

Enni Dwi Wahjunie



IPB University



**KONSERVASI SUMBER DAYA PERTANIAN
UNTUK PEMBANGUNAN BERKELANJUTAN**

KATA PENGANTAR

Dengan memanjatkan rasa syukur ke hadirat Allah SWT atas segala rahmat, nikmat kesehatan, hidayah, dan izinNya, sehingga penulis dapat menyelesaikan buku ini dengan baik. Ide penulisan buku ini timbul karena setelah melaksanakan tugas sebagai dosen, penulis merasa perlu untuk menghimpun informasi tentang Konservasi Sumber Daya Pertanian Untuk Pembangunan Berkelanjutan agar kelestarian seluruh Sumber Daya Pertanian dapat terjaga.

Peranan informasi tentang Konservasi Sumber Daya Pertanian Untuk Pembangunan Berkelanjutan ini terutama ditujukan bagi adik-adik mahasiswa, tidak terkecuali juga bagi berbagai pihak yang memerlukannya.

Penulis sangat berharap untuk terus ingin memperbaiki isi buku ini. Oleh karena itu, dengan segala hormat dan rendah hati, penulis menerima dengan ikhlas atas segala kritik dan saran yang membangun dari para pembaca untuk meningkatkan kualitas buku ini.

Penulis

Enni Dwi Wahjunie

DAFTAR ISI

	Halaman
Kata Pengantar	i
Daftar Isi	ii
1. PENDAHULUAN	1
2. KONSERVASI SUMBER DAYA LAHAN, LINGKUNGAN, DAN HAYATI	3
2.1 Konservasi Sumber Daya Lahan	3
2.2 Macam-Macam Metode Konservasi Tanah/ Lahan	3
2.3. Konservasi Sumber Daya Air	21
2.4. Konservasi Sumber Daya Alam Hayati	31
3. PEMBANGUNAN PERTANIAN BERKELANJUTAN	32
3.1 Pengertian Pertanian Berkelanjutan	32
3.2 Macam-Macam Keberlanjutan	35
3.3. Pembangunan Pertanian Berkelanjutan	37
3.4. Pembangunan Pertanian Berkelanjutan di Indonesia	40
3.5. Dampak Pertanian Berkelanjutan	44
3.6. Pembangunan Pertanian Berkelanjutan dalam SDGs	45
DAFTAR PUSTAKA	47

1. PENDAHULUAN

Buku ini menjelaskan tentang pengertian dan peranan Konservasi Sumber Daya Pertanian yang meliputi Sumber Daya Lahan dan Lingkungan, serta Sumber Daya Hayati untuk mencapai Pembangunan Pertanian yang berkelanjutan (lestari). Pembangunan Pertanian merupakan bagian integral dari Pembangunan Nasional. Agar Pembangunan Pertanian dapat berkelanjutan, maka kelestarian seluruh Sumber Daya Pertanian perlu dijaga.

Pembangunan pertanian dihadapkan pada program ketahanan pangan dan pencapaian swasembada pangan seperti yang telah terjadi pada tahun 1984. Namun pencapaian produksi pangan secara intensif sejak masa revolusi hijau telah banyak meninggalkan berbagai masalah. Penggunaan pupuk dan pestisida anorganik telah banyak menimbulkan masalah pencemaran lingkungan. Pemenuhan kebutuhan pangan seiring dengan peningkatan jumlah penduduk juga telah terkendala oleh berbagai alih fungsi lahan. Lahan pertanian pangan telah banyak beralih fungsi menjadi kawasan terbangun, sehingga lahan pertanian bergeser ke wilayah berlereng dan bahkan membuka hutan untuk dijadikan sebagai lahan pertanian. Kondisi ini juga telah menimbulkan berbagai bencana seperti banjir, longsor, dan kekeringan sehingga telah banyak terbentuk lahan-lahan kritis.

Untuk mengatasi hal tersebut, muncul pemikiran untuk kembali ke pertanian sistem *low input technology* yang tidak merusak lingkungan dan dapat bertahan hingga ke generasi berikutnya secara terus menerus. Berdasarkan permasalahan tersebut, maka akhirnya berkembang konsep pertanian berkelanjutan (*sustainable agriculture*) yang merupakan implementasi dari konsep pembangunan berkelanjutan (*sustainable development*). Pembangunan pertanian berkelanjutan bertujuan untuk meningkatkan pendapatan dan kesejahteraan masyarakat tani secara luas melalui peningkatan produksi pertanian yang dilakukan secara seimbang dengan

memperhatikan daya dukung ekosistem sehingga keberlanjutan produksi pertanian dapat terus dipertahankan dalam jangka panjang dengan meminimalkan terjadi kerusakan lingkungan.

2.KONSERVASI SUMBER DAYA LAHAN, LINGKUNGAN, DAN HAYATI

2.1.Konservasi Sumber Daya Lahan

Pada prinsipnya kegiatan konservasi sumber daya lahan/tanah bertujuan untuk mencegah kerusakan tanah oleh erosi, memperbaiki tanah yang rusak, dan memelihara serta meningkatkan produktivitas tanah agar dapat digunakan secara lestari (Arsyad, 2006). Penyebab utama kerusakan/degradasi tanah atau lahan di Indonesia adalah erosi oleh air.

Konservasi lahan menjadi salah satu bagian penting dari budi daya pertanian. Kegiatan ini bertujuan untuk mencegah kerusakan tanah oleh erosi dan memperbaiki tanah yang rusak karena erosi. Dengan demikian, Peranan Konservasi Sumber Daya Lahan adalah:

- . Mencegah kerusakan tanah oleh erosi,
- . Memperbaiki tanah yang rusak, dan
- . Memelihara serta meningkatkan produktivitas tanah agar dapat dipergunakan secara lestari.

Pendekatan dalam konservasi tanah dan air adalah:

- (1) Melindungi permukaan tanah dari daya perusak butir hujan.
- (2) Meningkatkan stabilitas agregat tanah.
- (3) Mengatur jumlah dan kecepatan aliran permukaan.
- (4) Meningkatkan kapasitas infiltrasi tanah.

2.2.Macam-Macam Metode Konservasi Tanah/ Lahan

Terdapat tiga teknik atau metode yang digunakan untuk melakukan konservasi tanah/lahan seperti yang tertuang dalam Undang-Undang Konservasi Tanah dan Air Nomer 37 Tahun 2014, antara lain:

1. Metode Vegetatif
2. Metode Mekanik
3. Metode Kimia

Metode vegetatif dilakukan melalui pemanfaatan tanaman dan sisa-sisa tanaman/tumbuhan untuk:

1. Melindungi permukaan tanah dari tumbukan butir hujan dan aliran permukaan.
2. Meningkatkan tahanan/kekasaran permukaan tanah terhadap daya angkut aliran permukaan.
3. Meningkatkan kapasitas infiltrasi dan memperbaiki sifat-sifat tanah, baik fisik, kimia, maupun biologi.

1. Metode Vegetatif

Ada beberapa metode vegetatif yang dapat diterapkan dalam rangka konservasi sumber daya tanah/lahan, yaitu:

a. *Penanaman Strip*

Metode vegetatif melalui penanaman strip dilakukan dengan cara menanam jenis tanaman yang berbeda secara berselang-seling memotong kemiringan lereng. Antar satu strip jenis tanaman yang satu dengan yang lainnya tidak ditanam secara bersamaan, sehingga tidak pernah terjadi lahan terbuka secara bersamaan (Troeh *et al.*, 1991).



Sumber: <https://widrializa.blogspot.com/2015/11/teknik-konservasi-dengan-metode.html>

Gambar 6. 1. Contoh penanaman dalam strip memotong kemiringan lereng/ searah kontur

b. *Penggunaan Sisa-Sisa Tanaman*

Penggunaan sisa-sisa tanaman berupa mulsa atau pupuk hijau. Pemulsaan adalah daun-daun dan batang sisa tanaman disebar merata di atas permukaan tanah, sedangkan dengan pupuk hijau dilakukan menggunakan sisa tanaman yang terlebih dulu dikomposkan baru disebar di permukaan tanah.



Sumber:

<https://pusatkrisis.kemkes.go.id/mulsa-organik-cara-sederhana-mengatasi-kekeringan>

<https://bibitonline.com/artikel/cara-praktis-membuat-kompos-organik-sendiri>

Gambar 6.2. Hamparan mulsa di permukaan tanah (A) dan Kompos yang siap digunakan (B)

Manfaat mulsa sisa tanaman:

- a. meredam energi kinetik hujan.
- b. mengurangi laju aliran permukaan.
- c. mengurangi evaporasi dan menjaga kelembaban tanah.
- d. meningkatkan aktivitas mikroba dan laju dekomposisi.
- e. memperbaiki struktur tanah dan aerasi tanah.
- f. melancarkan pergerakan air dalam tanah.
- g. menjaga ketahanan penetrasi tanah (ketahanan penetrasi tanah tetap rendah, sehingga mudah ditembus akar).

c. Penggunaan Geotekstil

Geotekstil adalah bahan permeabel yang terbuat dari bahan alami atau sintetis untuk:

- . Pengendali erosi.
- . Penguat teras/tebing/lereng.
- . Ameliorasi suatu tempat agar tumbuhan bisa ditanam dan tumbuh.
- . Meningkatkan drainase tanah, sehingga terjadi aliran air ke lapisan tanah bawah.
- . Untuk filtrasi cairan.



Sumber: <https://www-tekniksipil.blogspot.com/2018/05/stabilitas-lereng-dengan-geotekstil.html>

Gambar 6.3. Geotekstil untuk penguat lereng

d. Strip Penyangga Riparian, Penguat Teras

Tumbuhan pohon, rumput-rumputan dan semak-semak atau campuran berbagai bentuk dan jenis vegetasi yang ditanam sepanjang tepi kiri dan kanan sungai, disebut *riparian buffers strips* atau *filter strips* (strip penyangga riparian atau penyangga riparian atau strip filter). Secara umum digunakan sebagai jalur hijau sungai.

Penyangga riparian berfungsi untuk menjaga kelestarian fungsi sungai dengan cara menahan atau menangkap tanah (lumpur) yang tererosi serta unsur-unsur hara dan bahan

kimia termasuk pestisida yang terbawa dari lahan di bagian kiri dan kanan sungai agar tidak masuk ke sungai.



Sumber: <https://bebasbanjir2025.wordpress.com/teknologi-pengendalian-banjir/strip-penyangga-riparian/>

Gambar 6.4. Tanaman pepohonan penyangga riparian

Penyangga riparian juga menstabilkan tebing sungai. Pepohonan yang ditanam di sepanjang sungai juga lebih mendinginkan air sungai yang menciptakan lingkungan yang baik bagi pertumbuhan berbagai jenis binatang air.

Tanaman penguat teras adalah tanaman yang ditanam di bibir teras, berfungsi sebagai penguat teras dari jenis pepohonan atau rerumputan.



Sumber: Dokumen pribadi

Gambar 6.5. Tanaman rumput penguat teras

e. *Tanaman Penutup Tanah*

Tumbuhan atau tanaman yang khusus ditanam untuk melindungi tanah dari ancaman kerusakan oleh erosi dan/atau untuk memperbaiki sifat kimia dan fisik tanah.



Sumber:

<https://vetiverindonesia.wordpress.com/pedoman/departemen-pertanian-3/>
<http://pupukkaretdansawit.com/2015/05/04/aplikasi-tanaman-penutup-tanah-lcp-pada-perkebunan-kelapa-sawit/>

Gambar 6.6. Tanaman penutup tanah yang sering di tanam di perkebunan

f. *Pergiliran Tanaman*

Pergiliran tanaman adalah sistem penanaman berbagai tanaman secara bergilir dalam urutan waktu tertentu pada suatu bidang tanah. Pergiliran tanaman dapat menekan hama dan penyakit tanaman maupun tanaman pengganggu (gulma). Misalnya: jagung- padi-kacang tanah

g. *Agroforestry*

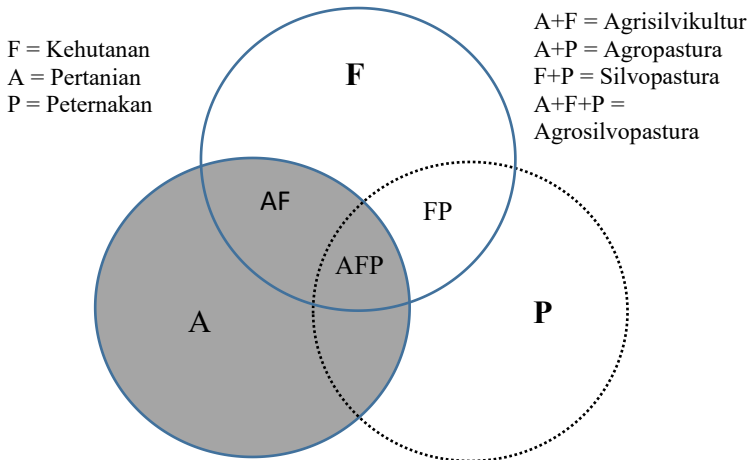
Sistem penggunaan lahan yang dapat menjaga atau meningkatkan produksi tanaman melalui kombinasi tanaman pangan (*annuals*) dengan tanaman tahunan/kayu-kayuan (*perennials*).



Sumber: Dokumen pribadi

Gambar 6.7. Agroforestry pisang dengan kopi dan pisang dengan jagung

Kombinasi *agroforestry* bisa menggunakan berbagai macam cara yang terdiri dari tanaman pertanian semusim, tanaman hutan/kayu-kayuan, ternak/ikan, dan bahkan lebah penghasil madu. Kombinasi tersebut dapat diilustrasikan pada Gambar 6.8.



Silvofishery = Kombinasi antara komponen kehutanan dengan perikanan

Apiculture = budidaya lebah atau serangga yg dilakukan dalam kegiatan kehutanan

Sumber:

<https://apps.worldagroforestry.org/sea/Publications/files/lecturenote/LN0001-04.pdf>

Gambar 6.8. Klasifikasi *agroforestry* berdasar komponen penyusunnya

Peran *Agroforestry* pada Skala Plot (Gambar 6.9):

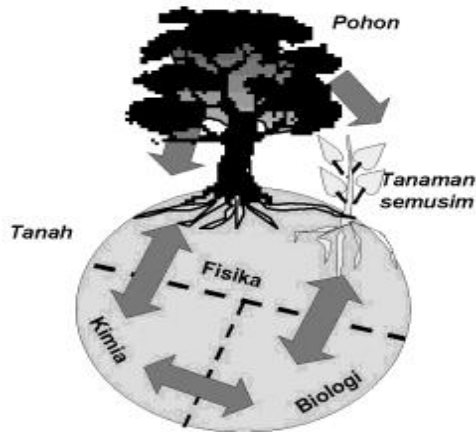
Zona A (di atas permukaan tanah)

- Dalam jangka pendek, memberikan naungan parsial.
- Dalam jangka panjang, memperbaiki kesuburan tanah (penambahan serasah).

Zona B (zona lapisan tanah atas)

- (a) Meningkatkan daerah jelajah akar dan meningkatkan bahan organik lewat akar yang mati.

- (b) Meningkatkan ketersediaan P, melalui simbiosis akar pohon dengan mikoriza.
- (c) Meningkatkan ketersediaan N dalam tanah bila akar *leguminosae* bersimbiosis dengan rizhobium.
- (d) Dalam jangka panjang, memperbaiki sifat fisik tanah seperti perbaikan struktur tanah, meningkatkan kemampuan menyimpan air (*water holding capacity*) melalui pembentukan pori makro akibat aktivitas akar dan biota, sehingga mengurangi limpasan permukaan, pencucian, dan erosi.



Sumber:

<https://apps.worldagroforestry.org/downloads/Publications/PDFS/Ln03303.PDF>

Gambar 6.9. Peran Agroforestri pada Skala Plot

Zona C (zona lapisan tanah bawah)

- (a) Meningkatkan efisiensi serapan hara melalui sebaran akar yang dalam.
- (b) Penyerapan air.

Keuntungan penerapan *agroforestry* adalah:

1. Memperbaiki kesuburan tanah.
2. Mempertahankan kandungan bahan organik tanah.
3. Mengurangi kehilangan hara.
4. Pada tanah yang subur, akar pohon yang menyebar ke arah yang lebih dalam, dapat berperan sebagai "pemompa hara", dengan menyerap hara dari hasil pelapukan mineral/batuan induk pada lapisan tanah yang lebih bawah.
5. Meningkatkan ketersediaan N dalam tanah bila pohon yang ditanam dari keluarga tanaman kacang-kacangan karena akar tanaman kacang-kacangan dapat bersimbiosis dengan mikrobia tanah (*rhizobium*).
6. Mempertahankan sifat fisik tanah.
7. Mengurangi bahaya erosi, karena:
 - (a) Sepanjang tahun permukaan tanah tertutup oleh tajuk Tanaman. Hal ini dapat menghindari kehancuran agregat tanah oleh pukulan air hujan.
 - (b) Mampu mempertahankan kandungan BOT dan meningkatkan kegiatan biologi tanah.
8. Menekan serangan hama & penyakit. Ada pepohonan yang dapat mengurangi populasi hama dan penyakit tertentu. Misalnya pohon mimba (*Azadirachta indica*) yang ditumpangсарikan dengan *chickpea* atau kacang arab (*Cicer arietinum*) dapat menekan serangan *root-knot* nematode terhadap kacang hijau.
9. Menjaga kestabilan iklim mikro dan menekan populasi gulma. Pepohonan yang ditanam cukup rapat dapat menjaga kestabilan iklim mikro, mengurangi kecepatan angin, meningkatkan kelembaban tanah dan memberikan naungan parsial. Contohnya: *Erythrina* (dadap) yang ditanam untuk memberikan naungan bagi kopi. Naungan pohon dapat menekan pertumbuhan gulma terutama alang-alang dan menjaga kelembaban tanah sehingga mengurangi risiko kebakaran pada musim kemarau.

h. *Penghutanan*

Hutan rakyat atau hutan yang ditanam/diusahakan oleh masyarakat menggunakan tanaman kayu-kayuan dapat melindungi permukaan tanah terhadap pukulan butir hujan, menghambat aliran permukaan, memperbaiki sifat-sifat tanah, meningkatkan infiltrasi; sehingga dengan penghutanan dapat meningkatkan ketersediaan air tanah dan memperbaiki kondisi hidrologi Kawasan.



Sumber: <https://rimbakita.com/hutan-rakyat/>

Gambar 6.10. Hutan yang diusahakan oleh rakyat

2. Metode Mekanik

Metode mekanik merupakan perlakuan fisik mekanik yang diberikan terhadap tanah melalui pembuatan bangunan untuk mengurangi aliran permukaan dan erosi, dan meningkatkan penggunaan tanah.

Fungsi Metode Mekanik:

1. Memperlambat aliran permukaan.
2. Menampung dan menyalurkan aliran permukaan agar tidak merusak.
3. Memperbaiki dan memperbesar infiltrasi, memperbaiki aerasi.
4. Menyediakan air bagi tanaman.

Metode mekanik terdiri dari:

a. *Pengolahan Tanah Konservasi*

Pengolahan tanah adalah manipulasi mekanik terhadap tanah untuk menciptakan kondisi yang baik bagi pertumbuhan tanaman.

Tujuan pengolahan tanah adalah:

- a. Menyiapkan tempat tumbuh tanaman.
- b. Membenamkan sisa tanaman.
- c. Menciptakan kondisi lingkungan perakaran.
- d. Memberantas gulma.

Pengolahan tanah konservasi adalah:

1. Pengolahan tanah yang dilakukan seperlunya saja agar tidak merusak tanah. Misalnya, pengolahan tanah minimum yang dilakukan hanya di jalur tanaman.
2. Pemberantasan gulma yang dilakukan dengan herbisida.
3. Pengolahan yang dilakukan mengikuti kontur, pada kadar air selang jangka olah.

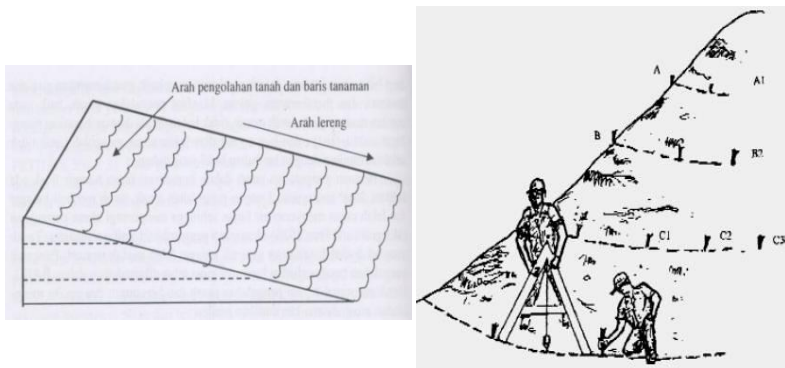
Untuk tanah-tanah yang sifat fisiknya baik, tidak perlu diolah.

b. *Pengolahan Tanah Menurut Kontur*

Pengolahan tanah menurut kontur ditujukan untuk:

- a. Mengurangi aliran permukaan dan erosi.
- b. Menghambat aliran permukaan dan meningkatkan waktu infiltrasi.

Pengolahan menurut kontur hanya dapat dilakukan pada Lahan klas II dan III. Pengolahan tanah tergantung pada tipe tanah, penggunaan tanah, bentuk lereng, dan iklim.



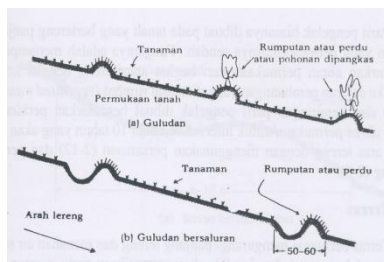
Sumber:

<https://bebasbanjir2025.wordpress.com/teknologi-pengendalian-banjir/pengolahan-tanahpenanaman-menurut-kontur/>

Gambar 6.11. Gambaran garis kontur dan cara penetapannya di lapangan

c. *Guludan dan Guludan Bersaluran*

Guludan dan guludan bersaluran dibuat memotong lereng/searah kontur, dapat menghambat aliran permukaan dan erosi sehingga dapat meningkatkan infiltrasi.



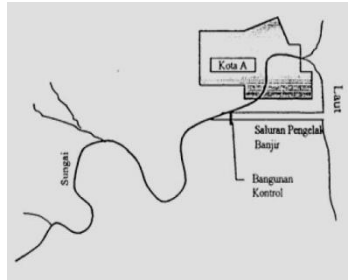
Sumber:

<https://bebasbanjir2025.wordpress.com/teknologi-pengendalian-banjir/guludan/>

Gambar 6.12. Gambaran guludan dan guludan bersaluran di lapangan

d. *Parit Pengelak*

Parit pengelak dibangun di kanan kiri sungai untuk mengurangi debit/kecepatan maupun volume aliran sungai, dan menghindari banjir di hilir.



Sumber:

<https://bebasbanjir2025.wordpress.com/10-makalah-tentang-banjir-2/sri-legowo-wignyo-darsono/>

Gambar 6.13. Parit pengelak untuk mengurangi debit di aliran utama

e. *Teras*

Teras dibuat untuk mengurangi panjang dan kemiringan lereng, meningkatkan infiltrasi, mengurangi aliran permukaan dan erosi. Pembuatan teras memerlukan biaya cukup besar.



Sumber:

<https://bebasbanjir2025.wordpress.com/teknologi-pengendalian-banjir/teras-2/>

Dokumen pribadi

Gambar 6.14. Contoh bangunan teras

Berbagai macam teras dapat dibuat tergantung pada kemiringan lereng, kedalaman solum tanah, dan sifat tanah dalam meresapkan air. Pembuatan teras cocok untuk daerah basah maupun kering.

- . Teras gulud: teras pada lahan dengan kemiringan 5%- 10%.
- . Teras kredit: teras pada lahan dengan kemiringan 10%-15%.
- . Teras bangku, ada yang datar dan ada yang miring: pada lahan dengan kemiringan 15%-30%.

f. *Kolam/Embung*

- Kolam/embung dibangun untuk mencukupi kebutuhan domestik rumah tangga, irigasi, kebutuhan ternak dan ikan.
- Dibangun terutama di daerah kering untuk kebutuhan di musim kemarau.
- Di daerah basah juga sebagai pengendali banjir.
- Dibangun sesuai kebutuhan.
- Memaksa memasukkan air ke dalam tanah agar terinfiltrasi, untuk tambahan air tanah.



Sumber:

https://www.jpnn.com/news/berkat-embung-petani-bali-tetap-produktif-di-musim-kemarau#google_vignette
<https://www.jurnas.com/artikel/74064/Antisipasi-Musim-Kemarau-Petani-Sumedang-Manfaatkan-Embung-Percepatan-Tanam/>

Gambar 6.15. Kolam/ embung

g. *Dam Penghambat/Sumbat Jurang (Gully Plug)*

Metode mekanik yang berfungsi sebagai pengendali jurang berupa bendungan kecil yang lolos air yang dibuat pada parit-parit melintang alur dengan konstruksi bronjong batu, kayu/bambu atau pemasangan batu spesifik.

Gully Plug memiliki manfaat antara lain:

1. memperbaiki lahan yang rusak akibat gerusan air sehingga terjadi jurang/parit.
2. mencegah bertambah luasnya kerusakan lahan akibat terjadinya jurang/parit yang semakin lebar.
3. mengendalikan erosi dan lumpur/sedimen/endapan dan air dari daerah atas sehingga dapat mengendalikan hilir dari sedimen dan banjir.
4. memperbaiki kondisi tata air daerah sekitarnya.

Gully plug dalam skala yang lebih besar berupa Dam Penahan dan Dam Pengendali.



Sumber: Dokumen pribadi

Gambar 6.16. Dam penghambat di daerah berlereng

h. *Dam Penahan*

Dam penahan berupa bangunan bendung aliran dengan lebar 8-10 meter, posisinya di atas Dam Pengendali dan di bawah *gully plug* di aliran anak sungai. Manfaat Dam Penahan adalah:

- Mengurangi daya gerus tanah di sepanjang bagian aliran.
- Menangkap (menampung) sedimen tanah.
- Menampung air, meresapkan air ke tanah dan menyediakan sumber air di lahan kering.



Sumber: Dokumen pribadi

Gambar 6.17. Dam Penahan

i. *Dam Pengendali (Check Dam)*

Dam Pengendali berupa bangunan bendung aliran > 15 m, posisinya di bawah Dam Penahan. Manfaat Dam Pengendali adalah:

- Menangkap (menampung) sedimen tanah.
- Menampung air, dan meresapkannya ke dalam tanah.
- Mengurangi daya gerus aliran.
- Menyediakan sumber air irigasi dan lain-lain di lahan kering.



Sumber:

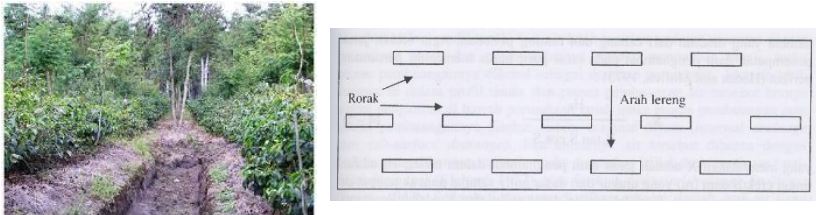
<https://pu.go.id/berita/cegah-terulangnya-banjir-bandang-kementerian-pupr-rampungkan-pengendali-banjir-dan-sedimen-kota-padang>

Gambar 6.18. Bangunan Dam Pengendali

j. *Rorak*

Rorak berupa galian memotong lereng, dengan ukuran 5m x 50cm x 60cm. Jarak dalam lereng 5-10m untuk lereng landai (3-8%) sampai agak miring (8-15%); dan jarak dalam lereng 3-5m untuk lereng (15-30%). Manfaat rorak adalah:

- Menampung aliran permukaan dan erosi, sehingga infiltrasi meningkat.
- Sedimen dalam lubang yang kaya unsur hara (berfungsi sebagai pupuk) dapat dikembalikan ke lahan sekitar tanam.



Sumber:

<https://bebasbanjir2025.wordpress.com/teknologi-pengendalian-banjir/rorak-parit-buntu/>

Gambar 6.19. Rorak di lahan perkebunan

k. *Tanggul*

Bangunan untuk mencegah banjir di dataran yang dilindungi.



Sumber: https://idea.grid.id/read/09696668/cara-tepat-membuat-tanggul-pencegah-banjir#google_vignette

Gambar 6.20. Tanggul di pinggir sungai

3. Metode Kimia

Metode kimia bertujuan untuk memantapkan struktur tanah dengan penambahan bahan kimia. Bahan kimia yang digunakan biasa disebut dengan *soil conditioner* (pembenah tanah) sehingga dapat meningkatkan stabilitas agregat tanah. Bahan pembenah tanah selain dalam bentuk bahan kimia, bisa juga dengan menggunakan bahan organik berupa kompos atau pupuk kandang yang berasal dari sisa-sisa hewan ternak.

2.3. Konservasi Sumber Daya Air

Dalam UURI No 7 Tahun 2019 tentang Sumber Daya Air, pada Pasal 14 disebutkan bahwa Konservasi Sumber Daya air adalah upaya memelihara keberadaan serta keberlanjutan keadaan, sifat, dan fungsi sumber daya air agar senantiasa tersedia dalam kuantitas dan kualitas yang memadai untuk kebutuhan makhluk hidup, baik pada waktu sekarang maupun masa yang akan datang. Air merupakan elemen penting yang menjamin eksistensi kehidupan di bumi. Walaupun air merupakan sumber daya yang dapat diperbarui, sebaiknya tidak memanfaatkan air secara berlebihan tanpa ada upaya konservasi air demi memenuhi kebutuhan makhluk hidup di masa kini maupun masa mendatang.

Konservasi sumber daya air meliputi air yang ada di permukaan tanah maupun di bawah permukaan tanah. Pengelolaan sumber daya air yang pemanfaatannya dilakukan secara bijak perlu dilakukan untuk menjamin kesinambungan ketersediaannya dengan tetap memelihara dan meningkatkan kualitas keanekaragaman dan nilainya. Di dalam Pasal 20 Undang-Undang Nomor 07 Tahun 2004 dinyatakan bahwa :

- (1) Konservasi sumber daya air ditujukan untuk menjaga kelangsungan keberadaan daya dukung, daya tampung, dan fungsi sumber daya air.
- (2) Konservasi sumber daya air sebagaimana dimaksud dalam ayat (1) dilakukan melalui kegiatan perlindungan dan

pelestarian sumber air, serta pengelolaan kualitas air dan pengendalian pencemaran air dengan mengacu pada pola pengelolaan sumber daya air yang ditetapkan pada setiap wilayah sungai.

Usaha konservasi air tidak bisa dipisahkan dengan usaha konservasi tanah. Dengan kata lain, konservasi air dapat dilakukan secara bersama dengan konservasi tanah. Melakukan konservasi tanah merupakan tindakan konservasi air. Begitu juga sebaliknya, melakukan konservasi air juga merupakan tindakan konservasi tanah (Arsyad, 2006).

Prinsip pelestarian/ konservasi sumber daya air adalah:

- mengelola bentang lahan (*land scape*) dengan baik.
- memperbesar resapan air (infiltrasi).
- memperkecil aliran permukaan (*surface runoff*).

Konservasi Sumber Daya Air dapat dikelompokkan ke dalam:

- Konservasi sumber daya air permukaan (daerah basah vs daerah kering).
- Konservasi air tanah (imbuhan dan pengambilan air tanah) pada wilayah perkotaan.
- Konservasi sumber mata air.
- Imbuhan air tanah pada daerah resapan air.

1. Konservasi Sumber Daya Air Permukaan (Daerah Basah vs Daerah Kering)

Konservasi sumber daya air permukaan ditujukan untuk mempertahankan dan meningkatkan potensi/kuantitas air permukaan yang tersedia, sebagai salah satu cara untuk melakukan konservasi sumber daya air.

Daerah basah:

- Berbagai metode untuk menekan aliran permukaan, agar tidak menimbulkan banjir dan erosi.

- Peningkatan kapasitas infiltrasi untuk imbuhan air tanah.

Daerah kering: Menampung air untuk kebutuhan musim kemarau berupa waduk, embung, pemanenan air hujan.

a. *Pengendalian Aliran Permukaan*

Pengendalian aliran permukaan dilakukan dengan memperpanjang waktu air tertahan di permukaan tanah dan meningkatkan air yang dapat masuk ke dalam tanah. Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan di berbagai jenis tanah dengan berbagai metode konservasi, didapatkan bahwa telah terjadi penurunan aliran permukaan di lahan kering/tegalan yang berpermeabilitas rendah.

b. *Meningkatkan Kapasitas Infiltrasi*

Kapasitas infiltrasi tanah sangat mempengaruhi volume air yang dapat masuk ke dalam tanah, dapat ditingkatkan dengan memperbaiki struktur tanah, menutup permukaan tanah dengan tanaman atau mencampurnya dengan bahan organik.

b. *Pemanenan Air Hujan (Terutama untuk Wilayah Kering)*

Pemanenan air dalam skala kecil dilakukan untuk memenuhi kebutuhan rumah tangga dan ternak, terutama menjelang dan selama musim kemarau panjang, dengan mengumpulkan air hujan yang mengucur dari atap rumah. Air hujan yang berkualitas baik dapat dikumpulkan dari atap rumah yang bersih dan terbuat dari bahan yang tahan korosi. Demikian pula dengan bak penampungnya. Sebaiknya, air hujan yang jatuh pada awal musim hujan, tidak dimasukkan ke dalam bak penampung air hujan. Air ini bermanfaat untuk meningkatkan ketersediaan air permukaan yang dapat dimanfaatkan sebagai salah satu sumber untuk suplai air bersih (Abdulla dan Al-Shareef 2009).

Untuk skala yang lebih besar, pemanenan air hujan dapat dilakukan di daerah tangkapan air, dengan menampung aliran permukaan pada suatu kawasan ke dalam suatu bak penampungan. Besarnya air hujan yang dapat dipanen, dipengaruhi oleh topografi dan kemampuan lapisan tanah atas dalam menahan air hujan yang jatuh.

Persiapan pemanenan air hujan dari suatu lahan yang luas, dapat dilakukan dengan cara:

- 1) Membuat saluran sejajar dengan garis kontur.
- 2) Membersihkan dan memadatkan bidang/lahan tangkapan air
Bila diperlukan dilengkapi dengan saluran searah lereng .
- 3) Menampung air hujan yang jatuh dan mengalirkan ke saluran tersebut.

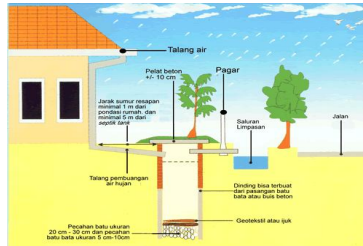
Pemanenan air hujan sering dilakukan di daerah kering, tetapi di daerah lembab juga sangat baik dilakukan untuk menampung aliran permukaan dan menghindari banjir. Joleha *et al.* (2019) telah menerapkan pemanenan air hujan untuk penyediaan air domestik secara berkelanjutan di pulau Merbau, Riau.

Berbagai metode konservasi air telah dijelaskan pada subbab sebelumnya tentang konservasi tanah seperti: Teras, bangunan peresapan air (embung), *gully plug*, dam penahan, dan dam pengendali. Metode konservasi air lainnya adalah sumur resapan, lubang resapan biopori, dan bioretensi.

1). Sumur Resapan

Sumur resapan adalah sumur dengan ukuran tertentu yang dilengkapi dengan bak kontrol. Fungsi sumur resapan adalah:

- Meningkatkan kapasitas resapan air tanah pada kawasan yang kemampuan resapan atau kapasitas resapan airnya sangat rendah. Biasanya ada di kawasan permukiman perkotaan.
- Menampung aliran permukaan.
- Mengurangi banjir di musim hujan. Berfungsi sebagai Imbuhan air tanah.



Sumber: <https://dlh.semarangkota.go.id/manfaat-baik-dari-sumur-resapan-untuk-hunian-ramah-lingkungan/>

Gambar 6.21. Sumur resapan di Lingkungan perumahan

Sumur resapan merupakan salah satu cara yang efektif untuk meningkatkan peresapan air dan sekaligus dapat menambah cadangan air tanah (Fetter 1994). Kelebihan dari sumur resapan adalah dapat mengurangi volume dan kecepatan aliran permukaan. Sumur resapan dapat dibangun di bawah garasi mobil atau halaman rumah yang tidak membutuhkan lahan yang luas. Kajian sumur resapan telah banyak dilakukan oleh para peneliti, antara lain Muntaha *et al.* (2022) yang mendapatkan bahwa sumur resapan efektif untuk konservasi air di daerah dengan permeabilitas tanah rendah.

2). Lubang Resapan Biopori

Lubang Resapan Biopori merupakan lubang kecil hasil pemboran di permukaan tanah. Manfaat dari Lubang Resapan Biopori adalah:

- Meningkatkan luasan/daya infiltrasi tanah, mengurangi volume aliran permukaan (*run off*) dan banjir.
- Meningkatkan/ imbuhan air tanah di perkotaan.



Sumber:

<https://rajawali.com/lubang-resapan-biopori-di-menara-rajawali/>
<https://sustaination.id/cara-membuat-lubang-biopori/>

Gambar 6.22. Lubang resapan biopori

3). Bioretensi

Bioretensi merupakan daerah cekungan tempat limpasan air mengalir dan mengumpul, serta meresap ke dalam tanah, sehingga dapat meningkatkan penangkapan polutan. Pembuatan bioretensi sangat cocok untuk pengelolaan air daerah perkotaan, karena teknologi bioretensi dapat diaplikasikan di halaman rumah, selokan, trotoar, taman ataupun tempat parkir, sekaligus ada dalam rancangan lanskap taman. Bioretensi dibuat dengan struktur berupa bagian atas sebagai media tanam, lapisan kedua berupa pasir dan lapisan ketiga berupa lapisan geotekstil yang dapat memisahkan lapisan pasir dan lapisan kerikil pada lapisan keempat (Handayani, 2016). Penerapan teknologi bioretensi adalah gabungan dari unsur air dan unsur tanaman. Air limpasan yang tertangkap oleh bioretensi biasanya mengandung polutan. Polutan padatan seperti sedimen akan disaring oleh pasir dan kerikil, sedangkan polutan berupa bahan kimia akan disaring oleh tanaman. Lapisan permukaan yang bervegetasi dapat mengurangi kecepatan limpasan dan menangkap sedimen (Debusk *et al.* 2011). Menurut Scott (2009), kriteria tekstur tanah yang digunakan harus lempung berpasir, pasir berlempung, atau lempung. Kandungan liat maksimum 5%, campuran tanah harus pasir 50-60%, kompos daun 20-30% dan *topsoil* 20-30%. Sistem bioretensi bertujuan untuk meresapkan air lebih cepat

dan meretensi kandungan polutan yang dibawa oleh air hujan dan air permukaan. Ayu dan Handayani (2022) telah merancang konsep bioretensi dan kolam retensi untuk mencegah banjir dengan Konsep *Zero Delta Run-Off*.



Sumber: <https://bebasbanjir2025.wordpress.com/teknologi-pengendalian-banjir/bioretensi/>

Gambar 6.23. Bioretensi yang sering dibangun di taman-taman perkotaan yang menggabungkan unsur tanaman, 'green water' dan 'blue water' dalam suatu bentang lahan dengan semaksimal mungkin meresapkan air ke dalam tanah, menambahkan air tanah, dan mencegah aliran permukaan dan banjir. *Green water* adalah air yang tersimpan di pohon dan lahan (zona jenuh dan tak jenuh), dan *blue water* adalah air yang tertampung dalam bentuk mata air, sungai dan danau.

2. Konservasi Air Tanah (Imbuan dan Pengambilan Air Tanah) pada Wilayah Perkotaan

Konservasi air tanah (imbuan dan pengambilan air tanah) pada wilayah perkotaan ditujukan untuk mempertahankan dan meningkatkan potensi/kuantitas air tanah yang tersedia yang dapat dilakukan melalui cara berikut.

a. *Pengisian Air Tanah Secara Buatan*

Pengisian air tanah ditujukan untuk menambah potensi sumber daya air, dan kemampuan tanah untuk menyimpan air, tergantung dari tinggi muka air tanah dan pori-pori tanah.

Syarat-syarat fisik yang diperlukan untuk pengisian air tanah adalah:

- 1) Tersedia akuifer dengan kapasitas dan permeabilitas yang memadai.
- 2) Tersedia cukup air untuk melakukan pengisian.
- 3) Pemompaan air tidak boleh berlebihan, agar tingkat pengimbuhan tidak rendah.
- 4) Kualitas air yang akan diisikan cukup memadai bila dibandingkan dengan air tanah yang ada.

b. *Pengendalian Pengambilan Air Tanah*

Pengambilan air tanah melalui sumur-sumur akan menyebabkan lengkung penurunan muka air tanah. Makin besar laju pengambilan air tanah akan semakin curam lengkung permukaan air tanah di sekitar sumur-sumur tersebut, sampai terjadi keseimbangan baru bila terjadi pengisian di daerah resapan. Keseimbangan baru ini akan terjadi bila laju pengambilan air tanah lebih kecil dari pengisian air hujan di daerah resapan. Namun bila laju pengambilan air tanah lebih besar dari pengisiannya, maka lengkung penurunan muka air tanah di antara sumur-sumur tersebut akan semakin curam, dan akan terjadi penurunan muka tanah secara permanen.

Untuk itu dalam rangka konservasi sumber daya air, maka pemanfaatan air tanah harus dapat dikendalikan, dan disesuaikan dengan besarnya pengimbuhan atau pengisian oleh air hujan di daerah resapan.

3. Konservasi Sumber Mata Air

Konservasi sumber mata air dapat dilakukan melalui upaya penghijauan kawasan resapan air dan berlereng curam yang dapat berfungsi:

- Meningkatkan cadangan air tanah.
- Mengurangi banjir.
- Dapat mengkonservasi mata air
- Menjaga kontinuitas aliran sungai musim hujan dan kemarau.



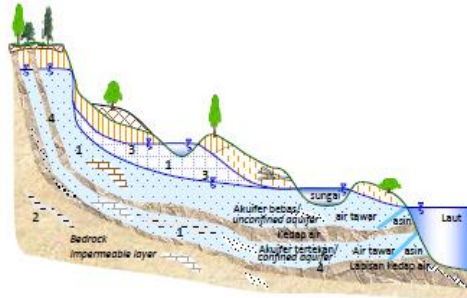
Sumber:
<https://www.google.co.id/search?q=konservasi+sumber+mata+air>

Gambar 6.24. Konservasi sumber mata air

4. Imbuhan Air Tanah pada Daerah Resapan Air

Dalam Ayat (2) dan (3) Pasal 12 UU No. 7 Tahun 2004 tentang Sumber Daya Air disebutkan bahwa pengelolaan air tanah didasarkan pada Cekungan Air Tanah (CAT) dan ketentuan mengenai pengelolaannya diatur lebih lanjut dengan Peraturan Pemerintah No. 43 Tahun 2008 tentang Air Tanah.

Dalam UU Sumber Daya Air disebutkan bahwa daerah aliran air tanah disebut Cekungan Air Tanah (CAT) atau *groundwater basin*. Definisi CAT adalah suatu wilayah yang dibatasi oleh batas hidrogeologis, tempat semua kejadian hidrogeologis seperti proses pengimbuhan, pengaliran, dan pelepasan air tanah berlangsung.



Sumber: <https://ahmadsholihan.wordpress.com/2014/01/01/definisi-dan-karakteristik-daerah-cat-dan-non-cat/>

Gambar 6.25. Kawasan Cekungan Air Tanah

Kriteria CAT berdasar PP No. 43 Tahun 2008 adalah :

- Mempunyai batas hidrogeologis yang dikontrol oleh kondisi geologis dan/atau kondisi hidraulik air tanah. Batas hidrogeologis adalah batas fisik wilayah pengelolaan air tanah. Batas hidrogeologis dapat berupa batas antara batuan lulus dan tidak lulus air, batas pemisah air tanah, dan batas yang terbentuk oleh struktur geologi yang meliputi: kemiringan lapisan batuan, patahan dan lipatan.
- Mempunyai daerah imbuhan dan daerah lepasan air tanah dalam satu sistem pembentukan air tanah. Daerah imbuhan air tanah merupakan kawasan lindung air tanah, di daerah ini air tanah tidak untuk didayagunakan. Sedangkan daerah lepasan air tanah secara umum air tanah dapat didayagunakan.
- Memiliki satu kesatuan sistem akuifer: yaitu kesatuan susunan akuifer, termasuk lapisan batuan kedap air yang berada di dalamnya. Akuifer dapat berada pada kondisi tidak tertekan atau bebas (*unconfined*) dan/atau tertekan (*confined*).

2.4. Konservasi Sumber Daya Alam Hayati

Konservasi sumber daya alam hayati adalah pengelolaan sumber daya alam hayati yang pemanfaatannya dilakukan secara bijaksana untuk menjamin kesinambungan persediaannya dengan tetap memelihara dan meningkatkan kualitas keanekaragaman dan nilainya.

Konservasi sumber daya alam hayati dan ekosistemnya bertujuan untuk mengusahakan terwujudnya kelestarian sumber daya alam hayati serta keseimbangan ekosistemnya sehingga dapat lebih mendukung upaya peningkatan kesejahteraan masyarakat dan mutu kehidupan manusia.

Lokasi tempat konservasi keanekaragaman hayati di Indonesia yang telah diresmikan pemerintah berupa cagar alam, suaka margasatwa, hutan lindung, taman laut, taman hutan raya, dan kebun raya. Aktualisasi tentang konservasi sumber daya hayati telah dituangkan dalam Undang-Undang Nomer 5 Tahun 1990, bahwa:

- (1) Setiap orang dilarang melakukan kegiatan yang dapat mengakibatkan perubahan terhadap keutuhan kawasan suaka alam.
- (2) Ketentuan sebagaimana dimaksud dalam ayat (1) tidak termasuk kegiatan pembinaan habitat untuk kepentingan satwa di dalam suaka margasatwa.

Kegiatan Konservasi sumber daya alam hayati dan ekosistemnya dilakukan melalui kegiatan perlindungan sistem penyangga kehidupan, pengawetan keanekaragaman jenis tumbuhan dan satwa beserta ekosistemnya serta pemanfaatan secara lestari sumber daya alam hayati dan ekosistemnya.

3. PEMBANGUNAN PERTANIAN BERKELANJUTAN

3.1. Pengertian Pertanian Berkelanjutan

Perkembangan dunia pertanian dari cara konvensional ke modern yang disebut sebagai *Revolusi Hijau*, telah memberikan berbagai kesuksesan. Namun revolusi hijau juga telah meninggalkan berbagai dampak negatif bagi lingkungan. Revolusi hijau yang menerapkan sistem pertanian yang bertarget produksi tinggi (intensifikasi); menuntut penggunaan pupuk anorganik, pestisida, herbisida dan intensifnya eksploitasi lahan dalam jangka panjang. Kondisi demikian membawa konsekuensi kerusakan lingkungan, mulai dari tanah, air, udara maupun makhluk hidup. Penggunaan bahan-bahan kimia sintetis tersebut berimplikasi pada rusaknya struktur tanah dan musnahnya mikroba tanah sehingga dari hari ke hari lahan pertanian menjadi semakin kritis. Praktek-praktek pertanian modern yang dilakukan dengan tidak bijak mengakibatkan pencemaran lingkungan, keracunan, penyakit dan kematian makhluk hidup, yang selanjutnya dapat menimbulkan bencana dan malapetaka (Tandisau dan Herniwati, 2009).

Seiring dengan meningkatnya kesadaran akan kelestarian lingkungan, revolusi hijau mendapat kritikan dari berbagai kalangan. Tidak hanya menyebabkan kerusakan lingkungan akibat penggunaan teknologi yang tidak memandang kaidah-kaidah yang telah ditetapkan, revolusi hijau juga menciptakan ketidakadilan ekonomi dan ketimpangan sosial. Ketidakadilan ekonomi muncul karena ada praktek monopoli dalam penyediaan sarana produksi pertanian, sementara ketimpangan sosial terjadi diantara petani dan komunitas di luar petani (Sahiri, 2003).

Dinamika tersebut mendorong munculnya gagasan untuk mengembangkan suatu sistem pertanian yang tidak merusak alam dan dapat bertahan hingga ke generasi berikutnya.

Dalam dua dekade terakhir, telah berkembang konsep pertanian berkelanjutan (*sustainable agriculture*) yang merupakan implementasi dari konsep pembangunan berkelanjutan (*sustainable development*). Pembangunan pertanian berkelanjutan bertujuan untuk meningkatkan pendapatan dan kesejahteraan masyarakat tani secara luas melalui peningkatan produksi pertanian yang dilakukan secara seimbang dengan memperhatikan daya dukung ekosistem sehingga keberlanjutan produksi dapat terus dipertahankan dalam jangka panjang dengan meminimalkan terjadinya kerusakan lingkungan (Fadlina *et al.*, 2013).

Berbagai penelitian mengenai pertanian berkelanjutan telah banyak dilakukan, diantaranya menunjukkan bukti bahwa pertanian berkelanjutan mampu meningkatkan produktivitas lebih tinggi daripada pertanian konvensional. Studi terhadap 286 proyek pertanian berkelanjutan di 57 negara berkembang di Afrika, Asia dan Amerika antara tahun 1999 dan 2000 menunjukkan terjadinya kenaikan hasil rata-rata hingga 79%. Proyek-proyek tersebut menerapkan teknik penggunaan air yang lebih efisien, peningkatan jumlah bahan organik dalam tanah serta pemerangkapan karbon (*carbon sequestration*), dan pengendalian hama, gulma dan penyakit tanaman dengan teknik pengelolaan hama terpadu. Pada tahun tersebut, tercatat 12,6 juta petani telah mengadopsi praktek pertanian berkelanjutan dengan luas areal pertanian berkisar 37 juta hektar atau setara dengan 3% dari luas lahan yang dapat ditanami di Afrika, Asia dan Amerika Latin (Rukmana, 2012).

Studi yang dilakukan Rodale Institute pada tahun 2011 menunjukkan keunggulan pertanian organik yang merupakan contoh dari pertanian berkelanjutan dibandingkan dengan pertanian konvensional. Keunggulan tersebut yakni performa pertanian organik lebih baik pada musim kemarau dan menghemat 45% penggunaan energi daripada pertanian konvensional. Pertanian konvensional menghasilkan 40% lebih banyak emisi gas rumah kaca yang dapat memperparah

pemanasan global. Rodale Institute lebih lanjut menemukan fakta bahwa pertanian organik tiga kali lebih menguntungkan dibandingkan dengan pertanian konvensional. Data selama periode 2008-2010 menunjukkan keuntungan yang diperoleh pertanian organik mencapai \$ 1.395/hektar setiap tahunnya, sementara pertanian konvensional hanya \$ 475/hektar/tahun. Iowa State University juga melakukan kajian yang serupa dan mengungkapkan keuntungan yang diperoleh pertanian organik untuk setiap tahunnya mencapai \$ 500/hektar lebih besar dari pertanian konvensional. Hal ini disebabkan rendahnya biaya produksi pertanian organik karena tidak memerlukan biaya untuk pembelian pestisida dan pupuk sintetis dengan harga yang cukup mahal, serta harga produksi tanaman organik yang relatif lebih tinggi di pasaran (Maquito, 2012).

Tabel 6.1 menunjukkan perbedaan antara pertanian modern dengan pertanian konvensional.

Tabel 6.1. Perbedaan pertanian modern dengan konvensional

Pertanian modern	Pertanian konvensional
Sangat tergantung pada kemajuan inovasi teknologi	Sangat tergantung pada manajemen, pengetahuan serta keterampilan petani
Mebutuhkan investasi modal yang besar untuk produksi dan pengembangan teknologi	Pada umumnya tidak membutuhkan investasi modal yang besar
Skala pertanian yang cukup luas/besar	Skala pertanian kecil dan menengah
Sistem tanam: monokultur	Sistem tanam: diversifikasi
Penggunaan pupuk dan pestisida kimiawi dilakukan secara luas	Meminimalisir penggunaan pupuk dan pestisida kimiawi, mengalihkannya dengan pupuk dan pestisida alami
Biaya yang dikeluarkan untuk upah tenaga kerja relatif rendah karena hanya dibutuhkan sedikit tenaga kerja	Biaya upah tenaga kerja lebih tinggi karena dibutuhkan lebih banyak tenaga kerja
Ketertgantungan yang tinggi pada penggunaan bahan bakar untuk sumber energi pada produksi pertanian, produksi	Penggunaan bahan bakar fosil dalam proses produksi relatif lebih rendah karena minim penggunaan mesin

pupuk, pengepakan, transportasi, dan pemasaran	pertanian, tidak memproduksi pupuk kimiawi, dan dalam pemasarannya pun lebih menekankan pada pemasaran secara langsung dan bersifat lokal (areal pertanian dekat dengan konsumen sehingga jalur distribusi lebih pendek dibandingkan dengan sistem pertanian konvensional)
--	--

Untuk dapat dikatakan berkelanjutan, suatu sistem pertanian harus memenuhi prinsip dasar yang secara umum merupakan adopsi dari prinsip dasar pembangunan berkelanjutan (Rukmana, 2012). Tiga prinsip dasar sistem pertanian berkelanjutan meliputi: keberlanjutan ekonomi, ekologi/ lingkungan, dan sosial. Serageldin dan Steer (1994) menggambarkan Kerangka Segitiga Konsep Pembangunan Berkelanjutan seperti yang disajikan pada Gambar 6.26. Ketiga komponen tersebut merupakan komponen yang saling terkait dan mempengaruhi antara satu dengan yang lain. Menurut Surjono (2010) dalam Sudrajat (2018), untuk mencapai pembangunan yang berkelanjutan tidak cukup hanya tiga pilar tersebut, perlu dua pilar lagi yaitu kelembagaan lingkungan dan penegakan hukum/ peraturan perundangan. Kelembagaan dan perundangan sumber daya pertanian telah dibahas pada Modul 5.

3.2. Macam-Macam Keberlanjutan

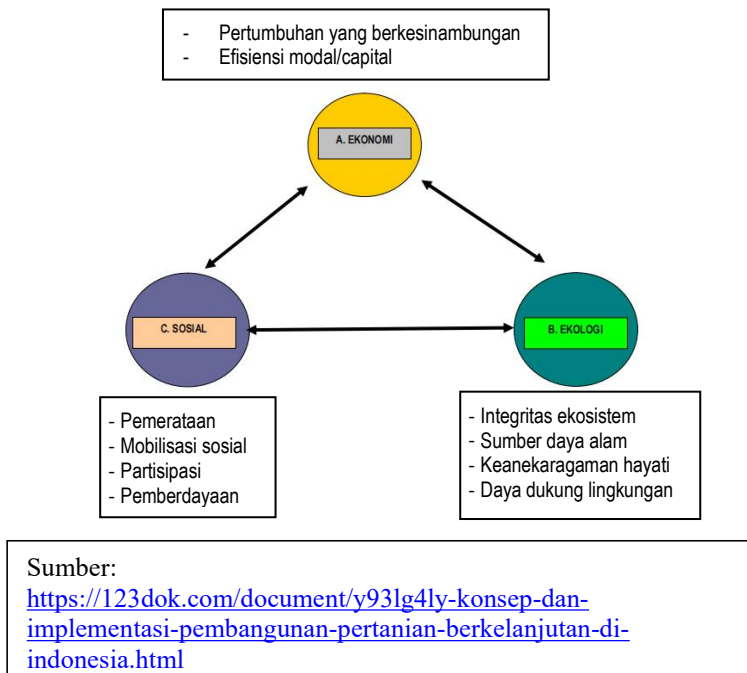
1. Keberlanjutan Ekonomi

Keberlanjutan ekonomi adalah bahwa pembangunan harus mampu menghasilkan barang dan jasa secara kontinu untuk memelihara keberlanjutan pemerintahan dan menghindari ketidakseimbangan sektoral yang dapat merusak produksi pertanian dan industri (Fauzi, 2004). Bagi petani, keberlanjutan ekonomi adalah produksi pertanian dapat memberikan hasil yang dapat menjamin hidup layak petani beserta keluarganya, sehingga petani dapat merancang masa depannya dengan baik.

Produksi pertanian yang menguntungkan harus berlangsung secara terus menerus dengan tetap menjaga kualitas tanah.

2. Keberlanjutan Ekologi/Lingkungan

Sistem yang berkelanjutan secara ekologi/lingkungan merupakan usaha untuk memanfaatkan dan mengelola sumber daya alam secara bijaksana dengan tidak memberikan dampak negatif terhadap lingkungan dan berlaku adil bagi generasi mendatang (Keraf, 2002). Pertanian berkelanjutan dapat dicapai dengan melindungi, mendaur ulang, mengganti dan/atau mempertahankan basis sumber daya alam, seperti: tanah, air, dan keanekaragaman hayati yang memberikan sumbangan bagi perlindungan modal alami.



Gambar 6. 26. Kerangka Segitiga Konsep Pembangunan Berkelanjutan

3. Keberlanjutan Sosial

Keberlanjutan sosial dapat diartikan bahwa sistem yang diterapkan mampu mencapai keadilan dan kesetaraan akses terhadap sumber daya alam dan pelayanan publik baik dalam bidang kesehatan, gender, maupun akuntabilitas politik (Fauzi, 2004). Dalam pertanian berkelanjutan, keberlanjutan sosial berkaitan dengan kualitas hidup dan kesejahteraan dari mereka yang terlibat dalam sektor tersebut. Pertanian berkelanjutan memberikan solusi bagi permasalahan pengangguran karena sistem ini mampu menyerap tenaga kerja lebih banyak bila dibandingkan dengan sistem pertanian konvensional yang lebih mengedepankan penggunaan mesin dan alat-alat berat. Dengan pertanian, masyarakat tani dapat merasa nyaman dalam berusahatani. Teknologi usahataninya dapat mereka kerjakan dengan mudah.

3.3. Pembangunan Pertanian Berkelanjutan

Seperti telah disebutkan sebelumnya, Pertanian berkelanjutan (*Sustainable Agriculture*) merupakan implementasi dari konsep pembangunan berkelanjutan (*sustainable development*) pada sektor pertanian. Pertanian berkelanjutan adalah pemanfaatan sumber daya yang dapat diperbaharui (*renewable resources*) dan sumberdaya tidak dapat diperbaharui (*unrenewable resources*) untuk proses produksi pertanian dengan menekan dampak negatif terhadap lingkungan seminimal mungkin. Konsep pertanian berkelanjutan, juga harus bertumpu pada tiga pilar yaitu: ekonomi, sosial, dan ekologi. Konsep pembangunan berkelanjutan yang berorientasi pada tiga dimensi keberlanjutan, ialah:

1. Dimensi ekonomi berkaitan dengan konsep maksimisasi aliran pendapatan yang dapat diperoleh dengan setidaknya mempertahankan asset produktif yang menjadi basis dalam memperoleh pendapatan tersebut. Yang menjadi indikator utama dalam dimensi ekonomi ialah tingkat efisiensi ekonomi, dan

daya saing maupun besaran dan pertumbuhan nilai tambah termasuk dalam hal laba, serta stabilitas ekonomi.

2. Dimensi sosial adalah orientasi kerakyatan, hal ini berkaitan dengan kebutuhan masyarakat akan kesejahteraan sosial yang dicerminkan oleh kehidupan sosial yang harmonis yaitu tercegahnya terjadinya konflik sosial, preservasi keragaman budaya serta modal sosio-kebudayaan, termasuk dalam hal perlindungan terhadap suku minoritas.

3. Dimensi lingkungan alam menekankan kebutuhan akan stabilitas ekosistem alam yang mencakup sistem kehidupan biologis dan materi alam. Dalam hal ini mencakup terpeliharanya keragaman hayati dan daya lentur biologis atau sumberdaya genetik, sumber air dan agroklimat, sumberdaya tanah, serta kesehatan dan kenyamanan lingkungan.

Salah satu contoh penerapan pertanian berkelanjutan adalah sistem pertanian organik. Pertanian organik adalah metode produksi tanaman yang berfokus pada perlindungan lingkungan. Metode ini menghindari penggunaan input kimia, seperti pupuk dan pestisida (Theocharopoulos *et al.*, 2012). Teknik-teknik yang digunakan dalam pertanian organik merupakan pendekatan dari sistem pertanian berkelanjutan yang menekankan pada pelestarian dan konservasi sumber daya alam guna terciptanya keseimbangan ekosistem dan memberikan kontribusi bagi peningkatan produktivitas pertanian dalam jangka panjang. Menurut Sudirja (2008), kegiatan-kegiatan yang dapat menunjang pertanian berkelanjutan adalah pengendalian hama terpadu, konservasi tanah, menjaga kualitas air, penggunaan tanaman pelindung/penutup tanah, diversifikasi tanaman, pengelolaan nutrisi tanaman, dan *agroforestry*.

Pembangunan pertanian berkelanjutan dapat dilakukan melalui kegiatan berikut:

1. Pengendalian Hama Terpadu

Pengendalian hama tanaman dapat dilakukan dengan cara yang lebih bijak dan ramah lingkungan dengan mengesampingkan penggunaan pestisida kimiawi melalui metode Pengendalian Hama Terpadu (PHT). PHT merupakan pengendalian hama yang dilakukan dengan menggunakan unsur-unsur alami yang mampu mengendalikan hama agar tetap berada pada jumlah di bawah ambang batas yang merugikan (Juanda dan Cahyono, 2005) dengan cara-cara yang aman bagi lingkungan dan makhluk hidup (Endah dan Abidin, 2002). Beberapa cara pengendalian hama terpadu yakni:

- menggunakan serangga atau hewan yang dikenal sebagai musuh alami hama seperti *Tricogama sp.* yang merupakan musuh alami dari parasit telur dan parasit larva hama tanaman.
- menggunakan tanaman penangkap hama untuk menjauhkan hama dari tanaman utama.
- melakukan rotasi tanaman untuk mencegah terakumulasinya pathogen dan hama yang sering menyerang satu spesies saja.

2. Konservasi Tanah

Konservasi tanah dapat diartikan sebagai penempatan setiap bidang tanah pada cara penggunaan yang sesuai dengan kemampuan tanah tersebut dan memperlakukannya sesuai dengan syarat-syarat yang diperlukan agar tidak terjadi kerusakan dan dapat berfungsi secara berkelanjutan (Arsyad, 2006). Kegiatan konservasi tanah telah dibahas secara lengkap di Kegiatan Belajar 1 Modul 6; diantaranya dengan membuat sengkedan/ guludan atau terasering pada lahan miring untuk mencegah terjadinya erosi, melakukan reboisasi atau penanaman kembali lahan kritis, melakukan pergiliran tanaman atau *crop rotation* dan menanam tanaman penutup tanah (*cover crop*).

3. Menjaga Kualitas Air

Menjaga dan melindungi sumber daya air untuk tetap mempertahankan kualitasnya pada kondisi alamiahnya merupakan hal mutlak dalam pertanian. Penurunan kualitas air akan menurunkan daya guna, produktivitas dan daya tampung dari sumber daya air yang pada akhirnya akan menurunkan kekayaan sumber daya air. Kegiatan yang dapat dilakukan untuk menjaga kualitas air antara lain: mengurangi penggunaan senyawa kimia sintetis ke dalam tanah yang dapat mencemari air tanah, menggunakan irigasi tetes yang menghemat penggunaan air dan pupuk, melakukan penanaman, pemeliharaan dan kegiatan konservasi tanah pada kawasan lahan kritis terutama di hulu daerah aliran sungai.

4. Penanaman Tanaman Pelindung/Penutup Tanah

Penanaman tanaman pelindung seperti gandum dan semanggi di akhir musim panen tanaman sayuran atau sereal bermanfaat untuk menekan pertumbuhan gulma, mencegah erosi dan meningkatkan nutrisi dan kualitas tanah.

5. Diversifikasi Tanaman

Diversifikasi tanaman merupakan teknik menanam/memelihara lebih dari satu jenis tanaman dalam satu areal lahan pertanian. Cara ini merupakan salah satu alternatif untuk mengurangi risiko kegagalan usaha pertanian akibat kondisi cuaca ekstrim, serangan hama pengganggu tanaman, dan fluktuasi harga pasar. Diversifikasi tanaman juga dapat berkontribusi bagi konservasi lahan, menjaga kelestarian habitat binatang, dan meningkatkan populasi serangga yang bermanfaat. Dari segi ekonomi, diversifikasi tanaman dapat meningkatkan pendapatan petani sepanjang tahun dan meminimalkan kerugian akibat kemungkinan kegagalan dari menanam satu jenis tanaman saja.

6. Pengelolaan Nutrisi Tanaman

Pengelolaan nutrisi tanaman diperlukan untuk memperbaiki kondisi tanah serta melindungi lingkungan tanah. Hal ini dapat dilakukan dengan penggunaan pupuk kandang dan tanaman kacang-kacangan sebagai penutup tanah yang tidak hanya menyuburkan tanah, tetapi juga dapat menekan biaya pembelian pupuk anorganik. Beberapa jenis pupuk organik yang dapat dimanfaatkan antara lain pupuk kandang, kompos, kascing (kotoran cacing), dan pupuk hijau (dedaunan).

7. *Agroforestry* (wanatani)

Seperti telah disebutkan sebelumnya, *Agroforestry* merupakan sistem tata guna lahan (usahatani) yang mengkombinasikan tanaman semusim maupun tanaman tahunan untuk meningkatkan keuntungan, baik secara ekonomis maupun lingkungan. Sistem ini membantu terciptanya keanekaragaman tanaman dalam suatu luasan lahan untuk mengurangi risiko kegagalan dan melindungi tanah dari erosi serta meminimalisir kebutuhan pupuk dari luar lahan karena ada daur-ulang sisa tanaman (Ruijter dan Agus, 2004).

Kegiatan-kegiatan untuk mencapai pertanian yang berkelanjutan merupakan kegiatan konservasi sumber daya pertanian (sumber daya lahan tanah, lingkungan, dan hayati).

Manfaat Pertanian Berkelanjutan, terutama bagi masyarakat tani Indonesia yang merupakan masyarakat agraris adalah:

- Meningkatkan kualitas sumber daya alam dan lingkungan yang bersumber dari sektor pertanian.
- Memenuhi kebutuhan pangan masyarakat.
- Memanfaatkan sumber daya alam yang ada secara efisien.
- Meminimalisir dampak negatif akibat aktivitas usaha pertanian yang dapat merusak alam lingkungan.

- Menjaga keberlanjutan dan keuntungan dalam bidang usaha pertanian dalam jangka waktu yang Panjang.

3.4. Pembangunan Pertanian Berkelanjutan Di Indonesia

Beberapa hal yang harus dilakukan dalam penerapan pembangunan pertanian berkelanjutan di Indonesia:

- a. Mengidentifikasi parameter yang berpengaruh terhadap tercapainya pembangunan pertanian berkelanjutan dan parameter yang memerlukan dukungan sektor lain.
- b. Melakukan analisis terhadap daya ungkit dan sensitifitas masing-masing parameter yang mempengaruhi pencapaian tujuan.
- c. Melakukan kajian dampak dan efek ganda dari kebijakan yang dirumuskan, meliputi: rehabilitasi infrastruktur dan sarana seperti alsintan, pupuk, benih, pestisida.
- d. Melakukan pendampingan dan penguatan sumber daya manusia.
- e. Melakukan penanganan pasca panen, dan pengendalian harga yang merupakan parameter pengungkit dan ini harus mendapat prioritas dalam penyusunan program terobosan yang disesuaikan dengan kebutuhan lapangan.

Untuk lebih memperjelas tentang sistem pertanian berkelanjutan di Indonesia, berikut adalah beberapa contoh penerapan pertanian berkelanjutan.

1. Pertanian organik

Di atas telah diberikan contoh tentang Pertanian organik. Pertanian organik merupakan metode pertanian yang hanya menggunakan pengendalian hama alami dan pupuk hayati untuk bercocok tanam tanpa menggunakan bahan kimia atau pestisida. Metode ini mengoptimalkan siklus energi dan nutrisi dalam ekosistem pertanian. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pemupukan mampu meningkatkan karbon organik di dalam tanah yang menyebabkan pelepasan CO₂ dalam jumlah besar ke atmosfer.

Praktek pertanian organik dapat membantu petani untuk mengurangi emisi nitro oksida dan metana dari tanah. Dengan demikian, metode ini berdampak positif pada air, satwa liar di sekitarnya, tanah, atmosfer, dan petani dalam jangka panjang.

2. Rotasi tanaman dan polikultur

Rotasi tanaman adalah strategi pertanian yang melibatkan budidaya berbagai jenis tanaman di lahan yang sama pada musim yang berurutan. Dengan metode ini, kemungkinan penyakit tanaman dan sayuran dapat dikurangi. Selain itu, praktik ini juga mengurangi jumlah pestisida dan pupuk kimia yang dibutuhkan agar ramah lingkungan.

3. Sumber daya energi alternatif terbarukan

Menurut FAO (*Food Association Organization*), energi dari rantai pangan pertanian menyumbang 35 persen dari total emisi gas rumah kaca (GRK). Dengan demikian, sumber energi terbarukan, seperti energi matahari, tenaga air, dan angin, harus digunakan untuk menggerakkan aktivitas pertanian.

Dalam metode ini, panel surya berguna untuk menjalankan sistem pemompaan dan pemanas. Petani juga dapat menggunakan pembangkit listrik tenaga air dari sungai terdekat untuk berbagai mesin pertanian. Untuk menemukan sumber daya alternatif terbaik untuk pertanian, petani disarankan untuk membandingkan tingkat energi menggunakan situs yang banyak tersedia di website atau media *online*.

4. Pengelolaan pengolahan tanah

Pengolahan tanah adalah proses perlakuan mekanis terhadap tanah untuk persiapan produksi tanaman. Metode ini termasuk membalik, menggali, dan mengaduk tanah. Petani dapat melakukan pengolahan tanah secara optimum agar dapat mengurangi emisi gas rumah kaca dalam jangka panjang, karena pengurangan pengolahan tanah dapat mengurangi penggunaan bahan bakar fosil. Pengolahan

tanah dapat dilakukan seminimum mungkin (*minimum tillage*) atau bahkan tanpa olah tanah (*zero tillage*). Selain mengurangi energi dan emisi gas rumah kaca, pengolahan tanah minimum dan tanpa olah dapat mengurangi laju kerusakan tanah.

5. *Agroforestry*

Agroforestry telah dibahas pada Kegiatan Belajar 1, sebagai salah satu metode vegetatif dalam konservasi tanah dan air. Tidak hanya sebagai metode konservasi sumber daya pertanian, *agroforestry* juga merupakan salah satu cara penerapan sistem pertanian berkelanjutan. Seperti telah dibahas sebelumnya, *agroforestry* adalah menanam tanaman keras berkayu di lahan yang sama yang digunakan untuk pertanian. Oleh karena penggunaan lahan yang maksimal, teknik ini sangat produktif dan berkelanjutan. Cara ini akan membawa banyak manfaat ekonomi, lingkungan, dan sosial seperti yang telah dibahas pada kegiatan belajar 1.

3.5. Dampak Pertanian Berkelanjutan

Pertanian berkelanjutan mengacu pada pertanian yang baik untuk lingkungan, hewan dan manusia. Dengan kita menghargai bumi sebagai penghasil makanan, air, serta tanaman, maka bumi akan berada dalam kondisi yang sehat dan terus menyediakan sumber daya yang berkualitas bagi generasi mendatang.

Jenis pertanian berkelanjutan didasarkan pada pendekatan ekosistem secara keseluruhan, tidak hanya berfokus pada produk tertentu seperti sayuran, daging, telur, dan lain-lain. Investasi difokuskan pada sistem yang sehat secara keseluruhan, termasuk sistem pangan yang lebih berkelanjutan, kesejahteraan manusia dan hewan, kesehatan masyarakat, kesehatan ekologi, dan kesehatan tanah.

Pertanian berkelanjutan tidak bergantung pada penambahan pupuk sintetis atau pestisida, sehingga para petani juga tidak terlalu bergantung pada ketersediaan pupuk kimia yang mahal. Pertanian berkelanjutan memanfaatkan limbah tanaman seperti daun-daun kering, batang, tunggul, dan lainnya, sebagai pupuk kompos yang

alami. Juga menggunakan kotoran hewan ternak sebagai pupuk hayati untuk menyuburkan tanah.

Dalam hal ini, siklus daur ulang tanaman dari penggunaan pupuk kompos akan membangun kesehatan tanah, sistem air bersih, serta keanekaragaman hayati yang berkelanjutan. Jika pertanian berkelanjutan diterapkan dengan benar, maka kondisi tanah akan selalu sehat dan siap mengurangi emisi gas karbon. Hal ini juga menjadi salah satu tujuan pembangunan berkelanjutan untuk memperlambat perubahan iklim dunia.

3.6. Pembangunan Pertanian Berkelanjutan Dalam SDGs

Tujuan pembangunan berkelanjutan (*Sustainable Development Goals*, SDGs) nomer dua (2) yang dicanangkan Bappenas bertujuan untuk meningkatkan kesejahteraan masyarakat dunia. Tujuan nomer dua (2) adalah Tanpa Kelaparan, Menghilangkan Kelaparan, Mencapai Ketahanan Pangan dan Gizi yang baik, serta Meningkatkan Pertanian Berkelanjutan. Terkait dengan pertanian, target tujuan nomer dua tersebut antara lain:

- Pada tahun 2030, menjamin sistem produksi pangan yang berkelanjutan dan menerapkan praktek pertanian tangguh yang mampu meningkatkan produksi dan produktivitas, membantu menjaga ekosistem, memperkuat kapasitas adaptasi terhadap perubahan iklim, cuaca ekstrim, kekeringan, banjir, dan bencana lainnya, serta secara progresif memperbaiki kualitas tanah dan lahan.
- Pada tahun 2020, mengelola keragaman genetik benih, tanaman budidaya, hewan peliharaan dan spesies liar yang pengelolaannya dilakukan di tingkat nasional, regional dan internasional, serta meningkatkan akses terhadap pembagian keuntungan yang adil dan merata.
- Meningkatkan investasi melalui kerjasama internasional yang kuat, dalam infrastruktur perdesaan, layanan kajian dan perluasan pertanian, pengembangan teknologi dan bank gen

untuk tanaman dan ternak, untuk meningkatkan kapasitas produktif pertanian di negara berkembang, khususnya negara kurang berkembang.

- Memperbaiki dan mencegah pembatasan dan distorsi dalam pasar pertanian dunia, termasuk melalui penghapusan secara bersamaan segala bentuk subsidi ekspor pertanian dan semua tindakan ekspor dengan efek setara, sesuai dengan amanat *the Doha Development Round*.
- Mengadopsi langkah-langkah yang menjamin berfungsinya pasar komoditas pangan serta turunannya dengan tepat, dan memfasilitasi pada waktu yang tepat, akses terhadap informasi pasar, termasuk informasi cadangan pangan, demi membantu membatasi volatilitas harga pangan yang ekstrim.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdulla, F.A. and Al-Shareef, A.W. (2009) Roof Rainwater Harvesting Systems for Household Water Supply in Jordan. *Desalination*, 243, 195207.
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0011916409002677>.
- Arsyad, S. 2006. *Konservasi Tanah dan Air*. Bogor. IPB Press.
- Ayu, A. W. dan S. Andajani. 2022. Penerapan Konsep Zero Delta Run-Off pada Perumahan Tataca Puri, Kabupaten Tangerang. *Jurnal Teknik Sipil* Vol. 08(01): 1-12.
- BAPPENAS. 2017. Sustainable Development Goals (SDGs). Target tahun 2030. 2017[Internet]. Available from: <https://www.sdg2030indonesia.org/>.
- Debusk KM, Wynn TM. 2011. Stormwater bioretention for runoff quality and quantity mitigation. *Jurnal Environ Eng*. 137: 800-808.
- Endah, J. dan Z. Abidin. 2002. *Membuat Tanaman Buah Kombinasi*. AgroMedia Pustaka, Jakarta.
- Fadlina, I.M., B. Supriyono, dan S. Soeaidy. 2013. *Perencanaan Pembangunan Pertanian Berkelanjutan (Kajian tentang Pengembangan Pertanian Organik di Kota Batu), Sustainable Development of Agrocultural (Studies on Organic Agricultural Development in Batu City)*, J-PAL, Vol. 4, No. 1.
- Fauzi, A. (2004) *Ekonomi Sumber Daya Alam dan Lingkungan: Teori dan Aplikasi*. Jakarta : Gramedia.
- Fetter CW. 1994. *Applied Hydrogeology*. New York (USA): MacMillan College Publishing Company.
- Gazali, A. 2019. Kajian Potensi Ketersediaan Air Pada Embung Rantau Baru Guna Kebutuhan Air Irigasi Di Sub Daerah Aliran Sungai Tapin. *Jurnal Kacapuri. Jurnal Keilmuan Teknik Sipil* . Vol 2(2):11-23.
- Handayani D. 2016. Kajian bioretensi sebagai salah satu *eco-drainase*. *Jurnal Tekno Efisien*. 1(3): 250-260.

- Joleha, A.Mulyadi, Wawan, dan I. Suprayogi. 2019. Application of Rainwater Harvesting Technology to Supply Sustainable Domestic Water. *International Journal of Electrical, Energy and Power System Engineering (IJEEPSE)*. Vol 2(1): 10-14.
- Juanda, D. dan B. Cahyono. 2005. Wijen: teknik budidaya dan analisis usaha tani. Kanisius, Yogyakarta.
- Keraf, S. 2002. Etika Lingkungan. Penerbit Buku Kompas. Jakarta.
- Maquito, Max. 2012. Sustainable Agriculture as an E3 Approach to Reducing Rural/Urban Poverty, 14 th SGRA Shared Growth Seminar “The UrbanRural Gap and Sustainable Shared Growth” April 26, 2012 at the School of Labor and Industrial Relations, University of the Philippines.
- Muntaha, Y., T. B. Prayogo, dan E.Yuliani. 2022. Permodelan Sumur Resapan Inovatif untuk Konservasi Air Tanah Permeabilitas Rendah Daerah Kota Malang. *Journal of Water Resources Engineering* Vol 13(1):36-47.
- Pemerintah Indonesia. 1990. Undang-Undang Nomor 5 Tahun 1990 tentang Konservasi Sumber Daya Alam Hayati dan Ekosistemnya. Sekretariat Negara RI. Jakarta.
- Pemerintah Indonesia. 2004. Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 7 Tahun 2004 Tentang Sumber Daya Air. Lembaran Negara RI Tahun 2004 No 32. Sekretariat Negara RI. Jakarta.
- Pemerintah Indonesia. 2008. Peraturan Pemerintah No. 43 Tahun 2008 Tentang Air Tanah. Lembaran Negara RI Tahun 2008 No 83. Kemeterian Hukum dan Hak Azasi Manusia RI. Jakarta.
- Pemerintah Indonesia. 2014. Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 37 Tahun 2014 Tentang Konservasi Tanah dan Air. Lembaran Negara RI Tahun 2014 No 299. Sekretariat Negara RI. Jakarta.

- Pemerintah Indonesia. 2019. Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 17 Tahun 2019 Tentang Sumberdaya Air. Sekretariat Negara RI. Jakarta.
- Rukmana, D. 2012. Pertanian Berkelanjutan: Mengapa, Apa dan Pelajaran Penting dari Negara Lain, Fakultas Pertanian, Universitas Hasanuddin.
- Ruijter J. dan F. Agus. 2004. Mulsa Cara Mudah Untuk Konservasi Tanah. Pidra dan World Agroforestry Centre
- Sahirin, N. 2003. Pertanian Organik : Prinsip Daur Ulang Hara, Konservasi Air dan Interaksi Antar Tanaman, Pascasarjana Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Scott TE. 2009. *Bioretention*. [http://www.Bioretention.com/ What is.htm](http://www.Bioretention.com/What%20is.htm). [diunduh 30 Oktober 2022].
- Serageldin, I and A. Steer, 1994. Making Development Sustainable. Environmentally Sustainable Development Occasional Paper Series No. 2.
- Sudrajat, A.S.E. 2018. Pilar Pembangunan Berkelanjutan: Kajian Pengelolaan Sumberdaya Alam dan Lingkungan Kampung Batik Rejomulyo Semarang Timur. Riptek Vol. 12(I): ,83-88
- Sudirja, R. 2008. Pembangunan Pertanian Berkelanjutan Berbasis Sistem Pertanian Organik, disampaikan pada acara Penyuluhan Pertanian, KKNM UNPAD Desa Sawit Kec. Darangdan Kab. Purwakarta, 7 Agustus 2008.
- Sukardi, B. 2014. Pertanian Berkelanjutan vs Pertanian Konvensional, <https://sbendank.wordpress.com/prinsip-prinsip-pertanian-berkelanjutan/>, diakses 6 November 2014.
- Tandisau, P. dan Herniwati. 2009. Prospek Pengembangan Pertanian Organik di Sulawesi Selatan Balai Pengkajian Teknologi Pertanian Sulawesi Selatan Prosiding Seminar Nasional Serealia 2009 ISBN :978-979-8940-27-923.

Theocharopoulos, A., S. Aggelopoulos, P.Papanagiotou², K. Melfou and E. Papanagiotou. 2012. Sustainable Farming Systems vs Conventional Agriculture: A Socioeconomic Approach, In book: Sustainable Development - Education, Business and Management - Architecture and Building Construction - Agriculture and Food Security, Prof. Chaouki Ghenai (Ed.).

Troeh, F. R., J. A. Hobbs, and R. L. Donahue. 1991. *Soil and Water Conservation (Second Edition)*. By Hemel Hempstead, Herts, UK: Prentice Hall, pp. 530.