Cair dapat dibuat menggunakan Tanur atau Tungku. Alat tersebut dapat digunakan pada lahan gambut yang memiliki risiko kebakaran tinggi jika proses dilakukan di bawah tanah.

4.2. Penggunaan Pupuk Organik

Pupuk organik menyediakan bahan organik yang baik untuk kesehatan dan kualitas tanah. Mikroorganisme menguraikan bahan organik menjadi unsur hara yang menyediakan nutrisi bagi tanaman. Mengolah limbah pertanian seperti sisa gulma, jerami, sekam, kulit buah, dan kotoran ternak menjadi pupuk organik juga membantu mengurangi emisi gas rumah kaca seperti karbon dioksida (CO_2) dan metana (CH_4) yang menjadikan penyebab perubahan iklim.



Figure 15. Tandans kosong (tankos) kelapa sawit dimanfaatkan sebagai bahan pembuatan pupuk organik

Penggunaan pupuk kimia sintesis merupakan cara memberi nutrisi yang cepat diserap oleh tanaman. Pupuk nitrogen sintesis seperti urea merupakan pupuk yang paling sering digunakan dengan jumlah yang tinggi pada sektor pertanian. Penggunaan pupuk nitrogen sintesis secara berlebihan tidak semuanya dapat diserap oleh tanaman sehingga akan terbawa air dan berikatan dengan oksigen di udara. Ikatan tersebut akan menghasilkan gas dinitrogen oksida (N_2O) lepas ke udara, yang daya jebaknya terhadap panas 300 kali lebih kuat dibanding karbon dioksida (CO_2).

Pembuatan pupuk organik selain membantu mengurangi emisi gas rumah kaca, bahan organik yang terkandung dalam pupuk organik berperan penting dalam upaya adaptasi tanaman dalam cuaca ekstrem. Berikut manfaat bahan organik dalam menjaga kondisi tanah ketika terjadi kondisi cuaca yang ekstrem.

- Menjaga kelembapan tanah saat suhu meningkat, terjadi kekeringan, atau curah hujan berlebihan.

- Menstabilkan pH dan kadar garam tanah dalam kondisi normal, meskipun terjadi peningkatan suhu dan kekeringan.
- Memperbaiki struktur tanah, khususnya tanah liat, dengan menjaga kegemburannya selama kemarau panjang.

1. Pembuatan pupuk kandang

Pupuk kandang adalah pupuk yang berasal dari kotoran hewan ternak seperti sapi, kambing, atau domba yang telah terurai. Pupuk ini kaya akan unsur hara penting seperti nitrogen (N), fosfor (P), dan kalium (K). Biasanya, pembuatan pupuk kandang dilakukan oleh petani laki-laki saat membersihkan kandang ternak, meskipun petani perempuan juga dapat turut berperan. Cara pembuatan pupuk kandang sebagai berikut:

Bahan:

- Kotoran ternak dan sisa pakan
- Air bersih (8 liter)

- Bakteri pengurai (EM4 atau MOL, 500 ml)
- Gula merah (1 kg)

Alat:

- Cangkul, garpu, atau garuk
- Parang
- Sekop
- Terpal (ukuran 4x4 meter)
- Plastik hitam (lembaran ukuran 4x4 meter)
- Pengayak (lubang 2 mm)
- Ember plastik dan kayu pengaduk
- Gembor

Langkah-langkah:

- a) Cacah sisa pakan hingga kecil, lalu campur dengan kotoran ternak hingga merata.
- b) Letakkan campuran di atas plastik hitam. Jika plastik tidak tersedia, buat lubang di tanah sebagai tempat menumpuk kotoran.

- c) Buat larutan pengurai dengan melarutkan gula merah dalam air bersih, tambahkan bakteri pengurai, dan aduk perlahan hingga tercampur rata.
- d) Siram campuran kotoran ternak dengan larutan pengurai hingga seluruhnya basah merata.
- e) Tutup tumpukan menggunakan plastik hitam, lalu pasang terpal untuk melindungi dari hujan.
- f) Balik tumpukan kotoran ternak seminggu sekali. Jika tumpukan kering, tambahkan sedikit air.
- g) Setelah sekitar 2 bulan, pupuk kandang siap digunakan. Jika perlu, ayak pupuk sebelum digunakan.

2. Pembuatan pupuk kompos

Kompos merupakan bahan organik yang terurai oleh mikroorganisme, dengan karbon sebagai komponen utamanya. Teknik pembuatan kompos tergolong sederhana dan dapat dilakukan baik oleh petani laki-laki maupun perempuan. Di tingkat rumah tangga,

kompos dapat dibuat bersama oleh seluruh anggota keluarga, menggunakan bahan-bahan yang tersedia di sekitar rumah dan kebun. Cara pembuatan kompos sebagai berikut:

Bahan: Untuk membuat pupuk kompos dengan jumlah bahan baku 1000 kg:

- Batang pisang: 250 kg (25%)
- Dedaunan hijau: 250 kg (25%)
- Kotoran ayam: 100 kg (10%)
- Jerami padi atau jerami jagung, atau kulit pisang: 100 kg (10%)
- Anakan bambu/rebung: 100 kg (10%)
- Kotoran ternak: ayam atau sapi atau kambing: 200 kg
- Gula merah (1 kg) atau molase/tetes tebu (1 liter)
- Mikroorganisme pengurai (MOL/EM4): 1 liter
- Air bersih



Figure 16. Proses pembuatan pupuk kompos

Alat:

- Terpal
- Plastik hitam lembaran
- Cangkul
- Sekop
- Penyiram air (gembor)
- Angkong
- Pisau/golok

Langkah-Langkah:

- a) Siapkan alas berupa terpal dan lapsi dengan tanah setebal ± 3 cm.
- b) Sebarkan kotoran ternak secara merata di atas lapisan tanah.
- c) Cacah batang pisang, dedaunan, rebung, jerami, atau kulit pisang menjadi ukuran yang lebih kecil agar lebih cepat terurai.
- d) Susun bahan yang sudah dicacah di atas lapisan sebelumnya secara merata.
- e) Siram bahan kompos dengan air bersih hingga lembap, tetapi tidak terlalu basah.
- f) Buat larutan pengurai dengan melarutkan gula merah/ molase dalam air bersih, tambahkan bakteri pengurai, dan aduk perlahan hingga tercampur rata.
- g) Siramkan larutan pengurai di atas tumpukan bahan secara merata menggunakan gembor. Bisa juga menyusun bahan organik berlapis dan menyiram larutan pada setiap lapisan.
- h) Tutup tumpukan bahan dengan terpal atau plastik hitam untuk menjaga kelembapan.
 - i) Balik tumpukan secara berkala seminggu sekali menggunakan sekop atau cangkul.
 - j) Pupuk kompos matang dan siap digunakan setelah sekira 2-3 bulan. Kompos matang ditandai dengan tekstur halus dan tidak berbau.

4.3. Pupuk organik cair (POC)

1. Pembuatan pupuk organik cair

Pupuk organik cair (POC) dibutuhkan dan sangat berguna untuk pembenihan, tumbuhan kecil, tanaman buah – buahan dan tanaman besar lainnya. Penggunaan POC bertujuan untuk merangsang pertumbuhan saat tanaman mulai bertunas atau dalam masa perubahan dari fase vegetatif ke generatif untuk merangsang pertumbuhan buah dan biji.

Bahan pupuk organik cair terdiri dari bahan padat dan air bersih, jumlah bahan padat sekira 30% -40% dari jumlah isi pupuk cair yang dibuat. Cara pembuatan pupuk organik cair sebagai berikut:

Bahan:

- Kotoran sapi: 18 kg
- Kotoran ayam: 6 kg
- Daun gamal: 12 kg
- Kulit pisang atau buah busuk: 12 kg

- Dedak padi atau anakan bambu: 6 kg
- Air bersih: 75 liter
- Bakteri pengurai (EM4 atau MOL): 1 liter
- Gula merah: 1 kg



Figure 17. Pembuatan pupuk organik cair

Alat:

- Tong/drum (kapasitas 150 liter)
- Plastik penutup atau penutup drum yang ada
- Pisau
- Selang
- Botol bekas 1,5 liter
- Parinet
- Angkong
- Cangkul
- Sekop

Langkah-Langkah Membuat POC:

- a) Siapkan dan bersihkan drum, pastikan tidak bocor.
- b) Masukkan bahan padat: seperti kotoran ternak, daun gamal/ambas, kulit pisang, dan dedak, sampai sepertiga ($\frac{1}{3}$) bagian drum.
- c) Tambahkan air dan aduk hingga rata, sisakan sekitar 1 jengkal ruang kosong di drum.
- d) Larutkan gula merah dengan air bersih pada wadah terpisah, lalu tuangkan ke dalam drum.
- e) Masukkan bakteri pengurai (EM4) sebanyak seperempat ($\frac{1}{4}$) liter ke drum dan aduk perlahan hingga rata.
- f) Tutup drum, dan pastikan tertutup rapat untuk mencegah udara masuk.
- g) Buat lubang kecil pada tutup drum untuk memasukkan selang kecil. Sambungkan ujung selang ke botol bekas untuk mengalirkan gas fermentasi.
- h) Aduk secara rutin seminggu sekali selama 5-10 menit. Tambahkan air jika campuran terlalu kental, lalu tutup kembali. Pengadukan ini membantu mikroorganisme aerobik bekerja lebih baik.
- i) Pupuk siap dipakai setelah sekitar 1 bulan. Saring larutan POC untuk memisahkan sisa bahan organik sebelum digunakan.
- j) POC dapat dibuat terus menerus dengan menambahkan bahan organik baru, gula, dan bakteri pengurai. Biarkan fermentasi berlangsung selama 2 minggu sebelum digunakan kembali. Sisakan sebagian POC sebelumnya untuk mempercepat proses fermentasi baru.

4.4. Teknologi teras jalur vegetasi pada areal berlereng

Bentuk permukaan lahan yang berbukit-bukit dan berlereng 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. Tahap-tahap membuat jalur vegetasi alami.

1. 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.

2. Membuat teras vegetasi alami

Teras jalur vegetatif alami dibentuk dengan menyisakan jalur selebar 0,5 – 1 meter pada garis kontur yang terbentuk untuk tidak diolah. Pada jalur tersebut akan ditanami rumput lokal atau vegetasi lain yang memiliki akar serabut yang kuat menahan air. Seiring berjalannya waktu, umumnya 8-10 tahun jalur tersebut akan membentuk teras yang kuat dan pagar vegetasi alami. Secara bertahap petani dapat menanam rumput pakan ternak, tanaman herbal, tanaman buah di atas jalur vegetatif alami. Jenis



Figure 18. Membuat garis kontur menggunakan bingkai A

rumpun 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*).



Figure 19. Menanami jalur kontur dengan tanaman kacang-kacangan atau rumput-rumputan

4.5. Pengendalian hama menggunakan biopestisida

Biopestisida adalah bahan alami atau agen biologis untuk mengendalikan hama pada tanaman. Biopestisida berfungsi sebagai antioksidan, antrivirus, antimikroba dan anti jamur. Biopestisida bekerja

dengan menghambat pertumbuhan organisme patogen dan menghambat proses replika virus pada tanaman.

1. Keunggulan biopestisida dibanding pestisida kimia:

- Bahan baku biopestisida terjangkau dan mudah didapatkan.
- Ramah bagi kesehatan manusia serta menghasilkan produk yang lebih sehat.
- Tidak meninggalkan residu di tanah, sehingga menjaga kemampuan tanah menyerap karbon.
- Mencegah terjadinya resistensi pada hama.
- Mendukung pertanian berkelanjutan yang lebih tangguh terhadap perubahan iklim dengan mengurangi penggunaan bahan kimia berbahaya.

2. Karakteristik utama yang harus dimiliki biopestisida

a) Aroma Menyengat

Aroma khas yang kuat, berasal dari senyawa alami seperti sulfur, minyak atsiri, atau metabolit sekunder tanaman (contohnya allicin pada bawang putih), berfungsi untuk mengusir hama. Aroma ini juga dapat mengacaukan sistem komunikasi atau navigasi serangga yang mengandalkan feromon atau sinyal bau.

b) Cita Rasa Pahit

Rasa pahit yang dihasilkan oleh senyawa kimia seperti alkaloid (contohnya kina) atau tannin, membuat hama enggan mengonsumsi tanaman yang telah diaplikasikan biopestisida, sehingga melindungi tanaman dari kerusakan lebih lanjut.



Figure 20. Bahan biopestisida yang terjangkau dan murah

c) Efek Panas

Sensasi panas yang ditimbulkan oleh senyawa seperti capsaicin (dari cabai) dapat menyebabkan iritasi atau ketidaknyamanan pada serangga dan organisme hama lainnya, sehingga menekan aktivitas mereka.

3. Contoh biopestisida dan cara pembuatannya

a) Biopestisida untuk jenis ulat

Bahan: Bagian tanaman yang memiliki rasa pahit seperti: anjeran, babadotan, gamal, daun pepaya, brotowali, buah maja, gadung, jarak dlingo, mahoni, mengkudu, sirih, sirsak, mimba, dan lain-lain.

b) Biopestisida untuk jenis kepik

Bahan: Bahan alami yang memiliki bau menyengat dan rasa panas seperti : cengek, bawang putih, tembakau, kunyit, jahe, putri malu, sambiloto, lengkuas, mimba, putri malu, dan lain-lain.

c) Biopestisida untuk jenis serangga berbadan lunak (kupu-kupu, nyamuk)

Bahan: Bagian tanaman yang berbau menyengat, wangi dan panas, seperti: Cabai, Mimba, Brotowali, serai wangi, maja dan lain-lain.

d) Biopestisida untuk jenis jamur

Bahan: Bahan alami yang memiliki bau belerang, memiliki anti septik dan antibiotik seperti: tanaman kol, lidah buaya, daun sirih, kunyit, cengek, bawang putih dan lain-lain.

Langkah- langkah pembuatan biopestisida:

- 1 Bersihkan bahan dari kulit dan kotoran.
- 2 Haluskan bahan menggunakan tumbukan atau blender bahan (kecuali tembakau) sambil menambahkan air secukupnya.
- 3 Diamkan campuran beberapa saat agar ekstrak cairannya keluar sepenuhnya.
- 4 Peras dan saring cairan menggunakan kain halus atau saringan kelapa.
- 5 Simpan larutan dalam wadah tertutup dan biarkan minimal selama 24 jam sebelum digunakan.

Daftar Pustaka

- Bertrand, Savvanah., Roberts, A.S, Walker, Emma., June 3, 2022. *Biochar and Compost for Climate Change Adaptation and Mitigation*. Diakses pada <https://www.eesi.org>.
- 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.
- Riyandoko, Martini E, Fambayun RA, Pambudi S, Ismawan IN, Prahmono A, Yusa YLP, Prasetyo E, Sumilia, Ashofie I, Benu AE. 2023. *Pedoman Pembuatan dan Penggunaan Pupuk Organik untuk Mendukung Pertanian Cerdas Iklim*. Bogor, Indonesia: World Agroforestry (ICRAF) Indonesia Program.



Foto: Muhammad Azizy/ CIFOR-ICRAF Program Indonesia



diimplementasikan oleh:



bekerjasama dengan:



KEMENTERIAN PERTANIAN
REPUBLIK INDONESIA



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