APLIKASI BIOTEKNOLOGI TANAMAN TERINTEGRASI NILAI-NILAI AGAMA ISLAM

Dr. Nur Hidayat, M.Ag
Khosi'in, M.Pd.Si
Dr. Azizah Aryati, M.Ag
Zulfikri Muhammad, Lc.,M.Si

Editor:
Falahun Ni'am, M.Pd.I

Penerbit :
CV. Elsi Pro

APLIKASI BIOTEKNOLOGI TANAMAN TERINTEGRASI NILAI-NILAI AGAMA ISLAM

Dr. Nur Hidayat, M.Ag
Khosi'in, M.Pd.Si
Dr. Azizah Aryati, M.Ag
Zulfikri Muhammad, Lc.,M.Si

Diterbitkan oleh : CV. ELSI PRO
Anggota IKAPI No. 464/JBA/2023

Jl Perjuangan By Pass Cirebon No Hp 087727871951
Email : chiplukan@yahoo.com

Editor : Dr. Ismail, M.Ag
Desain cover & layout : Khayatun Nufus, S.Hum.I
Percetakan : CV. ELSI PRO
Cetakan Pertama : Januari 2024
169 Halaman
ISBN : dalam proses pengajuan

Hak Cipta dilindungi Undang- undang
Dilarang memperbanyak karya tulis ini dalam bentuk dan dengan cara apapun tanpa ijin tertulis dari penerbit

KATA PENGANTAR

Puji syukur Penulis Panjatkan Kehadirat Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan Hidayah-Nya kepada Penulis, sehingga penulis dapat menyelesaikan buku yang berjudul ***Aplikasi Bioteknologi Tanaman Terintegrasi Nilai-Nilai Agama Islam*** ini dengan baik. Sholawat beriring salam senantiasa penulis sampaikan kepada Baginda Rosul Nabi Muhammad SAW yang telah membawa kaum muslimin ini dari alam jahiliyah menuju alam yang penuh ilmu pengetahuan seperti yang kita rasakan pada saat ini.

Bioteknologi adalah metode atau proses yang melibatkan makhluk hidup atau organisme hidup untuk menghasilkan produk baru sehingga dapat bermanfaat bagi kesejahteraan manusia.

Buku ***Aplikasi Bioteknologi Tanaman Terintegrasi Nilai-Nilai Agama Islam*** ini penulis buat berdasarkan hasil penelitian tentang Pengolahan Tanaman Liar Menjadi Pupuk NPK di dalamnya terdapat keterkaitan dengan nilai-nilai agama islam.

Penulis mengucapkan terima kasih yang sedalam dalamnya kepada seluruh pihak yang telah membantu dalam penyelesaian ***Aplikasi Bioteknologi Tanaman Terintegrasi Nilai-Nilai Agama Islam***.

Penulis menyadari masih banyak kekurangan dalam tulisan ini, oleh karena itu kritik dan saran yang membangun sangat penulis harapkan guna kesempurnaan tulisan ini.

Penulis,

DAFTAR ISI

BAB I RUANG LINGKUP BIOTEKNOLOGI 1
A. Pengertian Bioteknologi 1
B. Sejarah Perkembangan Bioteknologi 5
C. Prinsip Dasar Bioteknologi 16
D. Pembagian Bioteknologi 17
E. Nilai-Nilai Agama Islam Dalam Bioteknologi 22
F. Ayat-Ayat Al-Qur'an Dalam Bidang Bioteknologi 29

BAB II APLIKASI BIOTEKNOLOGI BIDANG PERTANIAN 33
A. Pemuliaan Tanaman 33
B. Tanaman Transgenik..... 38
C. Kloning Tanaman 43
D. Pengendalian Hama dan Penyakit..... 47
E. Produksi Pestisida Nabati. 50
F. Peningkatan Kualitas Nutrisi..... 52
G. Konservaasi Sumber Daya Alam 55
H. Pengembangan Tanaman Perbaikan Lingkungan. 65
I. Pengembangan Varietas Unggul 67
J. Pengujian Keamanan Pangan 70
K. Pengendalian Produksi Biji 72
L. Biofertilizer..... 75
M. Teknik Kultur Jaringan 77
N. Penelitian Genomik 80
O. Evaluasi..... 83

BAB III PUPUK NPK DARI TANAMAN LIAR 84
A. Pupuk NPK..... 84
B. Tanaman Liar..... 95
C. Proses Pembuatan Pupuk NPK dari Tanaman Liar 100

D. Nilai-Nilai Agama Islam Dalam Mencintai Tanaman (Lingkungan)
139
E. Ayat-Ayat Al-Qur'an Untuk Mencintai Atau Menjaga Alam dan Tanaman

146

DAFTAR PUSTAKA 164

BAB I
RUANG LINGKUP BIOTEKNOLOGI

A. Pengertian Bioteknologi

Istilah bioteknologi untuk pertama kalinya dikemukakan oleh Karl Ereky, seorang insinyur Hongaria pada tahun 1917 untuk mendeskripsikan produksi babi dalam skala besar dengan menggunakan bit gula sebagai sumber pakannya (Suwanto, 1998). Beragam batasan dan pengertian dikemukakan oleh berbagai lembaga untuk menjelaskan tentang Bioteknologi. Beberapa diantaranya akan diulas singkat sebagai berikut:

1. Menurut Bull et al. (1982), bioteknologi merupakan penerapan asas-asas sains (ilmu pengetahuan alam) dan rekayasa (teknologi) untuk pengolahan suatu bahan dengan melibatkan aktivitas jasad hidup untuk menghasilkan barang dan/atau jasa.
2. Bioteknologi merupakan penerapan prinsip-prinsip ilmu pengetahuan dan kerekayasaan untuk penanganan dan pengolahan bahan dengan bantuan agen biologis untuk menghasilkan bahan dan jasa (OECD,1982).
3. Bioteknologi adalah teknik pendayagunaan organisme hidup atau bagian organisme untuk membuat atau memodifikasi suatu produk dan meningkatkan/memperbaiki sifat tanaman atau hewan atau mengembangkan mikroorganisme untuk penggunaan khusus (OTA-US, 1982).
4. Menurut Primrose (1987), secara lebih sederhana bioteknologi merupakan eksploitasi komersial

organisme hidup atau komponennya seperti; enzim.

5. Bioteknologi berasal dari dua kata, yaitu 'bio' yang berarti makhuk hidup dan 'teknologi' yang berarti cara untuk memproduksi barang atau jasa. Dari paduan dua kata tersebut European Federation of Biotechnology mendefinisikan bioteknologi sebagai perpaduan dari ilmu pengetahuan alam dan ilmu rekayasa yang bertujuan meningkatkan aplikasi organisme hidup, sel, bagian dari organisme hidup, dan/atau analog molekuler untuk menghasilkan produk dan jasa.
6. Atau secara tegas dinyatakan, Bioteknologi merupakan penggunaan terpadu biokimia, mikrobiologi, dan ilmu-ilmu keteknikan dengan bantuan mikroba, bagian-bagian mikroba atau sel dan jaringan organisme yang lebih tinggi dalam penerapannya secara teknologis dan industri (Dr. drh. Heru Nurcahyo 2011)

Secara harfiah bioteknlogi berasal dari tiga suku kata yaitu *bios, teknos dan logos.* Bios memiliki arti makhluk hidup, teknos memiliki arti aplikasi atau penerapan sedangkan logis memiliki arti ilmu, sehingga dapat diartikan bahwa bioteknologi adalah ilmu yang mempelajari tentang penerapan makhluk hidup melalui tahapan atau proses untuk menghasilkan suatu produk atau jasa yang bisa bermanfaat bagi kehidupan manusia dengan bantuan dari makhluk hidup (mikroorganisme atau sejenisnya. Bisa dikatakan juga bahwa bioteknologi adalah Pemanfaatan organisme, sistem, atau proses biologis untuk meningkatkan potensi produk dan jasa yang dihasilkan suatu organisme.

Definisi lain menerangkan bahwa Bioteknologi adalah metode atau proses yang melibatkan makhluk hidup atau organisme hidup untuk menghasilkan produk baru sehingga dapat bermanfaat bagi kesejahteraan manusia. Atau dapat dikatakan juga, bioteknologi merupakan suatu cabang ilmu yang mempelajari cara memanfaatkan organisme hidup dalam melakukan proses produksi untuk menghasilkan barang maupun jasa yang bermanfaat bagi manusia. Bioteknologi berasal dari dua kata yaitu Bio dan Teknologi. Kata Bio berarti kehidupan sedangkan kata Teknologi memiliki makna sebagai suatu metode ilmiah yang digunakan untuk mencapai tujuan secara praktis. Pada zaman kini, Bioteknologi tidak hanya didukung oleh keilmuan biologi saja, tetapi juga dari berbagai macam ilmu terapan, seperti biokimia, biologi molekuler, genetika, mikrobiologi, komputer dan lain-lain. Sehingga bioteknologi Dapat di definisikan sebagai ilmu terapan yang menggabungkan berbagai macam cabang ilmu dalam memproses barang atau jasa yang bisa bermanfaat bagi manusia dengan menggunakan bantuan makhluk hidup. Adapun ciri-ciri utama dari bioteknologi adalah adanya 1) jasad biologi/renik seperti mikroorganisme, tumbuhan maupun hewan, dan 2) teknologi yang dapat diaplikasikan secara industri, baik dengan menggunakan proses ekstraksi maupun pemurnian (Amar 2017).

Sedangkan menurut pendapat lain Bioteknologi adalah bidang penerapan biosains dan teknologi yang menyangkut penerapan praktis organisme hidup atau komponen subsellulernya pada industri jasa dan manufaktur serta

pengelolaan lingkungan. Atau dapat pula di definisikan sebagai teknologi yang menggunakan sistem hayati (prosesproses biologi) untuk mendapatkan barang dan jasa yang berguna bagi kesejahteraan manusia. Bioteknologi memanfaatkan: bakteri, ragi, kapang, alga, sel tumbuhan atau sel hewan yang dibiakkan sebagai konstituen berbagai proses industri. (Prof. Drs. Sutarno 2016). Dalam pemahaman yang lebih jelas mengatakan bahwa Bioteknologi merupakan cabang ilmu pengetahuan dan teknologi (IPTEK) di bidang biologi yang mempelajari aplikasi dari organisme biologis, sistem dan proses dalam industri barang dan jasa untuk kepentingan manusia (Febriana Dwi Wahyuni 2020).

Dari beberapa penjelasan tentang pengertian bioteknologi menurut pendapat beberapa ahli dapat dikatakan bahwa bioteknologi merupakan cabang ilmu pengetahuan yang mempelajari pemanfaatan bagian dari makhluk hidup atau makhluk hidup itu sendiri untuk menghasilakan produk yang dapat bermanfaat bagi kehidupan manusia dengan kata lain teknologi yang dihasilkan dari bantuan makhluk hidup.

B. Sejarah Perkembangan Bioteknologi

Bioteknologi telah dimulai sejak manusia mulai meningkatkan kualitas hidupnya dengan memanfaatkan agen-agen biologi. Sejarah bioteknologi sebelum era teknologi maju diawali dengan ditemukannya proses fermentasi bir dan pembuatan keju oleh masyarakat Mesir dan Sumeria pada sekitar tahun 2000 SM, kemudian berkembang pada tahun 500 SM ditemukannya jamur penghasil

antibiotik pada kedelai untuk menangani infeksi. Masyarakat mesir kuno telah mengenal pemanfaatan mikroorganisme untuk pembuatan bir, anggur, cuka, yogurt, dan lain-lain. Bahkan bangsa yunani kuno telah melakukan proses bioteknologi dengan melakukan pemuliaan pada tanaman-tanaman dengan kualitas baik serta melakukan ternak hewan-hewan yang potensial untuk dimanfaatkan oleh manusia.

Perkembangan bioteknologi kemudian semakin berkembang sejak ditemukannya mikroskop oleh ilmuwan Belanda, Zacharias Jansshen, pada abad 16 dan ditemukannya sel oleh Robert Hooke dan bakteri oleh Antonii van Leeuwenhoek pada abad 17. Penemuan vaksinasi small pox oleh Edward Jenner menjadi tonggak sejarah perkembangan bioteknologi di bidang kesehatan. Pada abad 19, enzim dan protein mulai ditemukan dan pada saat yang sama, salah satu bakteri penting dalam proses pengembangan antibiotik secara bioteknologi, Escherichia coli, ditemukan. Suharto menemukan membagi Era perkembagan bioteknologi ke dalam 5 era yaitu:

1. Era Pra Pasteur, sebelum tahun 1865, penggunaan teknik fermentasi menggunakan mikroorganisme untuk menghasilkan produk.
2. Era Pasteur (1986-1940), pengembangan industri fermentasi untuk membuat etanol, butanol, asam organik serta pengolahan limbah secara aerob.
3. Era Antibiotik (1940-1960), pembuatan penisilin yang digunakan pada saat tentara Amerika di Normandy melakukan perang dunia kedua, vaksin virus, teknologi kultur sel hewan,

teknologi fermentasi media cair, dan transformasi steorid.

4. Era Pasca Antibiotik (1960-1975), isolasi asam-asam amino, eludasi struktur DNA, protein sel tunggal, enzim, protein sel tunggal, biogas, dan teknologi DNA rekombinan.
5. Era Bioteknologi Modern (1975-sekarang), penggunaan rekayasa genetika, zat antibodi monoklonal, produksi hormon, dan lain-lain.

Perkembangan dan kemajuan bioteknologi tidak dapat dilepaskan dari kemajuan ilmu-ilmu lainnya seperti mikrobiologi, biokimia, biologi molekuler, dan genetika. Bioteknologi modern terlahir diawali dengan inovasi para ilmuwan untuk mengembangkan teknologi DNA rekombinan. Perusahaan bioteknologi pertama di dunia, Genetech, di Amerika Serikat berhasil memproduksi protein hormon insulin rekombinan yang diintroduksikan ke dalam sel bakteri E. coli menggunakan teknologi DNA rekombinan. Bioteknologi molekuler berperan dalam proses memanipulasi organisme pada taraf seluler dan molekuler. (Eko Prasetya 2021)

Verma et al. (2011) membagi tahapan perkembangan bioteknologi ke dalam tiga tahapan atau kategori yang berbeda yaitu bioteknologi kuno, bioteknologi klasik, dan bioteknologi modern.

1. Bioteknologi Kuno (sebelum – 1800)

   Bioteknologi kuno mengacu pada penggunaan metode dan teknik biologi yang telah ada sejak zaman kuno untuk menghasilkan produk atau memodifikasi organisme. Meskipun tidak sekompleks bioteknologi modern, prinsip-prinsip dasar dari bioteknologi ini telah

digunakan oleh manusia selama berabad-abad. Berikut beberapa contoh bioteknologi kuno:

a. Fermentasi: Fermentasi adalah salah satu teknik bioteknologi tertua yang digunakan oleh manusia. Ini melibatkan penggunaan mikroorganisme seperti bakteri, ragi, dan jamur untuk mengubah bahan-bahan menjadi produk yang berguna, seperti roti, bir, anggur, dan yogurt. Proses fermentasi telah digunakan oleh berbagai budaya sejak ribuan tahun yang lalu.
b. Pembuatan Bir: Proses pembuatan bir dengan menggunakan fermentasi gandum atau barley oleh ragi adalah contoh bioteknologi kuno yang telah ditemukan lebih dari 5.000 tahun yang lalu di Sumeria (wilayah yang sekarang menjadi Irak).
c. Pembuatan Keju: Pembuatan keju melibatkan penggunaan bakteri dan jamur untuk memfermentasi susu, mengubahnya menjadi produk yang lebih tahan lama. Teknik ini telah digunakan oleh berbagai budaya selama berabad-abad.
d. Penggunaan Tanaman dan Hewan: Manusia telah melakukan seleksi alamiah dan pemuliaan tanaman dan hewan untuk menghasilkan varietas yang lebih unggul sejak zaman kuno. Contohnya adalah pemuliaan tanaman padi, jagung, dan gandum yang dimulai ribuan tahun yang lalu.
e. Pengobatan Tradisional: Banyak budaya kuno menggunakan tumbuhan obat dan bahan alami lainnya untuk pengobatan berbagai penyakit. Pengetahuan ini merupakan bentuk

bioteknologi kuno dalam penggunaan organisme hidup untuk tujuan medis.

f. Produksi Tempe: Tempe adalah produk makanan tradisional Indonesia yang dibuat dengan fermentasi kedelai oleh jamur Rhizopus oligosporus. Proses ini telah digunakan di Indonesia selama berabad-abad.

Meskipun bioteknologi kuno mungkin terlihat sederhana dibandingkan dengan bioteknologi modern yang memanfaatkan teknologi genetika dan rekayasa genetika, kontribusi mereka terhadap perkembangan makanan, minuman, pengobatan, dan pertanian telah signifikan dalam sejarah manusia. Bioteknologi kuno adalah landasan bagi perkembangan bioteknologi modern yang lebih kompleks.

2. Bioteknologi Klasik

Bioteknologi klasik mengacu pada berbagai teknik dan metode yang digunakan dalam biologi molekuler dan rekayasa genetika sebelum era bioteknologi modern. Ini adalah periode sebelum teknologi DNA rekombinan, manipulasi gen secara langsung, dan metode analisis genetika yang sangat canggih. Bioteknologi klasik mencakup sejumlah teknik dan pendekatan yang telah menjadi dasar bagi perkembangan bioteknologi yang lebih canggih. Beberapa contoh teknik bioteknologi klasik meliputi:

a. Seleksi Alami dan Pemuliaan: Prinsip dasar seleksi alami digunakan oleh petani dan peternak selama ribuan tahun untuk memilih tanaman dan hewan dengan karakteristik yang diinginkan. Ini merupakan bentuk

bioteknologi klasik dalam pemuliaan tanaman dan hewan.

b. Hibridisasi: Hibridisasi adalah teknik yang melibatkan persilangan varietas atau spesies yang berbeda untuk menghasilkan keturunan dengan sifat-sifat yang diinginkan. Ini telah digunakan dalam pemuliaan tanaman untuk menghasilkan varietas unggul.
c. Mutasi: Radiasi atau bahan kimia dapat digunakan untuk menginduksi mutasi pada tanaman atau mikroorganisme, yang dapat menghasilkan varietas yang berbeda dengan karakteristik yang diinginkan. Teknik ini digunakan dalam pemuliaan tanaman.
d. Hibridoma: Teknik ini digunakan untuk menghasilkan antibodi monoklonal dengan menggabungkan sel-sel antibodi dengan sel-sel tumor (sel mieloma) untuk menghasilkan sel hibrida yang mampu menghasilkan antibodi spesifik.
e. Teknik PCR (*Polymerase Chain Reaction*): PCR adalah teknik yang memungkinkan amplifikasi gen DNA secara cepat dan efisien. Meskipun dianggap sebagai teknologi klasik, PCR masih menjadi alat penting dalam berbagai aplikasi bioteknologi modern.
f. Elektroforesis Gel: Teknik ini digunakan untuk memisahkan fragmen DNA, RNA, atau protein berdasarkan ukuran mereka menggunakan medan listrik dan gel agarosa atau poliakrilamida.
g. Transformasi Bakteri: Teknik transformasi digunakan untuk memasukkan gen-gen asing ke dalam bakteri dengan tujuan menghasilkan

produk yang diinginkan, seperti insulin manusia.

h. Kultur Sel: Kultur sel digunakan untuk mengembangkan dan mempertahankan sel-sel dalam kondisi laboratorium untuk berbagai tujuan, termasuk produksi vaksin dan produk farmasi lainnya.

Bioteknologi klasik telah memberikan dasar bagi pengembangan teknologi genetika yang lebih canggih seperti rekayasa genetika, kloning DNA, dan sekuensing genom. Teknik-teknik ini telah mengubah cara kita memahami dan memanipulasi materi genetik, membuka pintu untuk berbagai aplikasi di bidang pertanian, kesehatan, dan industri.

3. Bioteknologi Modern

Bioteknologi sebagai perpaduan dari ilmu pengetahuan alam dan ilmu rekayasa yang bertujuan meningkatkan aplikasi organisme hidup, sel, bagian dari organisme hidup, dan/atau analog molekuler untuk menghasilkan produk dan jasa. Pemanfaatan mikroba untuk kepentingan manusia telah ada sejak zaman sebelum masehi. Hingga sekarang manusia telah mengalami tiga periode perkembangan bioteknologi, yaitu sebagai berikut:

a. Periode bioteknologi tradisional (sebelum abad ke-15 M), dalam periode ini telah ada teknologi pembuatan minuman bir dan anggur menggunakan ragi (6000 SM), mengembangkan roti dengan ragi (4000 SM), dan pemanfaatan ganggang sebagai sumber makanan yang dilakukan oleh bangsa aztek (1500 SM).

b. Periode bioteknologi ilmiah (abad ke-15 sampai ke-20 M)

Periode ini ditandai dengan adanya beberapa peristiwa berikut ini :

1) Tahun 8000 SM :Pengumpulan benih untuk ditanam kembali. Bukti bahwa bangsa Babilon, Mesir, dan Romawi melakukan praktik pengembangbiakan selektif (seleksi artifisal) untuk meningkatkan kualitas ternak.
2) Tahun 6000 SM :Pembuatan bir, fermentasi anggur, membuat roti dengan bantuan ragi.
3) Tahun 4000 SM :Bangsa Tionghoa membuat yoghurt dan keju dengan bakteri asam laktat.
4) Tahun 1500 : Pengumpulan tumbuhan di seluruh dunia.
5) Tahun 1665:Penemuan sel oleh Robert Hooke (Inggris) melalui mikroskop.
6) Tahun 1670:usaha penambangan biji tembaga dengan bantuan mikrob di Rio Tinto, Spanyol.
7) Tahun 1686:Penemuan mikrosop oleh Antony van Leeuwenhoek yang juga menjadi manusia pertama yang dapat melihat mikrob.
8) Tahun 1800 :Nikolai I. Vavilov menciptakan penelitian komprehensif tentang pengembangbiakan hewan.
9) Tahun 1856:Gregor Mendel mengawali genetika tumbuhan rekombinan.
10) Tahun 1865:Gregor Mendel menemukan hukum hukum dalam penyampaian sifat induk keturunannya.

11) Tahun 1870: Louis pasteur menemukan adanya mikrob dalam makanan dan minuman.
12) Tahun 1880:Penemuan Mikroorganisme/
13) Tahun 1890: alkohol dapat dimanfaatkan sebagai bahan bakar motor.
14) Tahun 1897: penemuan enzim dari ekstrak ragi yang dapat mengubah gula menjadi alkohol oleh Eduard Buchner.
15) Tahun 1910:Bakteri penghasil aseton, butanol, gliserol.
16) Tahun 1912 : pengelolahan limbah dengan menggunakan mikrob.
17) Tahun 1915 : produksi aseton, butanol, dan gliserol dengan menggunakan bakteri.
18) Tahun 1919:Karl Ereky, Insinyur Hongaria, orang pertama menggunakan kata bioteknologi.
19) Tahun 1928:Struktur rantai DNA terungkap.
20) Tahun 1953:Penemuan dbakteri antibiotika baru (streptomicin, spalosporin,dll),
21) Tahun 1950-an: Mikroba untuk menambang uranium di kanada.
22) Tahun 1970:Peneliti di AS berhasil menemukan enzim pembatas yang digunakan untuk pemotongan gen gen.
23) Tahun 1973:DNA rokombinan ditemukan dan percobaan rekayasa genetika pertama berhasil.
24) Tahun 1973:Hibridoma menghasilkan antibodi monoclonal

25) Tahun 1975 :Metode produksi antibodi monoklonal dikembangkan oleh Kohler dan Milstein
26) Tahun 1978:Para peneliti di AS berhasil membuat insulin dengan menggunakan bakteri yang terdapat pada usus besar
27) Tahun 1981:Insulin hasil rekayasa genetika diperbolehkan digunakan pada manusia
28) Tahun 80-an Interferon, hormone tumbuh, vaksin hepatitis, dihasilkan dari rekayasa, pertengahan
29) Tahun akhir 80-an Bahan mentah industri plastic dari mikroba, interferon untuk kanker,
30) Tahun 1990:Mikroba hasil rekayasa membantu mengesterak minyak dari tanah
31) Tahun 1992 FDA menyetujui makanan GM pertama dari Calgene: tomat "flavor saver"
32) Tahun 2000 Perampungan Human Genome Project

c. Periode bioteknologi modern (abad ke-20 M sampai sekarang)

Periode ini diawali dengan penemuan teknik rekayasa genetik pada tahun 1970-an. Era rekayasa genetik dimulai dengan penemuan enzim endonuklease restiksi oleh Dussoix dan Boyer. Dengan adanya enzim tersebut memungkinkan kita dapat memotong ADN pada posisi tertentu, mengisolasi gen dari kromosom suatu organisme, dan menyisipkan potongan ADN lain (dikenal dengan teknik ADN rekombinan). Setelah penemuan enzim endonuklease restriksi, dilanjutkan dengan

program bahan bakar alkohol dari brazil, teknologi hibridoma yang menghasilkan antibodi monoklonal (1976), diberikannya izin untuk memasarkan produk jamur yang dapat dikonsumsi manusia kepada Rank Hovis Mc. Dougall (1980). Peran teknologi rekayasa genetik pada era ini semakin terasa dengan diizinkannya penggunaan insulin hasil percobaan rekayasa genetik untuk pengobatan penyakit diabetes di Amerika Serikat pada tahun 1982. insulin buatan tersebut diproduksi oleh perusahaan Eli Lilly dan Company.

Hingga saat ini, penelitian dan penemuan yang berhubungan dengan rekayasa genetik terus dilakukan. Misalnya dihasilkan organisme transgenik penelitian genom makhluk hidup. Bioteknologi memiliki gradien perkembangan teknologi, yang dimulai dari penerapan bioteknologi tradisional yang telah lama dan secara luas dimanfaatkan, hingga teknik-teknik bioteknologi baru dan secara terus menerus berevolusi.



Gambar 1.1 contoh dari bioteknologi modern

C. Prinsip Dasar Bioteknologi

Pada dasarnya prinsip dari bioteknologi secara garis besar ada dua, pertama merupakan pemanfaatan mikroorganisme atau makroorganisme, baik pemanfaatan mikroorganisem itu sendiri secara individu seperti jamur Rhizopus oryzae yang digunakan untuk membantu proses pembuatan tempe, atau bagian dari mahluk hidup yang digunakan seperti teknik rekombinasi DNA makhluk hidup, kedua menghasilkan produk atau jasa dari bantuan makhluk hidup tersebut. Bioteknologi itu sendiri merupakan teknologi pemanfaatan makhluk hidup (bakteri, fungi, virus, dan lain-lain) maupun produk dari makhluk hidup (enzim, antibiotik, alkohol dan lain-lain) dalam proses produksi untuk menghasilkan barang dan jasa.

Perkembangan bioteknologi ditunjang oleh berbagai ilmu murni dan terapan, seperti biokimia, teknik kimia, komputer, biologi sel dan molekular, mikrobiologi, genetika, imunologi, fisiologi, imunologi, dan lain sebagainya. Dengan pemahaman bahwa bioteknologi adalah teknologi inovatif dengan pemanfaatan makhluk hidup yang mengimplementasikan berbagai bidang ilmu dalam proses produksi barang dan jasa yang dikehendaki (Carstoiu et al., 2007). Penerapan bioteknologi secara sederhana sejak lama sudah dilakukan oleh manusia, sebagai contoh, di bidang teknologi pangan adalah pembuatan bir, roti, maupun keju yang sudah dikenal sejak abad ke-19, pemuliaan tanaman untuk menghasilkan varietas-varietas baru di bidang pertanian, serta pemuliaan dan reproduksi hewan. Di bidang medis, penerapan bioteknologi di masa lalu dibuktikan antara lain dengan penemuan

vaksin, antibiotik, dan insulin walaupun masih dalam jumlah yang terbatas akibat proses fermentasi yang tidak sempurna yang berawal dari penyakit bercak-bercak kuning pada tanaman tembakau yang ternyata itu disebabkan oleh virus Tobaco Mozaik Virus (TMV).

Perubahan signifikan terjadi setelah penemuan bioreaktor oleh Louis Pasteur, dengan alat ini, produksi antibiotik maupun vaksin dapat dilakukan secara massal. Pada masa ini, bioteknologi berkembang sangat pesat, terutama di negara negara maju. Kemajuan ini ditandai dengan ditemukannya berbagai macam teknologi terutama rekayasa genetika dan ditunjang teknologi lainnya seperti kultur jaringan, pengembangan stem-cell, kloning, dan lain-lain. Teknologi-teknologi tersebut memungkinkan kita untuk memperoleh spesies dengan sifat ungul juga dapat menjadi opsi penyembuhan berbagai penyakit-penyakit genetik maupun kronis yang sulit disembuhkan, seperti kanker, AIDS dan kerusakan jaringan organ lainnya (Godbey, 2020)

D. Pembagian Bioteknologi

Secara garis besar pembagian bioteknologi dibedakan menjadi dua, yaitu bioteknologi konvensional dan bioteknologi modern:

1. Bioteknologi Konvensional

   Bioteknologi tradisional tanpa rekayasa genetika focus pada cara seleksi alam mikroba yang digunakan dalam modifikasi lingkungan untuk memperoleh produk optimal misal: pembuatan tape, tempe, roti, bir dan lain-lain (Wusqo 2014). Dalam pemahaman lain Teknik

pengolahan materi biologi untuk menghasilkan zat atau produk tertentu telah dikenal oleh masyarakat tradisional sejak berabad-abad yang lalu. Hal tersebut tercermin misalnya pada penggunaan ragi untuk menghasilkan tape atau pemanfaatan jamur berukuran mikro dalam proses fermentasi kedelai untuk menghasilkan tempe. Teknologi semacam ini digolongkan sebagai *old biotechnology* atau bioteknologi tradisional dimana secara hukum bioteknologi tradisional merupakan bagian dari Pengetahuan Tradisional. Terutama jika merujuk pada pengertian Pengetahuan Tradisional menurut The Director of United Nation Educational, Scientific and Cultural Organization:

> *"The indigenous people of the world posses and immense knowledge of their environment, based on centuries living close to nature. Living in and from the richness and variety of complex ecosystems, they have an understanding of the properties of plants and animals, the functioning of ecosystems and techniques for using and managing them that is particular and detailed…".*

Dapat dikatakan bahwa bioteknologi tradisional merupakan bagian yang tidak terpisahkan dari sistem kehidupan masyarakat adat Indonesia. Hal ini berkaitan dengan fakta bahwa bioteknologi tradisional lahir sebagai cara atau metode tertentu untuk meningkatkan nilai tanaman dan hewan yang terdapat dalam ekosistem di sekitar dan berakar dari

pemahaman empiris masyarakat terhadap lingkungannya tersebut.

Dalam konteks ini yang dimaksud dengan bioteknolgi tradisional adalah bioteknologi yang menggunakan metode konvensional untuk merubah susunan dari materi biologi dan cenderung tidak steril.5 Sedangkan bioteknologi modern menggunakan metode modifikasi genetika melalui rekombinasi DNA. Dapat dikatakan bahwa ciri-ciri bioteknologi tradisional adalah:

a. Pelaksanaannya tidak mengacu pada kaidah-kaidah ilmiah
b. Terlahir dari pengalaman yang diwariskan dari generasi ke generasi
c. Pemanfaatannya bersifat terbatas, untuk memenuhi kebutuhan domestik

Berdasarkan paparan di atas, bioteknologi tradisional Indonesia telah diaplikasikan dalam berbagai aspek kehidupan masyarakat seperti dalam bidang pangan, pertanian dan kesehatan. (Dwi Martini 2020)



Gambar 1.2 contoh bioteknologi tradisonal (konvensional)

2. Bioteknologi Modern

Bioteknologi modern dilakukan melalui pemanfaatan ketrampilan manusia dalam melakukan manipulasi makhluk hidup agar dapat digunakan untuk menghasilkan produk sesuai yang diinginkan manusia. Misalnya melalui teknik rekayasa genetik. Rekayasa genetik merupakan teknik untuk menghasilkan molekul DNA yang berisi gen baru yang diinginkan atau kombinasi gen-gen baru atau dapat dikatakan sebagai manipulasi organisme. Bioteknologi modern berkembang pesat setelah genetika molekuler berkembang dengan baik. Dimulai dengan pemahaman tentang struktur DNA pada tahun 1960an dan hingga berkembangnya berbagai teknik molekuler telah menjadikan pemahaman tentang gen menjadi semakin baik. Gen atau yang sering dikenal dengan istilah DNA, merupakan materi genetik yang bertanggung jawab terhadap semua sifat yang dimiliki oleh makhluk hidup (Sutarno, 2014).

Genetika merupakan ilmu yang mempelajari bagaimana sifat-sifat suatu makhluk hidup ini diturunkan dari induk kepada keturunannya. Sebagian besar dari sifat yang dimiliki oleh suatu makhluk hidup dikendalikan oleh gen-gen yang berada di dalam inti sel (nukleus), dan pola penurunannya dipelajari dalam Genetika Mendel (Mendelian Genetics). Prinsip dasar dari pola penurunan Mendel ini adalah bahwa suatu sifat yang diturunkan kepada keturunannya separoh (50%) berasal dari induk jantan dan separoh (50%) berasal dari induk betina. Namun demikian, adapula sifatsifat

makhluk hidup yang dikendalikan oleh DNA yang berada di luar Inti (mitokondria, kloroplast), yang pola penurunannya tidak mengikuti pola Mendel, sehingga sering disebut sebagai Genetika non-Mendel (Non-Mendelian Genetics) (Sutarno, 2015).

Pada genetika non-Mendel, sifat yang dimiliki keturunan secara keseluruhan (100%) berasal dari induk betina, sehingga pola penurunannya sering disebut dengan maternally inherited. Dengan berkembangnya teknologi molekuler, maka berkembang pula teknik-teknik untuk memanipulasi gen sehingga muncul teknik rekayaya genetic (genetic engineering). Kemajuan-kemajuan ilmu pengetahun dan teknologi yang telah ada baik di bidang fisika, kimia, matematika dan biologi telah memicu majunya bioteknologi. Selain itu, banyak hal yang juga ikut berperan dalam memicu lahirnya bioteknologi, diantaranya adalah karena semakin besar tuntutan untuk mencapai target yang diinginkan dengan proses yang lebih cepat dan terobosan yang inovatif yang bisa menguntungkan bagi umat manusia.

Bioteknologi juga memiliki peran penting dalam ilmu pengetahuan dewasa ini, bioteknologi sendiri mengalami berbagai pembaruan dari bioteknologi yang bersifat tradisional kearah bioteknologi yang modern. Manfaat bioteknologi bagi kehidupan manusia dalam meningkatkan kesejahteraan dan perbaikan hidup telah terbukti, antara lain penerapannya untuk memerangi kelaparan, mengatasi kelangkaan sumber daya energi, mengurangi pencemaran

lingkungan dan masih banyak lagi (Prof. Drs. Sutarno, REKAYASA GENETIK DAN PERKEMBANGAN BIOTEKNOLOGI 2016).

E. Nilai-Nilai Agama Islam dalam Bioteknologi

Agama Islam memiliki pandangan dan nilai-nilai yang dapat dihubungkan dengan perkembangan dan penerapan bioteknologi. Namun, perlu diingat bahwa interpretasi dan penerapan nilai-nilai ini dapat bervariasi sesuai dengan konteks dan pandangan masing-masing individu atau komunitas. Berikut adalah beberapa nilai-nilai Agama Islam yang relevan dengan bidang bioteknologi:

1. Etika dalam Penelitian dan Penerapan: Agama Islam menekankan pentingnya etika dalam segala aspek kehidupan, termasuk dalam penelitian dan penerapan bioteknologi. Kejujuran, integritas, dan kewajiban terhadap kesejahteraan manusia dan lingkungan menjadi nilai-nilai yang penting dalam konteks ini.
2. Pemeliharaan Kehidupan: Islam mengajarkan pentingnya menjaga dan menghormati kehidupan. Dalam konteks bioteknologi, nilai ini dapat diartikan sebagai kewajiban untuk menggunakan teknologi tersebut untuk memajukan kesehatan, menyembuhkan penyakit, dan meningkatkan kualitas hidup manusia.
3. Hak Asasi Manusia dan Martabat: Agama Islam menekankan martabat dan hak asasi manusia. Dalam pengembangan bioteknologi, penting untuk memastikan bahwa perkembangan ini

tidak merusak martabat manusia, melainkan meningkatkannya.

4. Keseimbangan Lingkungan: Islam mengajarkan konsep tawhid (kesatuan Tuhan) dan keterkaitan antara manusia dan alam. Dalam konteks bioteknologi, nilai ini mendorong untuk menggunakan teknologi dengan mempertimbangkan dampaknya terhadap lingkungan dan ekosistem.
5. Tanggung Jawab Sosial: Agama Islam mengajarkan pentingnya membantu sesama dan berkontribusi positif terhadap masyarakat. Dalam penerapan bioteknologi, nilai ini dapat diwujudkan melalui pengembangan teknologi yang terjangkau dan dapat dinikmati oleh masyarakat luas.
6. Pencegahan Kerusakan dan Bahaya: Prinsip Islam adalah mencegah kerusakan dan bahaya. Dalam bidang bioteknologi, nilai ini mengharuskan pertimbangan etis dan moral dalam mengembangkan teknologi yang dapat membawa manfaat sekaligus menghindari potensi dampak buruk.
7. Pengembangan Pengetahuan dan Ilmu: Islam mendorong pencarian ilmu pengetahuan yang bermanfaat bagi manusia. Dalam konteks bioteknologi, nilai ini mengajarkan pentingnya penelitian dan pengembangan teknologi untuk memperbaiki kondisi manusia dan alam.
8. Keadilan dan Kesetaraan: Islam menekankan pentingnya keadilan dan kesetaraan dalam perlakuan terhadap semua individu. Dalam pengembangan bioteknologi, ini mencakup akses yang adil terhadap teknologi dan manfaatnya.

Penting untuk diingat bahwa interpretasi dan penerapan nilai-nilai ini dapat bervariasi tergantung pada sudut pandang individu atau kelompok, dan kadang-kadang dapat timbul dilema etika yang kompleks dalam pengembangan dan penerapan bioteknologi. Oleh karena itu, banyak pembahasan dan kajian dilakukan untuk memastikan bahwa perkembangan bioteknologi sejalan dengan nilai-nilai etika dan moral yang dijunjung tinggi oleh Agama Islam.

Agama Islam memiliki pandangan dan nilai-nilai etika yang dapat diterapkan dalam berbagai bidang, termasuk dalam bioteknologi. Beberapa nilai-nilai agama Islam yang relevan dalam konteks bioteknologi antara lain:

1. Pemeliharaan Kehidupan dan Kesehatan: Islam mengajarkan pentingnya pemeliharaan kehidupan dan kesehatan. Dalam bioteknologi, ini bisa diartikan sebagai tanggung jawab untuk mengembangkan teknologi medis dan terapi yang dapat menyelamatkan atau meningkatkan kualitas hidup manusia.
2. Etika Penelitian: Agama Islam mendorong perlakuan yang adil dan jujur terhadap penelitian. Penelitian bioteknologi harus dilakukan dengan etika yang tinggi, menghormati hak-hak subjek penelitian dan menjaga kualitas serta integritas data.
3. Pencegahan Kemudharatan: Prinsip "darar" (mencegah kemudharatan) dalam Islam dapat diaplikasikan dalam konteks bioteknologi untuk memastikan bahwa teknologi tersebut tidak digunakan untuk tujuan yang merugikan atau merusak.

4. Pengembangan Manusia: Agama Islam mengajarkan perlunya pengembangan diri dan ilmu pengetahuan. Dalam bioteknologi, nilai ini dapat diterjemahkan ke dalam upaya mengembangkan teknologi yang dapat meningkatkan kesehatan, kecerdasan, dan potensi manusia.
5. Keadilan dalam Pemanfaatan: Islam menekankan keadilan dalam membagi dan memanfaatkan sumber daya. Dalam pengembangan teknologi bioteknologi, perlu memastikan bahwa manfaatnya dapat dirasakan oleh semua orang tanpa adanya diskriminasi.
6. Ketidakberpihakan dalam Penelitian: Islam mengajarkan kebebasan berpikir dan penelitian yang tidak terikat oleh pandangan sempit. Dalam bioteknologi, ini mengacu pada kebebasan ilmiah dalam menjalankan penelitian dan mengembangkan teknologi baru.
7. Pemeliharaan Lingkungan: Agama Islam menekankan perlunya menjaga alam dan lingkungan. Dalam bioteknologi, ini berarti mengembangkan teknologi yang berkelanjutan dan tidak merusak ekosistem.
8. Etika dalam Penggunaan Teknologi: Islam mengajarkan bahwa teknologi harus digunakan dengan penuh tanggung jawab. Dalam bioteknologi, ini mengacu pada perlunya mempertimbangkan dampak jangka panjang dan etika penggunaan teknologi dalam perawatan kesehatan dan pengembangan organisme.

Penerapan nilai-nilai ini dalam bidang bioteknologi memerlukan pemahaman mendalam tentang ajaran Islam serta kajian etika dan hukum

Islam yang relevan. Bioteknologi dapat memberikan manfaat besar bagi umat manusia, tetapi juga harus dijalankan dengan penuh tanggung jawab dan kehati-hatian sesuai dengan panduan agama.

Dalam konteks lain agama islam memiliki beberapa nilai-nilai dan prinsip-prinsip yang relevan dalam konteks bioteknologi. Meskipun tidak ada ketentuan yang spesifik dalam teks-teks agama tentang bioteknologi modern, nilai-nilai Islam dapat memberikan panduan moral dan etika dalam penerapan teknologi ini. Berikut adalah beberapa nilai-nilai Agama Islam yang dapat berperan dalam bidang bioteknologi:

1. Keharmonisan dan Keseimbangan: Islam mengajarkan tentang pentingnya menjaga keseimbangan dan harmoni dalam penciptaan Allah. Dalam konteks bioteknologi, nilai ini dapat mendorong untuk memastikan bahwa pengembangan teknologi tidak mengganggu ekosistem alamiah atau menyebabkan ketidakseimbangan.
2. Etika dalam Pemanfaatan Sumber Daya: Islam mengajarkan bahwa manusia adalah khalifah di bumi dan memiliki tanggung jawab untuk menjaga dan mengelola sumber daya alam dengan bijak. Dalam bioteknologi, hal ini dapat diartikan sebagai perlunya menggunakan sumber daya hayati dengan penuh tanggung jawab dan menjaga keberlanjutan.
3. Kemanusiaan dan Pelayanan: Nilai-nilai Islam menekankan pentingnya pelayanan kepada sesama manusia dan makhluk lainnya. Dalam bidang bioteknologi, hal ini dapat tercermin dalam upaya untuk mengembangkan solusi

kesehatan yang membantu manusia dan mengurangi penderitaan.

4. Etika dalam Penelitian dan Pengembangan: Agama Islam mendorong integritas dan kejujuran dalam penelitian dan pengembangan. Dalam bioteknologi, nilai ini dapat memandu peneliti untuk menghormati norma-norma etika dalam percobaan dengan makhluk hidup.
5. Kemajuan dan Pemajuan Ilmu Pengetahuan: Islam mendorong umatnya untuk mencari ilmu pengetahuan dan memajukan pemahaman mereka tentang alam semesta. Dalam bioteknologi, hal ini dapat merangsang minat terhadap penelitian dan inovasi yang bermanfaat bagi umat manusia.
6. Penghormatan terhadap Kehidupan: Agama Islam menghormati kehidupan sebagai anugerah Allah. Dalam konteks bioteknologi, nilai ini dapat memberikan dasar bagi etika dalam manipulasi genetik dan pembuatan makhluk hidup secara buatan.
7. Keadilan dan Kesejahteraan Sosial: Islam menekankan pentingnya keadilan sosial dan kesejahteraan bersama. Dalam bioteknologi, ini dapat merujuk pada aspek pemerataan akses terhadap inovasi dan teknologi medis.
8. Menghormati Keanekaragaman Hayati: Islam mengajarkan tentang nilai keanekaragaman ciptaan Allah. Dalam bioteknologi, ini dapat menegaskan pentingnya menjaga keragaman hayati dan menghindari manipulasi genetik yang merugikan.
9. Perlindungan terhadap Kesehatan dan Keselamatan: Islam mengutamakan

perlindungan terhadap kesehatan dan keselamatan. Dalam bioteknologi, hal ini mengarahkan pada perlunya memastikan bahwa produk-produk yang dihasilkan aman digunakan.

10. Kerjasama dan Berbagi Pengetahuan: Islam mengajarkan tentang pentingnya kerjasama dan berbagi pengetahuan untuk kemajuan bersama. Dalam bioteknologi, ini dapat merujuk pada kolaborasi antara ilmuwan, institusi, dan negara untuk mencapai tujuan bersama.

Penting untuk diingat bahwa penerapan nilai-nilai ini dalam praktik bioteknologi melibatkan pertimbangan etika dan moral yang kompleks. Keputusan terkait dengan perkembangan, pengujian, dan penerapan teknologi bioteknologi harus mempertimbangkan dampaknya terhadap manusia, lingkungan, dan masyarakat secara menyeluruh.

F. Ayat-Ayat Al-Qur'an Dalam Bidang Bioteknologi

1. Penciptaan Manusia (Al-Insan)

لَقَدْ خَلَقْنَا الْاِنْسَانَ فِيْٓ اَحْسَنِ تَقْوِيْمٍۖ

"Kami sungguh telah menciptakan manusia dalam bentuk sebaik-baiknya."(QS. Al-Tin: 4)

Ayat ini dapat dihubungkan dengan studi ilmu bioteknologi yang berkaitan dengan rekayasa genetika dan manipulasi gen untuk menghasilkan bentuk kehidupan yang lebih baik.

2. Pengetahuan dan Penciptaan Allah

فَتَبٰرَكَ اللّٰهُ اَحْسَنُ الْخَالِقِيْنَۗ

"Mahasuci Allah, Pencipta yang paling baik"(QS. Al-Mu'minun: 14)

Ayat ini dapat dihubungkan dengan bidang ilmu bioteknologi karena menunjukkan betapa Allah sebagai Pencipta memiliki pengetahuan yang maha luas tentang segala hal, termasuk potensi bioteknologi.

3. Kemiripan dalam Penciptaan

اِنَّ فِى السَّمٰوٰتِ وَالْاَرْضِ لَاٰيٰتٍ لِّلْمُؤْمِنِيْنَۗ

"Sungguh pada langit dan bumi, benar-benar terdapat tanda-tanda (kebesaran Allah) bagi orang-orang yang beriman." (QS. Al-Jasiyah: 3)

Ayat ini dapat dihubungkan dengan studi dalam ilmu bioteknologi yang mengidentifikasi pola dan kesamaan dalam penciptaan makhluk hidup.

4. Penciptaan Makhluk Hidup dari Air (Al-Anbiya)

وَجَعَلْنَا مِنَ ٱلْمَآءِ كُلَّ شَىْءٍ حَىٍّ

"Dan Kami jadikan dari air segala sesuatu yang hidup."(QS. Al-Anbiya: 30)

Ayat ini dapat dihubungkan dengan konsep dalam ilmu bioteknologi mengenai air sebagai komponen utama kehidupan dan bagaimana makhluk hidup dapat berasal dari air.

5. Ayat tentang Penciptaan Manusia dan Kehidupan:

Al-Qur'an sering membahas penciptaan manusia dan kehidupan. Ayat-ayat ini dapat dihubungkan dengan bidang bioteknologi yang berkaitan dengan penelitian tentang sel, genetika, dan evolusi. Contoh ayatnya adalah Surah Al-Mu'minun ayat 14 yang berbicara tentang penciptaan manusia dari tanah.

ثُمَّ خَلَقْنَا ٱلنُّطْفَةَ عَلَقَةً فَخَلَقْنَا ٱلْعَلَقَةَ مُضْغَةً فَخَلَقْنَا ٱلْمُضْغَةَ عِظَٰمًا فَكَسَوْنَا ٱلْعِظَٰمَ لَحْمًا ثُمَّ أَنشَأْنَٰهُ خَلْقًا ءَاخَرَ ۚ فَتَبَارَكَ ٱللَّهُ أَحْسَنُ ٱلْخَٰلِقِينَ

"Kemudian air mani itu Kami jadikan segumpal darah, lalu segumpal darah itu Kami jadikan segumpal daging, dan segumpal daging itu Kami jadikan tulang belulang, lalu tulang belulang itu Kami bungkus dengan daging. Kemudian Kami jadikan dia makhluk yang (berbentuk) lain. Maka Maha sucilah Allah, Pencipta Yang Paling Baik."

6. Ayat tentang Penyembuhan:

   Ayat-ayat tentang penyembuhan dan obat-obatan juga relevan dalam bidang bioteknologi, yang mencakup pengembangan obat-obatan dan terapi gen. Ayat-ayat ini menekankan pentingnya pengetahuan dan kebijaksanaan dalam menggunakan sumber daya yang diberikan Allah. Contohnya, Surah Al-Isra (17:82) yang berbicara tentang pengetahuan dan pengobatan.

   وَنُنَزِّلُ مِنَ ٱلْقُرْءَانِ مَا هُوَ شِفَآءٌ وَرَحْمَةٌ لِّلْمُؤْمِنِينَ ۙ وَلَا يَزِيدُ ٱلظَّٰلِمِينَ إِلَّا خَسَارًا

   "Dan Kami turunkan dari Al Quran suatu yang menjadi penawar dan rahmat bagi orang-orang yang beriman dan Al Quran itu tidaklah menambah kepada orang-orang yang zalim selain kerugian"

7. Ayat tentang Penciptaan dalam Bentuk Beragam:

   Bioteknologi juga mencakup studi tentang keragaman hayati dan keanekaragaman genetik. Ayat-ayat yang menyoroti keanekaragaman ciptaan Allah dapat dihubungkan dengan konsep

ini. Surah Al-An'am (6:141) adalah contoh ayat yang berbicara tentang keragaman binatang ternak.

وَهُوَ ٱلَّذِىٓ أَنشَأَ جَنَّٰتٍ مَّعْرُوشَٰتٍ وَغَيْرَ مَعْرُوشَٰتٍ وَٱلنَّخْلَ وَٱلزَّرْعَ مُخْتَلِفًا أُكُلُهُۥ وَٱلزَّيْتُونَ وَٱلرُّمَّانَ مُتَشَٰبِهًا وَغَيْرَ مُتَشَٰبِهٍ ۚ كُلُوا۟ مِن ثَمَرِهِۦٓ إِذَآ أَثْمَرَ وَءَاتُوا۟ حَقَّهُۥ يَوْمَ حَصَادِهِۦ ۖ وَلَا تُسْرِفُوٓا۟ ۚ إِنَّهُۥ لَا يُحِبُّ ٱلْمُسْرِفِينَ

"Dan Dialah yang menjadikan kebun-kebun yang berjunjung dan yang tidak berjunjung, pohon korma, tanam-tanaman yang bermacam-macam buahnya, zaitun dan delima yang serupa (bentuk dan warnanya) dan tidak sama (rasanya). Makanlah dari buahnya (yang bermacam-macam itu) bila dia berbuah, dan tunaikanlah haknya di hari memetik hasilnya (dengan disedekahkan kepada fakir miskin); dan janganlah kamu berlebih-lebihan. Sesungguhnya Allah tidak menyukai orang yang berlebih-lebihan."

G. Evaluasi

1. Jelaskan perkembangan bioteknologi dari masa ke masa?
2. Analisis sejarah perkembangan bioteknologi dan jelasakan posisi peradaban islam dalam perkembangan bioteknologi tersebut?
3. Jelaskan konsep bioteknologi dalam Q.S Al-Munimun ayat 12-14 dengan konsep embriologi?
4. Peran dari bioteknologi adalah untuk menjaga keanekaragaman makhluk hidup, coba jelasakan keterkaitan fakta tersebut dengan Q.S Al-An'am ayat 141?
5. Jelasakan konsep cloning atau rekayasa genetika dengan nilai-nilai agama islam?

BAB II
APLIKASI BIOTEKNOLOGI BIDANG PERTANIAN

Bioteknologi memiliki berbagai aplikasi yang signifikan dalam bidang pertanian, yang membantu dalam peningkatan produktivitas, kualitas, dan ketahanan tanaman. Beberapa aplikasi bioteknologi dalam pertanian meliputi:

A. Pemuliaan Tanaman

Melalui teknik rekayasa genetika, peneliti dapat mengidentifikasi dan mentransfer gen-gen yang berkaitan dengan sifat-sifat yang diinginkan ke dalam tanaman target. Ini memungkinkan pengembangan varietas tanaman yang lebih tuaran, tahan hama, dan tahan penyakit. Pemuliaan tanaman adalah proses pengembangan varietas tanaman yang memiliki sifat-sifat yang diinginkan melalui rekayasa genetik alami atau buatan. Tujuannya adalah untuk menghasilkan tanaman yang lebih unggul dalam hal produktivitas, kualitas, ketahanan terhadap hama dan penyakit, adaptasi terhadap lingkungan, dan aspek lainnya. Berikut adalah beberapa metode yang digunakan dalam pemuliaan tanaman:

1. Seleksi Alamiah: Metode ini melibatkan pemilihan individu tanaman yang memiliki sifat-sifat yang diinginkan dari populasi tanaman alami. Individu-individu yang memiliki sifat-sifat yang diinginkan dibiarkan berkembang biak, sementara individu-individu lain yang tidak memiliki sifat-sifat tersebut dihindari.
2. Hibridisasi: Hibridisasi melibatkan persilangan antara dua individu tanaman yang memiliki sifat-

sifat yang diinginkan. Tujuannya adalah untuk menggabungkan sifat-sifat yang unggul dari kedua induk. Keturunan yang dihasilkan dari hibridisasi ini dapat memiliki kombinasi sifat-sifat yang lebih baik.

3. Seleksi Massal: Metode ini melibatkan pemilihan individu-individu terbaik dari populasi tanaman yang memiliki sifat-sifat yang diinginkan. Individu-individu terbaik ini dikumpulkan dan digunakan sebagai induk untuk generasi selanjutnya. Proses ini diulang secara berkelanjutan untuk meningkatkan keseragaman dan unggulan sifat-sifat yang diinginkan.
4. Pemuliaan Aneka Garis (*Inbred Lines*): Metode ini melibatkan pengembangan serangkaian garis inbred atau individu yang memiliki keragaman genetik minimal. Garis-garis ini kemudian digunakan dalam hibridisasi untuk menghasilkan varietas unggul.
5. Pemuliaan Pilihan: Metode ini melibatkan identifikasi individu tanaman yang memiliki sifat-sifat yang sangat unggul. Individu-individu tersebut dipilih dan dibiakkan dengan tujuan mempertahankan sifat-sifat unggul tersebut.
6. Pemuliaan Molekuler: Teknik ini melibatkan analisis genetik untuk mengidentifikasi gen-gen yang terkait dengan sifat-sifat yang diinginkan. Kemudian, teknik rekayasa genetik digunakan untuk memindahkan gen-gen ini ke dalam tanaman lain secara spesifik.
7. Pemuliaan Genomik: Metode ini melibatkan pemahaman lebih mendalam tentang seluruh genom tanaman. Dengan pemahaman yang lebih baik tentang gen-gen yang terlibat dalam sifat-

sifat tertentu, pemuliaan dapat dilakukan lebih efisien dan tepat sasaran.

8. Pemuliaan Resisten: Metode ini bertujuan untuk mengembangkan varietas tanaman yang tahan terhadap hama, penyakit, atau kondisi lingkungan tertentu. Ini dapat dicapai melalui pemilihan tanaman dengan ketahanan alami atau transfer gen yang berkaitan dengan ketahanan.

Pemuliaan tanaman adalah usaha jangka panjang yang memerlukan pengetahuan mendalam tentang genetika tanaman dan karakteristik pertanian yang diinginkan. Hasil dari pemuliaan tanaman adalah varietas unggul yang dapat membantu meningkatkan produktivitas pertanian, ketahanan pangan, dan kesejahteraan petani.

Berikut adalah langkah-langkah umum dalam pemuliaan tanaman:

1. Pemilihan Sumber Genetik:

   Memilih tanaman induk yang memiliki sifat-sifat yang diinginkan, seperti ketahanan terhadap hama, penyakit, produktivitas tinggi, kualitas buah, dan adaptasi terhadap lingkungan tertentu.

2. Persiapan Tanaman Induk:

   Memastikan bahwa tanaman induk bebas dari penyakit, hama, dan patogen yang dapat memengaruhi perkawinan silang atau kualitas keturunannya.

3. Perkawinan Silang (*Crossbreeding*):

   Melakukan perkawinan silang antara dua tanaman induk yang memiliki sifat-sifat yang diinginkan. Ini dapat melibatkan penyerbukan

buatan atau penanaman bunga jantan dan betina dalam kondisi tertentu.

4. Seleksi Generasi F1:

   Mengamati dan mengevaluasi tanaman generasi pertama (F1) yang muncul dari perkawinan silang. Generasi ini sering memiliki sifat-sifat unggul secara heterosis.

5. Seleksi Generasi F2 dan Generasi Berikutnya:

   Memilih tanaman-tanaman yang memiliki sifat-sifat yang lebih mendekati yang diinginkan selama beberapa generasi berikutnya (F2, F3, dst.).

6. Uji Lapangan:

   Melakukan uji lapangan dengan menanam tanaman yang dipilih dalam kondisi yang lebih luas dan beragam untuk mengidentifikasi performa tanaman dalam berbagai lingkungan.

7. Evaluasi Sifat:

   Melakukan evaluasi terhadap sifat-sifat yang diinginkan, seperti produktivitas, kualitas, ketahanan, dan adaptasi terhadap stres lingkungan.

8. Seleksi Akhir:

   Memilih sedikit tanaman yang memiliki sifat-sifat yang paling mendekati yang diinginkan untuk digunakan dalam perkembangan varietas baru.

9. Pelepasan Varietas Baru:

   Setelah melalui proses seleksi dan uji lapangan, varietas tanaman baru yang memiliki sifat-sifat unggul dan stabil dapat dirilis untuk ditanam secara komersial.

10. Multiplikasi dan Produksi Massal:

    Memperbanyak varietas baru melalui teknik kultur jaringan atau perbanyakan vegetatif lainnya sehingga cukup banyak tanaman siap untuk dijual dan ditanam oleh petani.

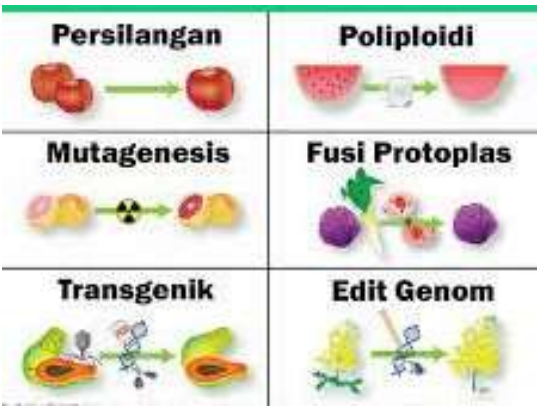
11. Diseminasi dan Penggunaan:

    Mendistribusikan varietas tanaman baru kepada petani atau pengguna akhir, serta memberikan panduan tentang cara menanam dan merawat varietas tersebut.

12. Pemantauan dan Penyesuaian:

    Memantau kinerja varietas baru setelah ditanam secara luas, melakukan perubahan atau penyesuaian jika diperlukan berdasarkan umpan balik dari petani atau hasil penelitian lebih lanjut.

Langkah-langkah ini dapat bervariasi tergantung pada jenis tanaman, tujuan pemuliaan, dan teknologi yang tersedia. Proses pemuliaan tanaman memerlukan waktu, upaya, dan pengetahuan yang mendalam tentang genetika dan pertanian.



Gambar 2.1 contoh-contoh dari pemuliaan tanaman

B. Tanaman Transgenik

Tanaman transgenik adalah tanaman yang memiliki gen-gen dari organisme lain yang dimasukkan ke dalam genom tanaman tersebut. Contohnya adalah pengembangan tanaman yang tahan terhadap hama atau tahan terhadap kondisi lingkungan yang sulit. Tanaman transgenik atau tanaman rekayasa genetik adalah tanaman yang gen-gennya dimodifikasi dengan memasukkan gen-gen dari spesies lain melalui teknik rekayasa genetik. Tujuannya adalah untuk menghasilkan tanaman dengan sifat-sifat yang diinginkan, seperti ketahanan terhadap hama, penyakit, perubahan iklim, atau peningkatan kualitas nutrisi. Berikut adalah beberapa poin penting tentang tanaman transgenik:

1. Proses Rekayasa Genetik: Proses pembuatan tanaman transgenik melibatkan isolasi gen-gen yang mengodekan sifat yang diinginkan dari satu spesies, penyisipan gen tersebut ke dalam tanaman target, dan memastikan gen tersebut aktif dan berfungsi dalam tanaman.
2. Pemasukan Gen Asing: Gen yang dimasukkan ke dalam tanaman transgenik biasanya berasal dari organisme lain, termasuk bakteri, virus, atau tanaman lain. Gen ini dapat mengkodekan protein atau mengatur ekspresi gen dalam tanaman.
3. Keuntungan Pertanian: Tanaman transgenik dapat memiliki sifat-sifat yang menguntungkan dalam pertanian, seperti ketahanan terhadap hama dan penyakit, tahan terhadap perubahan lingkungan, dan peningkatan hasil panen.
4. Ketahanan Terhadap Hama dan Penyakit: Contoh terkenal dari tanaman transgenik adalah varietas

tanaman yang tahan terhadap serangan hama atau penyakit. Ini dapat mengurangi penggunaan pestisida dan kerugian hasil panen.

5. Peningkatan Kualitas Nutrisi: Melalui rekayasa genetik, tanaman dapat dimodifikasi untuk menghasilkan kandungan nutrisi yang lebih tinggi, seperti vitamin atau mineral tertentu, yang dapat membantu mengatasi masalah kekurangan gizi.
6. Pengembangan Varietas Tanaman Baru: Tanaman transgenik membuka pintu bagi pengembangan varietas baru yang memiliki sifat-sifat yang sulit dicapai dengan metode pemuliaan tradisional.
7. Kontroversi dan Etika: Penggunaan tanaman transgenik juga menciptakan kontroversi terkait dengan isu etika, lingkungan, dan keamanan pangan. Ada kekhawatiran tentang dampak jangka panjang bagi lingkungan dan kesehatan manusia.
8. Regulasi Ketat: Banyak negara memiliki regulasi yang ketat terkait dengan tanaman transgenik untuk memastikan keamanan manusia, hewan, dan lingkungan. Tanaman transgenik harus melalui pengujian dan evaluasi yang ketat sebelum diizinkan untuk ditanam secara komersial.
9. Keuntungan Lingkungan: Beberapa varietas tanaman transgenik dapat membantu mengurangi dampak lingkungan, seperti pengurangan penggunaan pestisida dan pupuk kimia.
10. Dukungan Penelitian: Meskipun ada kontroversi, penggunaan tanaman transgenik

terus mendapatkan dukungan dari banyak peneliti dan ilmuwan yang melihat potensinya dalam memecahkan tantangan pertanian dan pangan global.

Penting untuk diingat bahwa pengembangan dan penggunaan tanaman transgenik melibatkan pertimbangan etika, ilmiah, dan regulasi yang kompleks. Penelitian yang hati-hati dan evaluasi risiko yang cermat diperlukan sebelum mengenalkan varietas tanaman transgenik ke lingkungan atau pasar. Pembuatan tanaman transgenik melibatkan serangkaian langkah yang kompleks untuk memasukkan gen-gen yang diinginkan ke dalam tanaman target. Berikut adalah langkah-langkah umum dalam pembuatan tanaman transgenik:

1. Identifikasi Gen yang Dibutuhkan:

   Pertama, gen yang mengodekan sifat yang diinginkan harus diidentifikasi dan diisolasi dari organisme sumber. Gen ini dapat berasal dari berbagai sumber, termasuk bakteri, tanaman, atau hewan.
2. Konstruksi Vektor Rekombinan:

   Gen yang diinginkan dimasukkan ke dalam "vektor rekombinan" yang merupakan molekul DNA yang dapat mengangkut gen tersebut ke dalam tanaman. Vektor ini sering kali berasal dari bakteri dan memiliki sifat replikasi yang memungkinkannya berkembang biak dalam sel tanaman.
3. Introduksi Vektor ke Tanaman:

   Vektor rekombinan yang mengandung gen yang diinginkan diperkenalkan ke dalam tanaman target. Ini dapat dilakukan melalui berbagai metode, termasuk transformasi genetik

menggunakan alat mekanis (pistol gen), elektroporasi (paparan listrik), atau metode biologis seperti Agrobacterium-mediated transformation.

4. Regenerasi Tanaman Transgenik:

   Setelah pengenalan gen, sel-sel tanaman yang telah diubah genetik harus dibiakkan kembali dalam kondisi laboratorium hingga menjadi tanaman utuh. Ini melibatkan teknik kultur jaringan yang kompleks.

5. Seleksi Tanaman Transgenik:

   Tanaman yang berhasil mengambil gen yang diinginkan dan mengekspresikannya akan diidentifikasi melalui tes molekuler atau biokimia.

6. Karakterisasi Genetik:

   Tanaman transgenik yang berhasil akan dikarakterisasi secara genetik untuk memastikan bahwa gen yang dimasukkan telah terintegrasi dan menghasilkan sifat yang diinginkan.

7. Pemuliaan Generasi Lanjutan:

   Jika tanaman transgenik masih memerlukan perbaikan atau stabilisasi sifat-sifatnya, mereka akan dibiakkan melalui beberapa generasi tambahan.

8. Uji Lapangan:

   Tanaman transgenik yang dihasilkan akan diuji dalam lingkungan lapangan untuk mengevaluasi performanya dalam skala yang lebih besar dan beragam.

9. Evaluasi Lingkungan dan Keselamatan Pangan:

   Sebelum diperkenalkan secara luas, tanaman transgenik harus dievaluasi terkait

dampaknya pada lingkungan dan keamanan pangan.

10. Regulasi dan Persetujuan:

    Di banyak negara, tanaman transgenik harus melalui proses regulasi dan mendapatkan persetujuan sebelum dapat ditanam secara komersial atau digunakan dalam pertanian.

11. Diseminasi dan Penggunaan:

    Setelah mendapatkan persetujuan, tanaman transgenik dapat ditanam dan digunakan dalam pertanian komersial. Langkah-langkah ini memerlukan pengetahuan mendalam tentang bioteknologi dan genetika, serta perhatian yang cermat terhadap aspek etika, lingkungan, dan keamanan.

C. Kloning Tanaman

Teknik kloning memungkinkan untuk menghasilkan tanaman dengan genetika identik, yang membantu mempertahankan sifat-sifat unggul dalam jumlah besar. Kloning tanaman adalah proses reproduksi aseksual di mana organisme baru dibuat dengan menghasilkan salinan identik dari tanaman induknya. Metode kloning tanaman dapat dilakukan dengan beberapa cara, termasuk stek, cangkok, pembelahan tunas, dan teknik laboratorium seperti kultur jaringan. Berikut adalah beberapa cara umum untuk melakukan kloning tanaman:

1. Stek: Cara ini melibatkan pemotongan bagian tanaman seperti batang, daun, atau akar, dan menanamnya dalam media yang sesuai hingga tumbuh akar dan tumbuh menjadi tanaman baru.

2. Cangkok: Pada metode ini, cabang atau bagian tanaman tertentu yang sudah dipilih ditanamkan ke dalam media yang sesuai dan dipelihara sampai akarnya tumbuh dan tanaman baru terbentuk. Setelah itu, tanaman baru tersebut dapat dipisahkan dari tanaman induk.
3. Pembelahan Tunas: Tanaman yang memiliki tunas atau rumpun yang tumbuh di dekat permukaan tanah dapat dibagi menjadi beberapa bagian yang memiliki akar sendiri. Bagian yang terpisah ini akan tumbuh menjadi tanaman baru.
4. Kultur Jaringan: Teknik ini melibatkan pertumbuhan dan perbanyakan tanaman dalam kondisi laboratorium. Jaringan tanaman seperti meristem atau kalus ditanam dalam media yang mengandung nutrisi dan hormon pertumbuhan. Metode ini digunakan untuk reproduksi cepat tanaman yang sulit berkembang dengan cara alami.

Kloning tanaman memiliki beberapa keuntungan, termasuk:

1. Pemeliharaan Sifat Unggul: Tanaman hasil kloning akan memiliki sifat-sifat yang sama persis dengan tanaman induknya, memungkinkan pemeliharaan karakteristik unggul seperti ketahanan terhadap hama dan penyakit.
2. Reproduksi Tanaman yang Sulit Berkembang: Beberapa tanaman sulit atau lambat berkembang dengan biji atau spora. Kloning memungkinkan produksi cepat tanaman baru dengan sifat yang diinginkan.
3. Kehemat Biaya dan Waktu: Kloning memungkinkan produksi cepat tanaman tanpa

melalui proses perkawinan dan pembentukan biji, yang dapat menghemat waktu dan biaya.

Namun, ada beberapa perhatian yang perlu diperhatikan terkait kloning tanaman. Kloning tanaman yang berlebihan dari satu individu dapat menyebabkan kurangnya keragaman genetik, yang pada gilirannya dapat membuat populasi tanaman lebih rentan terhadap penyakit dan perubahan lingkungan. Oleh karena itu, penting untuk mempertimbangkan keberlanjutan ekologi dalam praktik kloning tanaman.

Harap diingat bahwa praktek-praktek terkait kloning tanaman dapat berbeda tergantung pada jenis tanaman, tujuan kloning, dan teknik yang digunakan. Meskipun kloning tanaman memiliki beberapa keuntungan, seperti yang telah disebutkan sebelumnya, ada juga beberapa kekurangan dan tantangan yang perlu diperhatikan:

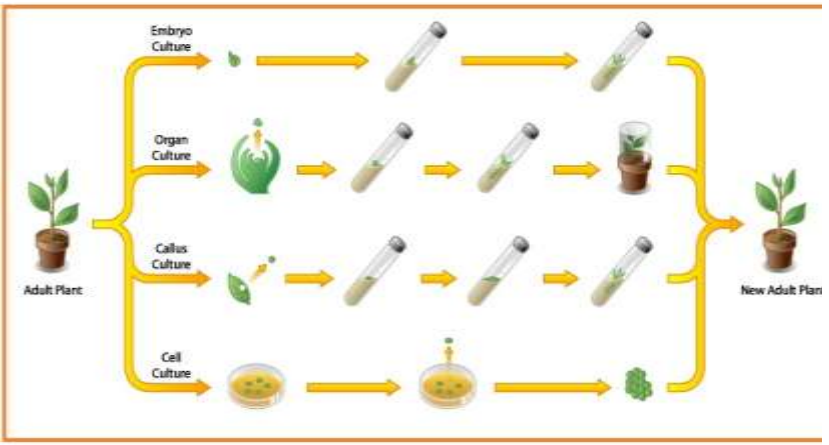
1. Kurangnya Keragaman Genetik: Kloning menghasilkan individu yang identik secara genetik dengan tanaman induknya. Ini dapat menyebabkan penurunan keragaman genetik dalam populasi tanaman yang dikloning. Keragaman genetik penting karena memungkinkan adaptasi terhadap perubahan lingkungan, resistensi terhadap hama dan penyakit, dan pertumbuhan yang lebih baik.
2. Rentan terhadap Penyakit dan Hama: Kekurangan keragaman genetik dalam populasi tanaman yang dikloning dapat membuat mereka lebih rentan terhadap serangan penyakit atau hama tertentu. Jika satu tanaman terkena penyakit atau hama, kemungkinan besar

tanaman lain dalam populasi juga akan rentan karena genetika yang sama.

3. Ketergantungan terhadap Teknik Tertentu: Kloning sering melibatkan teknik tertentu seperti kultur jaringan. Teknik ini bisa rumit dan memerlukan peralatan dan fasilitas yang khusus. Jika teknik ini tidak tersedia atau sulit diakses, maka kloning menjadi sulit dilakukan.
4. Penuaan Genetik (*Genetic Aging*): Kloning tanaman bisa menyebabkan "penuaan genetik" di mana seiring berjalannya waktu, replikasi genetik dalam setiap generasi klon mungkin menyebabkan kerusakan genetik atau mutasi yang mengakumulasi. Ini bisa mengurangi potensi pertumbuhan dan vitalitas tanaman seiring berjalannya waktu.
5. Keterbatasan dalam Variasi Sifat Baru: Kloning menghasilkan salinan identik dari tanaman induk. Ini berarti bahwa tidak ada variasi genetik baru yang dihasilkan, seperti yang terjadi dalam reproduksi seksual. Variasi genetik ini penting dalam pengembangan tanaman baru dengan sifat-sifat yang unggul.
6. Kesulitan dalam Penyesuaian Lingkungan: Tanaman yang dihasilkan melalui kloning mungkin kesulitan beradaptasi dengan lingkungan yang berbeda. Tanaman hasil kloning tidak memiliki variasi genetik yang memungkinkan mereka untuk secara fleksibel beradaptasi dengan berbagai kondisi lingkungan.
7. Etika dan Kontroversi: Praktek kloning tanaman, terutama dalam kaitannya dengan modifikasi genetik, dapat mencetuskan pertanyaan etika

tentang manipulasi genetik tanaman dan pengaruhnya terhadap alam dan masyarakat.

Oleh karena itu, saat mempertimbangkan kloning tanaman, penting untuk memahami baik keuntungan maupun tantangan yang terkait dengan praktek ini. Seiring dengan perkembangan teknologi, mungkin ada upaya untuk mengatasi beberapa kekurangan ini melalui teknik-teknik baru dan pendekatan yang lebih holistik terhadap pemeliharaan tanaman.



Gambar 2.2 macam-macam Kloning Tanaman

D. Pengendalian Hama dan Penyakit

Bioteknologi telah digunakan untuk mengembangkan varietas tanaman yang tahan terhadap hama dan penyakit. Selain itu, teknik penggunaan mikroorganisme atau virus untuk mengendalikan hama juga merupakan bagian dari aplikasi bioteknologi dalam pengelolaan pertanian yang berkelanjutan.

Pengendalian hama dan penyakit tanaman adalah salah satu aspek penting dalam pertanian dan produksi tanaman yang berkelanjutan. Salah

satu pendekatan yang digunakan untuk mengatasi tantangan ini adalah dengan memanfaatkan bioteknologi. Bioteknologi tanaman mencakup berbagai teknik yang memanfaatkan pengetahuan tentang genetika dan biologi molekuler untuk mengembangkan tanaman yang lebih tahan terhadap hama dan penyakit. Berikut beberapa metode dalam pengendalian hama dan penyakit melalui bioteknologi:

1. Tanaman Transgenik

   Teknik ini melibatkan transfer gen-gen yang bertanggung jawab atas ketahanan terhadap hama atau penyakit dari organisme lain ke dalam tanaman target. Tanaman yang dihasilkan dari proses ini dikenal sebagai tanaman transgenik atau GMO (genetically modified organism). Contohnya, tanaman yang memiliki gen dari bakteri Bacillus thuringiensis (Bt) dapat menghasilkan protein insektisida alami yang membantu melawan hama tertentu.
2. Resisten Virus

   Tanaman dapat dimodifikasi untuk menghasilkan RNA yang berfungsi sebagai molekul interferensi RNA (RNAi) untuk menghambat replikasi virus. Teknik ini bertujuan untuk memberikan perlindungan terhadap infeksi virus yang merusak tanaman. Resisten terhadap Penyakit Fungi dan Bakteri: Melalui manipulasi genetik, tanaman dapat diberi kemampuan untuk menghasilkan protein pertahanan yang lebih baik terhadap penyakit-penyakit yang disebabkan oleh jamur dan bakteri.

3. Pengembangan Varietas Tahan

   Melalui teknik seleksi dan pemuliaan konvensional, varietas tanaman yang tahan terhadap penyakit atau hama tertentu dapat dikembangkan. Bioteknologi memungkinkan peneliti untuk mengidentifikasi gen-gen yang bertanggung jawab atas ketahanan ini dan mengintegrasikannya ke dalam varietas tanaman yang diinginkan.

4. Teknik Kultur Jaringan dan Transformasi

   Teknik ini memungkinkan peneliti untuk menghasilkan tanaman yang tahan terhadap hama atau penyakit dengan mengubah genetika tanaman melalui manipulasi jaringan dan transformasi gen.

5. Metode Pengendalian Serangga dengan Bakteri Endofitik

   Bakteri endofitik adalah mikroorganisme yang hidup di dalam tanaman tanpa menyebabkan penyakit. Beberapa jenis bakteri endofitik dapat membantu tanaman melawan serangga pengganggu dengan menghasilkan senyawa kimia atau mengganggu respons serangga terhadap tanaman.

6. Penggunaan Pestisida Biologis

   Bioteknologi juga digunakan dalam produksi pestisida biologis yang ramah lingkungan, seperti menggunakan bakteri atau fungi yang dapat mengontrol hama secara alami.

Namun, perlu diingat bahwa penggunaan bioteknologi dalam pengendalian hama dan penyakit juga memunculkan isu-isu etika dan keamanan. Regulasi ketat diperlukan untuk memastikan bahwa

produk-produk yang dihasilkan melalui bioteknologi aman bagi manusia, hewan, dan lingkungan. Keselamatan dan dampak jangka panjang perlu dipertimbangkan dengan cermat sebelum mengimplementasikan teknologi ini secara luas.

E. Produksi Pestisida Nabati

Bioteknologi digunakan untuk mengisolasi dan menghasilkan pestisida nabati yang ramah lingkungan dari tanaman tertentu. Produksi pestisida nabati melibatkan penggunaan bahan-bahan alami yang diperoleh dari tanaman, tumbuhan, atau sumber daya alam lainnya untuk mengendalikan hama dan penyakit tanaman. Pestisida nabati sering dianggap sebagai alternatif yang lebih ramah lingkungan dibandingkan dengan pestisida kimia sintetis. Beberapa tanaman mengandung senyawa-senyawa alami yang memiliki sifat insektisida, fungisida, atau pestisida lainnya yang dapat digunakan untuk menghambat pertumbuhan hama dan penyakit. Berikut adalah beberapa contoh tanaman yang umumnya digunakan dalam produksi pestisida nabati:

1. Neem (*Azadirachta indica*): Neem menghasilkan senyawa seperti *azadirachtin* yang memiliki sifat insektisida. Ekstrak neem dapat menghambat pertumbuhan serangga pengganggu dan mengganggu perkembangan larva.
2. Bawang Putih (*Allium sativum*): Bawang putih memiliki sifat antimikroba dan antifungi yang dapat membantu mengendalikan penyakit-penyakit tanaman yang disebabkan oleh jamur atau bakteri.

3. Cabai (*Capsicum* sp.): Cabai mengandung senyawa capsaicin yang memiliki sifat repelan terhadap serangga-serangga pengganggu.
4. Tanaman Berbau Kuat (misalnya, bunga Marigold dan tumbuhan berbau kuat lainnya): Tanaman-tanaman ini dapat digunakan untuk mengusir serangga-serangga pengganggu dengan bau mereka yang kuat dan tidak disukai oleh hama.
5.
6. Kadamba (*Neolamarckia cadamba*): Beberapa bagian dari tanaman ini mengandung senyawa yang dapat menghambat pertumbuhan serangga pengganggu.
7. Tumbuhan Beracun (misalnya, *Tephrosia vogelii*): Tumbuhan ini menghasilkan senyawa beracun yang dapat digunakan sebagai pestisida nabati dalam jumlah yang tepat.

Cara-cara umum dalam memproduksi dan mengaplikasikan pestisida nabati adalah:

1. Ekstraksi: Bagian tanaman yang mengandung senyawa pestisida diekstraksi menggunakan pelarut atau air panas, kemudian larutan hasil ekstraksi dapat disemprotkan ke tanaman yang terinfeksi.
2. Pembuatan Tumbukan: Bagian tanaman yang relevan dihancurkan dan diolah menjadi tumbukan. Tumbukan ini kemudian bisa dilarutkan dalam air atau larutan lainnya untuk aplikasi.
3. Fermentasi: Beberapa pestisida nabati dihasilkan melalui proses fermentasi bahan-bahan tanaman.
4. Perendaman: Bagian tanaman yang mengandung senyawa pestisida direndam dalam air, dan air

hasil perendaman kemudian digunakan sebagai larutan pestisida.

Penting untuk diingat bahwa pestisida nabati, meskipun lebih ramah lingkungan, juga memiliki beberapa keterbatasan. Efektivitasnya mungkin bervariasi tergantung pada kondisi lingkungan dan jenis hama atau penyakit yang ingin dikendalikan. Selain itu, dosis dan cara aplikasi yang tepat perlu diperhatikan agar tidak merusak tanaman atau lingkungan. Oleh karena itu, sebelum menggunakan pestisida nabati, disarankan untuk melakukan penelitian dan berkonsultasi dengan ahli pertanian atau spesialis pestisida untuk mendapatkan panduan yang tepat.

F. Peningkatan Kualitas Nutrisi

Bioteknologi dapat digunakan untuk mengubah komposisi nutrisi dalam tanaman, misalnya, meningkatkan kandungan vitamin atau mineral penting. Bioteknologi dapat dimanfaatkan untuk meningkatkan kualitas nutrisi dalam tanaman, terutama dalam konteks pertanian dan produksi pangan. Tujuannya adalah untuk menghasilkan tanaman yang lebih kaya akan nutrisi penting, seperti vitamin, mineral, dan senyawa bioaktif lainnya, guna meningkatkan manfaat kesehatan bagi manusia yang mengonsumsi produk-produk pertanian tersebut. Berikut adalah beberapa cara di mana bioteknologi dapat digunakan untuk meningkatkan kualitas nutrisi dalam tanaman:

1. Biofortifikasi

   Biofortifikasi adalah pendekatan untuk meningkatkan kadar nutrisi tertentu dalam tanaman yang dikonsumsi oleh manusia.

Misalnya, tanaman padi dapat dimodifikasi genetiknya untuk menghasilkan varietas yang lebih kaya zat besi atau vitamin A. Teknik ini bertujuan untuk mengatasi masalah defisiensi gizi yang umum terjadi di berbagai negara.

2. Peningkatan Kandungan Vitamin

   Melalui rekayasa genetik, tanaman dapat dimodifikasi untuk menghasilkan atau meningkatkan kadar vitamin tertentu, seperti vitamin C atau vitamin A. Contoh dari ini adalah pengembangan varietas tomat yang memiliki kadar vitamin C yang lebih tinggi.

3. Peningkatan Kandungan Mineral

   Bioteknologi dapat digunakan untuk mengembangkan varietas tanaman yang kaya akan mineral penting seperti kalsium, magnesium, dan seng.

4. Peningkatan Kandungan Antioksidan dan Senyawa Bioaktif

   Beberapa senyawa alami dalam tanaman memiliki sifat antioksidan dan nutraceutical yang bermanfaat bagi kesehatan manusia. Melalui bioteknologi, tanaman dapat dimodifikasi untuk menghasilkan lebih banyak senyawa-senyawa ini.

5. Pengurangan Senyawa Antinutrisi

   Beberapa tanaman mengandung senyawa antinutrisi yang dapat menghambat penyerapan nutrisi oleh tubuh manusia. Bioteknologi dapat digunakan untuk mengurangi kadar senyawa-senyawa tersebut, sehingga nutrisi dalam tanaman lebih mudah diserap oleh tubuh manusia.

6. Penyempurnaan Komposisi Asam Lemak

Dalam kasus tanaman yang menghasilkan minyak, bioteknologi dapat digunakan untuk meningkatkan komposisi asam lemak yang sehat, seperti mengurangi kadar lemak jenuh dan meningkatkan kadar lemak tak jenuh.

7. Pengurangan Alergen

   Bioteknologi dapat digunakan untuk mengurangi kadar senyawa penyebab alergi dalam tanaman tertentu, sehingga produk-produk tersebut dapat dikonsumsi oleh individu yang rentan terhadap alergi.

Namun, penggunaan bioteknologi dalam pengembangan tanaman untuk meningkatkan kualitas nutrisi juga memerlukan pertimbangan etika dan keamanan yang serius. Regulasi yang ketat diperlukan untuk memastikan bahwa produk-produk hasil bioteknologi aman bagi kesehatan manusia dan lingkungan. Selain itu, komunikasi yang efektif kepada masyarakat tentang manfaat dan risiko teknologi ini juga sangat penting.

G. Konservasi Sumber Daya Alam

Aplikasi bioteknologi membantu dalam pengembangan varietas tanaman yang lebih tahan terhadap kondisi lingkungan yang ekstrim atau kurang subur, sehingga mengurangi kebutuhan akan air dan pupuk. Bioteknologi memiliki banyak aplikasi dalam pengelolaan dan pelestarian sumber daya alam. Teknologi-teknologi ini dapat membantu mengoptimalkan pemanfaatan sumber daya alam, meminimalkan dampak negatif manusia terhadap lingkungan, dan mendukung upaya pelestarian keanekaragaman hayati. Berikut adalah beberapa

contoh aplikasi bioteknologi dalam sumber daya alam:

1. Konservasi Keanekaragaman Hayati

   Bioteknologi digunakan dalam pelestarian spesies-spesies langka atau terancam punah. Teknik seperti kultur jaringan dan pembuahan in vitro dapat membantu dalam pemuliaan dan penanaman kembali spesies-spesies langka. Bioteknologi memainkan peran penting dalam konservasi keanekaragaman hayati dengan menyediakan alat dan teknik untuk melindungi, memulihkan, dan menjaga spesies dan ekosistem yang terancam punah. Berikut beberapa cara di mana bioteknologi digunakan dalam konservasi keanekaragaman hayati:

   a. Kloning Hewan dan Tumbuhan Langka: Bioteknologi telah digunakan untuk mengkloning hewan dan tumbuhan langka yang sulit untuk direproduksi secara alami. Teknik kloning ini membantu mempertahankan genetika individu yang penting dalam pelestarian spesies.
   b. Konservasi Embrio: Bioteknologi memungkinkan penyimpanan embrio hewan yang terancam punah dalam suhu rendah, yang dapat digunakan di masa depan untuk pemulihan populasi.
   c. Rekayasa Genetika: Melalui rekayasa genetika, ilmuwan dapat memasukkan gen penting ke dalam spesies yang terancam punah untuk meningkatkan daya tahan terhadap penyakit, perubahan iklim, atau habitat yang rusak.

d. Penyediaan Makanan untuk Satwa Liar: Bioteknologi digunakan untuk menghasilkan makanan buatan yang cocok untuk satwa liar yang terancam punah, yang mungkin tidak dapat memenuhi kebutuhan nutrisi mereka dengan makanan alami yang tersedia.
e. Konservasi Mikroorganisme: Mikroorganisme seperti bakteri dan jamur dapat digunakan dalam praktik-praktik bioremediasi untuk membersihkan lingkungan yang tercemar.
f. Pengawetan Bahan Genetik: Bioteknologi juga digunakan untuk menyimpan bahan genetik dalam bank genetik, seperti benih, sel telur, dan sperma, untuk menjaga keragaman genetik spesies tumbuhan dan hewan.
g. Identifikasi dan Pemantauan: Teknik bioteknologi seperti analisis DNA digunakan untuk mengidentifikasi dan memantau populasi spesies yang terancam punah, sehingga memungkinkan tindakan konservasi yang lebih efektif.
h. Rehabilitasi Ekosistem: Bioteknologi dapat digunakan untuk memulihkan ekosistem yang terdegradasi atau rusak dengan memperkenalkan spesies tanaman atau hewan yang telah dimodifikasi secara genetik agar lebih tahan terhadap kondisi lingkungan tertentu.

Penting untuk diingat bahwa penggunaan bioteknologi dalam konservasi keanekaragaman hayati harus dilakukan dengan hati-hati dan dengan mempertimbangkan dampak lingkungan serta etika. Selain itu, upaya konservasi keanekaragaman hayati juga harus melibatkan

pendekatan holistik yang mencakup pelestarian habitat, pengelolaan sumber daya alam, dan pendidikan masyarakat tentang pentingnya menjaga keanekaragaman hayati.

2. Pemulihan Lahan Terdegradasi

   Bioteknologi dapat digunakan dalam merehabilitasi lahan terdegradasi dengan mengintroduksi mikroorganisme atau tanaman penghasil nitrogen yang membantu memperbaiki kesuburan tanah. Pemulihan lahan terdegradasi melalui bioteknologi adalah salah satu pendekatan yang dapat membantu mengembalikan produktivitas dan kualitas lahan yang telah rusak akibat aktivitas manusia atau faktor-faktor alam.

   Penggunaan bioteknologi dalam pemulihan lahan terdegradasi dapat mempercepat proses pemulihan dan mengurangi dampak negatif pada lingkungan. Namun, perlu diperhatikan bahwa penggunaan bioteknologi harus dilakukan dengan hati-hati, mempertimbangkan risiko ekologis, etika, dan dampak jangka panjangnya. Selain itu, kerja sama dengan komunitas lokal dan pemangku kepentingan penting untuk keberhasilan upaya pemulihan lahan terdegradasi.

3. Bioremidiasi

   Teknik bioremidiasi melibatkan penggunaan mikroorganisme seperti bakteri atau fungi untuk mendegradasi atau menghilangkan polutan dalam lingkungan. Teknik ini digunakan untuk membersihkan tanah yang terkontaminasi oleh bahan kimia berbahaya.

Bioremidiasi adalah teknik yang menggunakan organisme hidup, seperti mikroorganisme, tanaman, atau jamur, untuk membersihkan atau mengurangi polutan dalam lingkungan yang tercemar. Ini adalah pendekatan yang ramah lingkungan untuk mengatasi kontaminasi tanah, air, atau udara. Berikut adalah beberapa informasi lebih lanjut tentang bioremidiasi:

a. Mikroorganisme Bioremediasi: Banyak mikroorganisme, seperti bakteri, jamur, dan alga, memiliki kemampuan alami untuk mendegradasi atau mengikat polutan tertentu. Dalam bioremidiasi, mikroorganisme ini bisa digunakan untuk membersihkan lingkungan yang tercemar. Misalnya, bakteri tertentu dapat digunakan untuk mendegradasi senyawa organik berbahaya, sementara jamur mungkin efektif dalam menghilangkan logam berat dari tanah.
b. Rekayasa Genetika: Teknik rekayasa genetika dapat digunakan untuk memodifikasi mikroorganisme sehingga mereka lebih efisien dalam mengatasi polutan tertentu. Ini bisa mencakup penambahan gen-gen yang memungkinkan mikroorganisme untuk memetabolisme polutan atau mengekspresikan enzim yang dapat menguraikan senyawa berbahaya.
c. Fitorampe dan Fitoremediasi: Fitoremediasi adalah bentuk bioremidiasi yang menggunakan tanaman untuk menghilangkan atau mengurangi polutan dalam tanah atau air. Tanaman dapat menyerap polutan dari

tanah atau air ke dalam jaringan mereka, proses ini dikenal sebagai fitorampe. Misalnya, tanaman tertentu seperti tumbuhan air dapat digunakan untuk menyerap logam berat dari air.

d. Penggunaan Tanaman Penutup Tanah: Tanaman penutup tanah yang tahan terhadap polutan atau yang mampu memperbaiki struktur tanah dapat ditanam untuk mengurangi erosi tanah dan meningkatkan kualitas tanah.
e. Penggunaan Bakteri Pengikat Nitrogen: Bakteri pengikat nitrogen adalah mikroorganisme yang dapat membantu meningkatkan ketersediaan nitrogen dalam tanah untuk tanaman. Ini dapat mendukung pertumbuhan tanaman yang kuat, yang pada gilirannya dapat membantu memperbaiki tanah yang terdegradasi.
f. Pemulihan Ekosistem: Bioremidiasi juga dapat digunakan sebagai bagian dari upaya pemulihan ekosistem yang terdegradasi. Dengan menghilangkan polutan dari lingkungan, ekosistem dapat pulih dengan lebih baik.
g. Pengendalian Pencemaran Air: Bioremidiasi juga dapat digunakan untuk mengatasi pencemaran air, termasuk limbah industri dan polutan seperti minyak, logam berat, dan senyawa organik berbahaya dalam air.
h. Keuntungan Lingkungan: Salah satu keuntungan utama dari bioremidiasi adalah bahwa ini adalah pendekatan yang lebih

ramah lingkungan daripada metode kimia yang dapat merusak lebih lanjut lingkungan.

Meskipun bioremidiasi memiliki potensi besar dalam membersihkan lingkungan yang tercemar, perlu diingat bahwa ini bukan solusi ajaib dan mungkin tidak selalu cocok untuk semua jenis pencemaran. Keberhasilan bioremidiasi tergantung pada jenis polutan, jenis mikroorganisme atau tanaman yang digunakan, kondisi lingkungan, dan faktor lainnya. Oleh karena itu, perencanaan yang cermat dan pemantauan yang teliti penting dalam implementasi bioremidiasi.

4. Bioteknologi Lingkungan

Bioteknologi digunakan untuk memantau dan mendeteksi pencemaran lingkungan, seperti deteksi cepat bakteri atau zat beracun dalam air atau udara. Bioteknologi lingkungan adalah penggunaan prinsip-prinsip bioteknologi dan teknik rekayasa genetika untuk memahami, melindungi, dan memperbaiki lingkungan alam. Ini melibatkan penerapan ilmu pengetahuan dan teknologi biologi untuk mengatasi masalah lingkungan seperti polusi, degradasi tanah, air, dan udara, serta perlindungan keanekaragaman hayati. Berikut adalah beberapa cara di mana bioteknologi lingkungan dapat digunakan untuk mengatasi masalah lingkungan:

a. Fitoremediasi: Teknologi ini menggunakan tanaman untuk menghilangkan polutan dari tanah atau air. Tanaman yang tahan terhadap polutan tertentu dapat ditanam untuk menyerap dan mengakumulasi polutan dalam jaringan mereka. Ini berguna terutama dalam

mengatasi pencemaran logam berat dan senyawa organik berbahaya.

b. Rekayasa Genetika: Rekayasa genetika dapat digunakan untuk menciptakan organisme yang memiliki kemampuan khusus untuk mendegradasi atau mengatasi polutan tertentu. Ini dapat termasuk pengembangan mikroorganisme yang lebih efisien dalam bioremediasi atau tanaman yang lebih tahan terhadap kondisi lingkungan yang keras.
c. Biofertilisasi: Bioteknologi dapat digunakan untuk mengembangkan mikroorganisme yang membantu dalam meningkatkan kualitas tanah dan ketersediaan nutrisi bagi tanaman. Ini dapat membantu meningkatkan produktivitas pertanian dan mengurangi penggunaan pupuk kimia.
d. Pemantauan Lingkungan: Bioteknologi digunakan dalam pengembangan sensor biologis atau biotindakan yang dapat mendeteksi polutan dalam lingkungan secara lebih cepat dan akurat. Ini membantu dalam pemantauan polusi dan penanggulangan cepat.
e. Konservasi Keanekaragaman Hayati: Bioteknologi dapat membantu dalam konservasi spesies-spesies yang terancam punah dengan teknik seperti bank genetik, inseminasi buatan, dan pemulihan ekosistem yang terdegradasi.
f. Pengendalian Hama dan Penyakit: Teknologi bioteknologi dapat digunakan untuk mengembangkan metode pengendalian hama dan penyakit tanaman yang lebih ramah

lingkungan, seperti penggunaan agen biokontrol atau varietas tanaman tahan terhadap penyakit.

g. Pengelolaan Limbah: Bioteknologi dapat digunakan untuk mengolah limbah organik, seperti limbah pertanian atau limbah makanan, menjadi produk yang lebih bermanfaat, seperti bioenergi atau kompos.
h. Restorasi Ekosistem: Teknologi bioteknologi dapat digunakan dalam upaya restorasi ekosistem yang terdegradasi dengan memperkenalkan organisme atau tanaman yang diperlukan untuk mengembalikan keseimbangan ekosistem.

Bioteknologi lingkungan dapat menjadi alat yang sangat berharga dalam upaya melindungi dan memperbaiki lingkungan kita. Namun, perlu diingat bahwa penggunaan bioteknologi harus dilakukan dengan hati-hati, mempertimbangkan dampak jangka panjang terhadap ekosistem dan kesehatan manusia, serta mematuhi regulasi lingkungan yang berlaku.

5. Pembuatan Bahan Baku Berkelanjutan
   Bioteknologi dapat digunakan dalam produksi bahan baku berkelanjutan seperti biomaterial, biofuel, dan bahan kimia alami, yang dapat mengurangi ketergantungan pada sumber daya alam yang terbatas.
6. Rehabilitasi Ekosistem
   Bioteknologi juga dapat digunakan untuk memulihkan ekosistem yang rusak akibat aktivitas manusia, seperti pengembangan teknik-teknik bioremediasi untuk memperbaiki ekosistem air yang tercemar.

7. Pengendalian Hama Secara Alami
   Penggunaan mikroorganisme pengendali hayati, seperti bakteri atau parasitoid, untuk mengendalikan hama tanaman tanpa penggunaan pestisida kimia.
8. Pemuliaan Tanaman Tahan Cekaman Lingkungan
   Bioteknologi dapat digunakan dalam pemuliaan tanaman untuk menghasilkan varietas yang lebih tahan terhadap kondisi lingkungan yang ekstrim, seperti kekeringan, salinitas, atau tanah beracun.
9. Pengembangan Biomaterial Ramah Lingkungan
   Bioteknologi dapat digunakan untuk mengembangkan biomaterial yang lebih ramah lingkungan daripada bahan sintetis, seperti penggunaan bahan berbasis selulosa atau protein dalam industri tekstil.
10. Monitoring Kesehatan Lingkungan
    Bioteknologi dapat digunakan untuk mengembangkan sensor biologis atau biomarka untuk memantau kesehatan lingkungan dan mendeteksi perubahan dalam sistem ekosistem.

Penerapan bioteknologi dalam sumber daya alam dapat membantu menjaga keseimbangan ekosistem, mengurangi dampak negatif manusia terhadap lingkungan, dan mendukung pembangunan berkelanjutan. Namun, perlu diingat bahwa penggunaan teknologi ini juga memerlukan pendekatan yang berkelanjutan, pertimbangan etika, dan regulasi yang ketat untuk meminimalkan risiko dan dampak negatif yang mungkin terjadi.

H. Pengembangan Tanaman Perbaikan Lingkungan

Tanaman-tanaman yang dirancang untuk meremidiasi tanah tercemar atau menyerap polutan dari lingkungan merupakan contoh aplikasi bioteknologi untuk perbaikan lingkungan. Pengembangan tanaman perbaikan lingkungan adalah salah satu aspek dari bioteknologi lingkungan yang bertujuan untuk menciptakan varietas tanaman yang dapat berkontribusi positif dalam menjaga dan memulihkan ekosistem. Tanaman perbaikan lingkungan dirancang untuk memenuhi berbagai tujuan lingkungan, termasuk mengatasi masalah seperti pencemaran, erosi tanah, dan perubahan iklim. Berikut adalah beberapa cara di mana tanaman perbaikan lingkungan dapat dikembangkan dan digunakan:

1. Tanaman Penutup Tanah: Tanaman penutup tanah adalah tanaman yang ditanam untuk melindungi tanah dari erosi, meningkatkan kesuburan tanah, dan mengurangi hilangnya air. Tanaman seperti rerumputan, leguminoceae, dan beberapa spesies semak sering digunakan untuk tujuan ini.
2. Tanaman Anti-Erosi: Tanaman yang memiliki akar kuat dan sistem perakaran yang dalam dapat membantu mencegah erosi tanah. Beberapa tanaman seperti pohon dan semak dengan sistem perakaran yang baik digunakan untuk menghentikan erosi di daerah yang rawan terhadap erosi tanah.
3. Fitorampe dan Fitoremediasi: Tanaman yang memiliki kemampuan untuk menyerap polutan dari air atau tanah, seperti logam berat atau senyawa organik berbahaya, dapat digunakan untuk membersihkan lingkungan tercemar.

Mereka disebut tanaman fitorampe atau digunakan dalam fitoremediasi.

4. Tanaman Pengikat Karbon: Dalam upaya untuk mengatasi perubahan iklim, tanaman yang mampu menyerap dan menyimpan karbon dalam jaringan mereka, seperti pohon-pohon hutan atau tanaman laut, dapat menjadi bagian penting dari strategi mitigasi perubahan iklim.
5. Tanaman yang Tahan Terhadap Pencemaran: Pengembangan varietas tanaman yang tahan terhadap pencemaran, seperti tanaman yang tumbuh dengan baik di tanah yang tercemar oleh logam berat atau senyawa kimia berbahaya, dapat membantu mengurangi dampak negatif pencemaran lingkungan.
6. Tanaman Penyaring Air: Tanaman seperti tanaman air dan tumbuhan yang tumbuh di rawa-rawa dapat digunakan untuk menyaring polutan dari air, meningkatkan kualitas air, dan mendukung kehidupan akuatik.
7. Tanaman untuk Restorasi Ekosistem: Dalam upaya pemulihan ekosistem yang terdegradasi, tanaman yang cocok dengan ekosistem asli dapat ditanam untuk membantu mengembalikan keseimbangan ekosistem yang terganggu.
8. Pengembangan Tanaman Pangan yang Lebih Ramah Lingkungan: Dalam pertanian, pengembangan varietas tanaman yang membutuhkan lebih sedikit air atau pupuk kimia, atau yang memiliki ketahanan terhadap hama dan penyakit, dapat membantu mengurangi dampak lingkungan dari pertanian konvensional.

Pengembangan tanaman perbaikan lingkungan melibatkan teknik rekayasa genetika, seleksi alami, dan pemuliaan tanaman. Tujuannya adalah untuk menciptakan tanaman yang memiliki karakteristik yang mendukung pemulihan dan pelestarian lingkungan alam. Namun, pengembangan dan penggunaan tanaman perbaikan lingkungan harus mempertimbangkan dampak ekologis, etika, dan regulasi yang berlaku.

I. Pengembangan Varietas Unggul Baru

Bioteknologi digunakan dalam pengembangan varietas unggul baru yang memiliki masa panen lebih cepat, daya tumbuh yang lebih baik, atau daya adaptasi yang lebih luas. Pengembangan varietas unggul baru dalam konteks pertanian adalah proses pemuliaan tanaman yang bertujuan untuk menciptakan varietas tanaman yang memiliki karakteristik yang lebih baik daripada varietas yang sudah ada. Tujuannya adalah untuk meningkatkan produktivitas, kualitas, daya tahan terhadap hama dan penyakit, serta adaptasi terhadap kondisi lingkungan tertentu. Berikut adalah langkah-langkah umum dalam pengembangan varietas unggul baru:

1. Pemilihan Genitor (Induk): Proses dimulai dengan memilih tanaman induk (genitor) yang memiliki karakteristik yang diinginkan. Ini bisa melibatkan pemilihan tanaman yang memiliki hasil yang tinggi, kualitas yang baik, atau ketahanan terhadap penyakit tertentu.
2. Persilangan (Hibridisasi): Tanaman induk yang dipilih kemudian disilangkan satu sama lain untuk menciptakan kombinasi genetik baru. Ini

dapat dilakukan secara alami oleh penyerbukan silang atau dengan bantuan manusia melalui pemuliaan buatan.

3. Seleksi Generasi Pertama (F1): Generasi pertama setelah persilangan disebut F1 (Filial 1). Tanaman F1 biasanya memiliki karakteristik yang bervariasi karena mereka menggabungkan sifat-sifat dari kedua tanaman induk. Dalam langkah ini, varietas yang memiliki karakteristik yang diinginkan dipilih untuk langkah selanjutnya.
4. Seleksi Generasi Berikutnya (F2, F3, dst.): Tanaman F1 yang dipilih kemudian dibiakkan secara berkelanjutan (F2, F3, dan seterusnya) untuk memperkuat karakteristik yang diinginkan dan menghilangkan karakteristik yang tidak diinginkan. Proses seleksi ini dapat memakan waktu bertahun-tahun.
5. Uji Lapangan dan Evaluasi: Varian yang menunjukkan potensi dapat diuji dalam kondisi lapangan untuk mengukur performanya dalam situasi nyata. Ini melibatkan pemantauan pertumbuhan tanaman, hasil panen, kualitas produk, dan respons terhadap hama dan penyakit.
6. Stabilisasi Varietas: Setelah varietas menunjukkan konsistensi dalam karakteristik yang diinginkan selama beberapa tahun uji lapangan, varietas tersebut dianggap stabil.
7. Pendaftaran dan Pelepasan: Varietas yang telah stabil dan dianggap unggul dapat diajukan untuk pendaftaran dan pelepasan. Ini melibatkan penyerahan data dan bukti kinerja yang kuat kepada badan pemerintah yang bertanggung jawab untuk pendaftaran varietas tanaman.

8. Pengembangan Benih dan Penyebaran: Setelah disetujui, varietas unggul baru ini dapat dikembangkan dalam jumlah yang cukup untuk produksi benih. Benih ini kemudian dapat dijual kepada petani atau produsen tanaman.
9. Pelatihan Petani: Bagian penting dari pengembangan varietas unggul adalah memberikan pelatihan kepada petani tentang cara mengelola tanaman baru ini secara efektif, termasuk teknik penanaman dan pemeliharaan yang tepat.

Pengembangan varietas unggul baru adalah proses yang memakan waktu dan melibatkan banyak upaya dan penelitian. Tujuannya adalah untuk meningkatkan produktivitas pertanian, mengurangi kerentanan terhadap hama dan penyakit, dan mendukung keberlanjutan pertanian. Selain itu, varietas tanaman baru juga dapat membantu menjawab tantangan seperti perubahan iklim dan kebutuhan akan pangan yang lebih berkualitas.

J. Pengujian Keamanan Pangan

Bioteknologi digunakan dalam pengujian pangan untuk mendeteksi adanya bahan alergen atau kontaminan lainnya. Bioteknologi memiliki peran yang signifikan dalam pengujian keamanan pangan. Pengujian keamanan pangan adalah langkah penting dalam menjaga kualitas dan keamanan makanan yang dikonsumsi oleh manusia. Berikut adalah beberapa peran bioteknologi dalam pengujian keamanan pangan:

1. Deteksi Cepat dan Akurat: Bioteknologi dapat digunakan untuk mengembangkan metode

deteksi yang lebih cepat dan akurat untuk mengidentifikasi kontaminan atau patogen dalam makanan. Teknik seperti PCR (Polymerase Chain Reaction) dan ELISA (Enzyme-Linked Immunosorbent Assay) memungkinkan deteksi spesifik DNA, protein, atau senyawa kimia yang terkait dengan kontaminasi atau patogen dalam jumlah yang sangat kecil.

2. Pengujian Alergen: Bioteknologi dapat digunakan untuk mengidentifikasi alergen makanan yang berpotensi berbahaya bagi individu yang alergi terhadapnya. Metode bioteknologi dapat digunakan untuk mendeteksi alergen tertentu, seperti gluten dalam produk gandum atau kacang dalam makanan.
3. Pengujian Genetik Organisme Modifikasi Genetik (GM): Bioteknologi juga digunakan dalam pengujian keamanan makanan yang terkait dengan tanaman atau produk hewan yang dimodifikasi secara genetik. Metode bioteknologi digunakan untuk mengidentifikasi dan menguji keamanan tanaman GM dan produk turunannya.
4. Pengujian Toksin: Bioteknologi dapat digunakan untuk mendeteksi adanya toksin dalam makanan yang dapat menyebabkan keracunan. Ini melibatkan penggunaan tes biologis dan molekuler untuk mengidentifikasi toksin seperti bakteri patogen atau jamur beracun.
5. Pengujian Bakteri Patogen: Metode bioteknologi dapat digunakan untuk mengidentifikasi bakteri patogen dalam makanan, seperti Salmonella atau E. coli. Teknik ini sering melibatkan analisis DNA atau protein yang spesifik terhadap bakteri-bakteri ini.

6. Penelusuran Asal-usul Produk: Bioteknologi dapat digunakan untuk melacak asal-usul produk makanan, memverifikasi klaim tentang produk organik atau non-GM, dan mengidentifikasi kontaminasi silang.
7. Pengujian Pesticida dan Residu Kimia: Metode bioteknologi dapat digunakan untuk mengukur kadar residu pestisida dan bahan kimia lainnya dalam makanan. Ini penting untuk memastikan bahwa makanan memenuhi batas keamanan yang ditetapkan oleh otoritas pengatur.
8. Pengujian Kualitas Nutrisi: Bioteknologi juga dapat digunakan untuk mengukur kualitas nutrisi dalam makanan, seperti kadar vitamin, mineral, dan nutrisi lainnya. Ini membantu memastikan bahwa makanan memberikan manfaat gizi yang dinyatakan dalam label.
9. Pengujian Keamanan Aman bagi Konsumen: Bioteknologi dapat digunakan untuk memverifikasi bahwa makanan yang dikonsumsi aman bagi konsumen, terutama dalam hal keamanan mikroba dan kerentanannya terhadap kondisi penyimpanan.

Pengujian keamanan pangan yang diperkuat oleh bioteknologi membantu memastikan bahwa makanan yang beredar di pasar aman dan sesuai dengan standar keamanan pangan yang ketat. Hal ini sangat penting untuk melindungi kesehatan dan kesejahteraan konsumen serta menjaga kepercayaan publik terhadap industri makanan.

K. Pengendalian Produksi Biji

Bioteknologi membantu dalam menghasilkan benih unggul yang memiliki ketahanan tinggi dan

produktivitas yang lebih baik. Bioteknologi memiliki peran yang penting dalam pengendalian produksi biji. Pengendalian produksi biji melibatkan upaya untuk meningkatkan kualitas, produktivitas, dan ketahanan benih atau biji tanaman yang digunakan dalam pertanian. Berikut adalah beberapa cara di mana bioteknologi digunakan dalam pengendalian produksi biji:

1. Pemuliaan Tanaman: Bioteknologi digunakan dalam pemuliaan tanaman untuk menghasilkan varietas tanaman yang memiliki sifat-sifat yang diinginkan, seperti hasil yang tinggi, resistensi terhadap hama dan penyakit, dan adaptasi terhadap kondisi lingkungan tertentu. Teknik rekayasa genetika memungkinkan insersi atau penghapusan gen tertentu dalam tanaman untuk mencapai tujuan ini.
2. Pengujian dan Seleksi Benih: Bioteknologi digunakan untuk menguji dan memilih benih yang berkualitas tinggi. Metode bioteknologi, seperti PCR *(Polymerase Chain Reaction*) dan ELISA *(Enzyme-Linked Immunosorbent Assay),* dapat digunakan untuk mendeteksi penyakit dan patogen pada benih, memastikan bahwa benih yang dihasilkan bebas dari infeksi atau kontaminasi.
3. Pengembangan Benih Hibrid: Bioteknologi juga digunakan dalam pengembangan benih hibrida yang lebih unggul. Pemuliaan tanaman hibrida melibatkan persilangan dua varietas yang berbeda untuk menghasilkan benih hibrida yang memiliki sifat-sifat yang diinginkan. Teknik ini memerlukan pemantauan genetik yang cermat, yang dapat ditingkatkan melalui bioteknologi.

4. Perbanyakan Tanaman: Bioteknologi digunakan dalam perbanyakan tanaman untuk menghasilkan benih secara masal dengan cara yang efisien. Teknik seperti kultur jaringan dan mikropropagasi memungkinkan produksi benih dalam jumlah besar dengan cepat.
5. Pengendalian Hama dan Penyakit: Bioteknologi juga digunakan untuk mengembangkan tanaman yang tahan terhadap hama dan penyakit. Ini dapat mencakup pengembangan tanaman yang menghasilkan senyawa toksin untuk melindungi diri dari serangan hama atau tanaman yang memiliki gen resistensi terhadap patogen.
6. Pelabelan dan Pelacakan: Bioteknologi digunakan untuk pelabelan dan pelacakan benih. Teknologi penanda genetik memungkinkan untuk memberikan label genetik pada benih sehingga dapat dilacak asal-usulnya dan memastikan keaslian dan kualitasnya.
7. Pemuliaan Kelas Benih: Bioteknologi dapat digunakan untuk mempercepat proses pemuliaan dan pengembangan benih baru dengan mengidentifikasi gen-gen yang berkaitan dengan sifat-sifat yang diinginkan. Ini memungkinkan pemulia untuk memilih genotipe yang diinginkan dengan lebih cepat dan akurat.
8. Pemuliaan Tanaman Khusus: Bioteknologi juga memungkinkan untuk pemuliaan tanaman khusus yang dirancang untuk tujuan tertentu, seperti tanaman untuk produksi biji organik atau tanaman yang tahan terhadap perubahan iklim.

Penggunaan bioteknologi dalam pengendalian produksi biji membantu meningkatkan kualitas dan kuantitas benih yang tersedia bagi petani, yang pada

gilirannya dapat meningkatkan hasil pertanian dan ketahanan pangan. Ini juga dapat membantu dalam pelestarian keragaman genetik tanaman dan menjawab tantangan pertanian yang semakin kompleks.

L. Biofertilizer

Mikroorganisme yang menguntungkan dapat diisolasi dan dikembangkan untuk digunakan sebagai pupuk hayati. Ini membantu meningkatkan kesehatan tanah dan meningkatkan penyerapan nutrisi oleh tanaman. Biofertilizer adalah konsep dalam pertanian dan kehutanan yang melibatkan penggunaan mikroorganisme hidup, seperti bakteri, fungi, atau alga, untuk meningkatkan kesuburan tanah dan efisiensi penyerapan nutrisi oleh tanaman. Biofertilizer berbeda dari pupuk kimia yang mengandung unsur nutrisi dalam bentuk anorganik. Konsep biofertilizer didasarkan pada interaksi positif antara mikroorganisme dan tanaman serta lingkungan tanah. Berikut adalah beberapa konsep penting terkait dengan biofertilizer:

1. *Nitrogen-Fixing Biofertilizer*: Salah satu jenis biofertilizer yang paling umum adalah yang mengandung bakteri pengikat nitrogen. Mikroorganisme seperti Rhizobium dan Bradyrhizobium mampu mengambil nitrogen dari udara (N2) dan mengubahnya menjadi senyawa nitrogen yang dapat diserap oleh tanaman, seperti ammonia (NH3) atau senyawa nitrat (NO3-). Ini membantu meningkatkan kandungan nitrogen dalam tanah, yang penting untuk pertumbuhan tanaman.

2. *Phosphorus-Solubilizing Biofertilizer*: Biofertilizer ini mengandung mikroorganisme, seperti bakteri fosfat-solubilisasi (PSB) atau fungi mikoriza arbuskular (AMF), yang dapat membantu melarutkan fosfor (P) dalam bentuk yang tersedia bagi tanaman. Ini membantu tanaman mengakses fosfor yang penting untuk perkembangan akar, pembentukan bunga, dan pembungaan.
3. *Potassium-Releasing Biofertilizer*: Beberapa biofertilizer juga dapat membantu melepaskan potasium (K) dari mineral dalam tanah, sehingga lebih mudah diambil oleh tanaman. Potasium penting untuk pertumbuhan tanaman, keseimbangan air, dan resistensi terhadap stres.
4. *Symbiotic Relationships*: Banyak biofertilizer, khususnya yang mengandung bakteri pengikat nitrogen, membentuk hubungan simbiotik dengan tanaman. Dalam hubungan ini, tanaman memberikan karbon dari fotosintesis kepada mikroorganisme, sementara mikroorganisme memberikan nutrisi yang diperlukan oleh tanaman. Contohnya adalah hubungan antara tanaman kacang-kacangan (leguminosa) dengan bakteri Rhizobium.
5. *Organic Matter Decomposition*: Mikroorganisme dalam biofertilizer juga membantu dalam dekomposisi bahan organik dalam tanah, yang menghasilkan senyawa-senyawa organik yang lebih mudah diserap oleh tanaman.
6. *Environmental Benefits*: Biofertilizer membantu mengurangi ketergantungan pada pupuk kimia, yang dapat mencemari air tanah dan lingkungan.

Ini mendukung pertanian berkelanjutan dan perlindungan lingkungan.

7. *Sustainable Agriculture*: Penggunaan biofertilizer adalah salah satu elemen penting dalam praktik pertanian berkelanjutan karena dapat meningkatkan kesuburan tanah, mengurangi erosi tanah, dan mengurangi dampak negatif pertanian terhadap lingkungan.
8. *Quality Control*: Produksi biofertilizer harus dilakukan dengan ketat mengikuti standar dan prosedur kualitas untuk memastikan bahwa mikroorganisme dalam biofertilizer tetap hidup dan efektif.

Konsep biofertilizer adalah salah satu cara penting untuk mendukung pertanian yang berkelanjutan dan mengatasi masalah keterbatasan nutrisi dalam tanah. Dengan menggunakan mikroorganisme yang bermanfaat, biofertilizer dapat membantu meningkatkan produktivitas pertanian tanpa meningkatkan risiko pencemaran lingkungan

M. Teknik Kultur Jaringan

Teknik ini memungkinkan perbanyakan cepat dan produksi tanaman yang lebih homogen dari segmen jaringan tanaman yang telah dipilih. Kultur jaringan adalah teknik bioteknologi yang digunakan untuk menghasilkan dan mempertahankan sel-sel, jaringan, atau organisme seluler dalam kondisi kontrol di dalam lingkungan laboratorium. Tujuan utama dari kultur jaringan adalah untuk mengembangkan dan memperbanyak organisme atau bagian dari organisme tertentu dalam skala yang lebih besar daripada yang bisa dicapai melalui metode alami atau pembiakan konvensional. Teknik

ini memiliki banyak aplikasi dalam bidang pertanian, perkebunan, perhutanan, farmasi, dan penelitian ilmiah. Berikut adalah beberapa konsep dan aspek penting terkait dengan kultur jaringan:

1. Eksplan: Eksplan adalah bagian tanaman atau organisme yang digunakan sebagai awal untuk kultur jaringan. Eksplan bisa berupa bagian tanaman seperti daun, batang, akar, atau embrio, atau bahkan sel individu.
2. Medium Kultur: Medium kultur adalah campuran nutrisi yang digunakan untuk menyediakan nutrisi dan kondisi pertumbuhan yang sesuai untuk eksplan yang akan dikulturkan. Medium ini dapat mengandung garam mineral, gula, vitamin, dan zat-zat lain yang diperlukan untuk pertumbuhan sel dan jaringan.
3. Sterilisasi: Kultur jaringan memerlukan kondisi yang sangat steril karena kontaminasi mikroba dapat menghambat pertumbuhan eksplan. Alat dan bahan yang digunakan dalam kultur jaringan harus disterilkan sebelum digunakan.
4. Inokulasi: Proses inokulasi melibatkan penempatan eksplan dalam medium kultur dan pertumbuhan awal dari sel-sel atau jaringan tersebut.
5. Pemeliharaan dan Subkultur: Setelah inokulasi, kultur jaringan memerlukan pemeliharaan rutin seperti perubahan medium, pemindahan eksplan ke medium yang segar, dan pemantauan kondisi pertumbuhan.
6. Diferensiasi dan Perbanyakan: Kultur jaringan dapat digunakan untuk memproduksi tanaman atau organisme yang telah diferensiasi secara khusus, seperti tanaman yang ditanam dari sel-

sel embrio atau organisme yang dibiakkan untuk tujuan tertentu.

7. Aplikasi dalam Pemuliaan Tanaman: Kultur jaringan digunakan dalam pemuliaan tanaman untuk menghasilkan tanaman yang lebih unggul secara genetik, mengatasi masalah perbanyakan tanaman, dan mengembangkan tanaman yang tahan terhadap penyakit atau kondisi lingkungan tertentu.
8. Aplikasi dalam Farmasi: Kultur jaringan juga digunakan dalam produksi obat-obatan dan bahan kimia farmasi, seperti antibiotik dan vaksin.
9. Penelitian Ilmiah: Kultur jaringan digunakan dalam penelitian ilmiah untuk memahami pertumbuhan sel dan jaringan, serta untuk menjawab pertanyaan tentang perkembangan dan diferensiasi sel.
10. Kloning: Kultur jaringan memungkinkan kloning organisme dengan cara menghasilkan individu baru yang genetik identik dengan induknya.

Kultur jaringan adalah alat yang sangat penting dalam bioteknologi modern karena memungkinkan manipulasi genetik, produksi tanaman yang unggul secara genetik, dan banyak aplikasi lainnya dalam berbagai industri. Teknik ini memerlukan pemahaman yang baik tentang biologi sel dan pertumbuhan tanaman serta teknik laboratorium yang cermat.

N. Penelitian Genomik

Melalui penelitian genomik, kita dapat memahami gen dan mekanisme genetik yang terlibat dalam pertumbuhan, perkembangan, dan adaptasi tanaman. Ini memberikan wawasan untuk pengembangan varietas unggul. Penelitian genomik adalah bidang ilmiah yang berkaitan dengan pemahaman, analisis, dan pemetaan seluruh genom suatu organisme atau spesies. Genom adalah kumpulan seluruh materi genetik yang terdapat dalam inti sel organisme, termasuk dalam DNA (asam deoksiribonukleat) atau RNA (asam ribonukleat). Penelitian genomik bertujuan untuk memahami struktur, fungsi, evolusi, dan regulasi genom suatu organisme. Berikut adalah beberapa aspek penting tentang penelitian genomik:

1. Sekuensing Genom: Salah satu fokus utama penelitian genomik adalah sekuensing genom, yaitu menentukan urutan asam nukleat (DNA atau RNA) yang menyusun genom suatu organisme. Teknologi sekuensing genetik telah mengalami kemajuan pesat, memungkinkan penelitian genomik untuk memahami struktur gen dan urutan gen dalam suatu genom.
2. Analisis Genom: Penelitian genomik juga melibatkan analisis besar-besaran data genomik untuk mengidentifikasi gen, elemen pengaturan, dan bagian penting lainnya dalam genom. Ini mencakup identifikasi gen yang terkait dengan penyakit, fungsi genetik yang terlibat dalam proses biologis tertentu, dan pemahaman tentang regulasi genetik.
3. Genomik Perbandingan: Perbandingan genomik melibatkan pembandingan genom suatu organisme dengan organisme lain untuk

memahami kesamaan dan perbedaan genetik antara spesies. Ini membantu memahami evolusi, keragaman biologis, dan adaptasi organisme.

4. Genomik Fungsional: Penelitian genomik fungsional bertujuan untuk memahami fungsi dan interaksi gen dalam organisme. Ini melibatkan studi tentang bagaimana gen mengkode protein dan bagaimana protein ini berinteraksi untuk mengatur berbagai fungsi biologis.
5. Aplikasi Kesehatan: Genom manusia telah menjadi fokus besar dalam penelitian genomik, dengan upaya sekuensing genom manusia dan pemahaman genetika yang berkaitan dengan penyakit. Penelitian ini telah mengarah pada pengembangan terapi genetik, diagnosis penyakit, dan pengembangan obat yang disesuaikan dengan genom individu.
6. Aplikasi Pertanian: Penelitian genomik juga relevan dalam pertanian, dengan upaya untuk memahami genom tanaman dan hewan ternak. Ini dapat membantu dalam pemuliaan tanaman yang lebih tahan terhadap hama, lebih produktif, atau lebih tahan terhadap perubahan iklim.
7. Aplikasi Lingkungan: Penelitian genomik juga dapat diterapkan dalam pemahaman ekologi mikroba dan mikroorganisme yang berperan dalam siklus nutrisi dan dekomposisi dalam lingkungan.
8. Etika dan Regulasi: Penelitian genomik juga memunculkan isu-isu etika dan regulasi terkait dengan privasi genetik, penggunaan data genomik, dan penggunaan informasi genetik dalam konteks kesehatan dan masyarakat.

Penelitian genomik telah menghasilkan pengetahuan yang luar biasa tentang struktur dan fungsi genom organisme, dan hal ini telah membawa dampak besar pada berbagai bidang, termasuk ilmu biologi, kedokteran, pertanian, dan lingkungan. Keterlibatan teknologi informasi dan analisis data yang canggih telah menjadi bagian penting dalam kemajuan penelitian genomik.

Aplikasi bioteknologi dalam pertanian memiliki potensi besar untuk meningkatkan ketahanan pangan, mengurangi penggunaan bahan kimia, dan memberikan solusi terhadap tantangan pertanian yang dihadapi saat ini. Namun, aplikasinya juga memerlukan pertimbangan etika dan regulasi yang ketat untuk memastikan keamanan dan keberlanjutan lingkungan.

O. Evaluasi

1. Jelaskan perkembangan bioteknologi dalam pertanian di Indonesia?
2. Bioremediasi adalah konsep bioteknologi dalam penanganan pencemaran lingkungan, jelasakan konsep tersebut dan berikan contoh tanaman yang bisa digunakan?
3. Jelaskan Biofertilisasi dalam islam?
4. Apakah perekembangan bioteknologi dalam pertanian dan lingkungan masih dalam koridor nilai-nilai agama islam, jelasakan?
5. Jelaskan manfaat dan bahaya dari kegiatan dalam pengembangan penelitian genomik?

BAB III
PUPUK NPK DARI TANAMAN LIAR

A. Pupuk NPK

Pupuk NPK (Nitrogen , Phosfor dan Kalium) merupakan unsur yang sangat penting bagi pertumbuhan tanaman, sehingga apabila ketiga unsur tersesbut tidak seimbang dipenuhi oleh tanaman akan berakibat pertumbuhan tanaman tersebut mengalami gangguan(Mulyanti et al., 2022). Selain untuk pertumbuhan utama bagi tanaman, pupuk NPK bisa bermanfaat bagi pertumbuhan vegetatif bagi tanaman seperti pertumbuhan vegetatif tanaman melon(Raksun et al., 2019).

Pupuk NPK adalah jenis pupuk yang mengandung campuran tiga unsur hara esensial utama yang sangat penting untuk pertumbuhan dan perkembangan tanaman, yaitu nitrogen (N), fosfor (P), dan kalium (K). Singkatan "NPK" merujuk kepada unsur-unsur ini sesuai dengan simbol kimianya. Pupuk NPK digunakan untuk memberikan nutrisi yang seimbang kepada tanaman untuk meningkatkan pertumbuhan, hasil, dan kualitas tanaman. Berikut adalah penjelasan lebih lanjut tentang setiap unsur dalam pupuk NPK:

1. Nitrogen (N):

   Nitrogen adalah unsur penting dalam pembentukan protein, klorofil, dan asam nukleat (DNA dan RNA) dalam tanaman. Diperlukan untuk pertumbuhan daun, batang, dan cabang tanaman. Meningkatkan warna hijau dan kehijauan tanaman, pupuk nitrogen sering digunakan untuk mempromosikan pertumbuhan vegetatif awal tanaman, seperti daun dan batang.

2. Fosfor (P):

   Fosfor adalah unsur penting dalam pembentukan DNA, RNA, dan ATP (adenosin trifosfat), yang merupakan sumber energi dalam sel tanaman. Diperlukan untuk perkembangan akar dan pembentukan bunga, buah, dan biji, meningkatkan sistem perakaran dan pembungaan tanaman. Pupuk fosfor sering digunakan pada fase pertumbuhan awal dan pembungaan tanaman.

3. Kalium (K):

   Kalium adalah unsur penting dalam regulasi tekanan osmotik dalam sel tanaman dan aktivitas enzim. Meningkatkan ketahanan tanaman terhadap stres biotik (hama dan penyakit) dan abiotik (kekeringan, suhu ekstrem). Meningkatkan kualitas buah, biji, dan bunga. Pupuk kalium sering digunakan untuk meningkatkan ketahanan tanaman terhadap kondisi lingkungan yang sulit.

Pupuk NPK tersedia dalam berbagai formula dengan rasio yang berbeda antara nitrogen (N), fosfor (P), dan kalium (K). Rasio ini disesuaikan dengan kebutuhan tanaman dan fase pertumbuhannya. Misalnya, pupuk NPK dengan rasio 10-20-10 akan memiliki konsentrasi yang lebih tinggi dari fosfor (P) dan cocok untuk tanaman yang memerlukan peningkatan pembungaan dan perkembangan akar.

Pemilihan pupuk NPK yang tepat harus memperhitungkan jenis tanaman, kondisi tanah, dan fase pertumbuhan tanaman. Penggunaan pupuk NPK yang sesuai dapat membantu meningkatkan produktivitas dan kualitas hasil pertanian. Namun, penggunaan yang berlebihan

atau tidak tepat dapat memiliki dampak negatif pada lingkungan dan kesehatan tanah, sehingga perlu dilakukan dengan bijaksana sesuai dengan panduan dan rekomendasi lokal.

1. Pupuk NPK Organik

   Pupuk organik adalah jenis pupuk yang berasal dari bahan-bahan alami yang terurai secara biologis. Pupuk ini mengandung unsur-unsur nutrisi yang diperlukan oleh tanaman dalam bentuk organik, seperti bahan-bahan organik terurai, kompos, kotoran hewan, limbah dapur, dan sumber-sumber alami lainnya. Berikut adalah beberapa karakteristik dan manfaat pupuk organik:

   a. Kandungan Nutrisi Alami: Pupuk organik mengandung nutrisi dalam bentuk organik yang mudah diserap oleh tanaman. Nutrisi ini mencakup nitrogen (N), fosfor (P), kalium (K), serta unsur-unsur mikro dan makro lainnya.
   b. Peningkatan Kualitas Tanah: Pupuk organik membantu meningkatkan kualitas tanah dengan meningkatkan struktur tanah, meningkatkan retensi air, dan meningkatkan aktivitas mikroorganisme yang bermanfaat bagi tanaman.
   c. Peningkatan Kandungan Bahan Organik: Pupuk organik juga meningkatkan kandungan bahan organik dalam tanah, yang meningkatkan kesuburan tanah dan meningkatkan kapasitas tanah untuk menyimpan nutrisi.
   d. Meningkatkan Kesehatan Tanaman: Nutrisi organik dalam pupuk organik menyediakan makanan bagi tanaman dan mikroorganisme

tanah yang mendukung pertumbuhan tanaman yang sehat.

e. Pengurangan Pencemaran: Pupuk organik cenderung lebih ramah lingkungan daripada pupuk anorganik (kimia) karena tidak mengandung bahan-bahan kimia berbahaya yang dapat mencemari tanah dan air tanah.
f. Pengurangan Limbah: Penggunaan pupuk organik dapat membantu dalam pengolahan limbah organik seperti sisa-sisa makanan dan kotoran hewan, mengurangi jumlah limbah yang masuk ke tempat pembuangan sampah.
g. Pertanian Berkelanjutan: Penggunaan pupuk organik mendukung praktik pertanian berkelanjutan dengan meminimalkan penggunaan pupuk kimia dan mengurangi dampak negatif pada lingkungan.
h. Tingkat Stabilisasi Pemupukan: Nutrisi dalam pupuk organik biasanya dilepaskan secara bertahap ke dalam tanah, yang dapat membantu dalam pemupukan yang lebih stabil dan berkelanjutan.
i. Perbaikan Rasa dan Kualitas Produk Pertanian: Pupuk organik dapat meningkatkan rasa dan kualitas produk pertanian, terutama pada tanaman sayuran dan buah-buahan.

Pupuk organik memiliki beberapa kelemahan, seperti seringkali memiliki kandungan nutrisi yang lebih rendah dibandingkan pupuk anorganik, waktu yang dibutuhkan untuk nutrisi organik tersedia bagi tanaman lebih lama, dan lebih sulit untuk mengukur dan mengontrol jumlah nutrisi yang

diberikan kepada tanaman. Namun, keuntungan lingkungan, kesehatan tanah yang ditingkatkan, dan kontribusi pada pertanian berkelanjutan adalah alasan utama mengapa banyak petani dan tukang kebun memilih untuk menggunakan pupuk organik.

Pupuk NPK organik adalah pupuk yang mengandung nitrogen (N), fosfor (P), dan kalium (K) yang berasal dari sumber-sumber organik alami, seperti bahan-bahan tanaman, limbah hewan, dan sumber-sumber organik lainnya. Pupuk organik membedakan diri dari pupuk kimia karena mereka tidak mengandung bahan-bahan kimia sintetis atau anorganik yang biasanya ditemukan dalam pupuk kimia. Berikut adalah beberapa informasi lebih lanjut tentang pupuk NPK organik:

a. Sumber Bahan: Pupuk NPK organik dapat dibuat dari berbagai sumber bahan organik, seperti kompos, pupuk hijau, limbah ternak, limbah makanan, dan bahan-bahan organik lainnya. Misalnya, kompos adalah salah satu sumber pupuk organik yang umum, yang dihasilkan dari penguraian bahan organik seperti daun, jerami, dan sisa-sisa tanaman.
b. Proses Pembuatan: Proses pembuatan pupuk NPK organik melibatkan dekomposisi bahan organik oleh mikroorganisme dalam lingkungan yang terkontrol. Selama dekomposisi, unsur-unsur nutrisi seperti nitrogen, fosfor, dan kalium dilepaskan dari bahan organik dan menjadi tersedia untuk tanaman. Proses ini dapat memakan waktu,

tergantung pada jenis bahan organik yang digunakan.

c. Kandungan Nutrisi: Pupuk NPK organik mengandung unsur-unsur nutrisi yang diperlukan oleh tanaman, tetapi konsentrasinya mungkin lebih rendah dibandingkan dengan pupuk kimia. Ini karena unsur-unsur nutrisi dalam pupuk organik tergantung pada ketersediaan dan komposisi bahan organik yang digunakan.
d. Keuntungan Pupuk Organik: Pupuk organik meningkatkan kualitas tanah dengan meningkatkan aktivitas mikroba tanah dan memperbaiki struktur tanah. Mikroorganisme membantu mengurangi erosi tanah dan meningkatkan retensi air dalam tanah. Pupuk organik lebih ramah lingkungan dan berkontribusi pada pertanian berkelanjutan, mengurangi risiko pencemaran air dan tanah oleh bahan kimia sintetis.
e. Kekurangan Pupuk Organik: Kandungan nutrisi dalam pupuk organik mungkin tidak segera tersedia untuk tanaman karena perlu melalui proses dekomposisi. Pupuk organik mungkin memiliki variasi kandungan nutrisi yang lebih besar dibandingkan dengan pupuk kimia, sehingga perlu perhatian khusus dalam pemilihan dan aplikasi.
f. Aplikasi: Pupuk NPK organik dapat digunakan pada berbagai jenis tanaman, termasuk sayuran, buah-buahan, tanaman hias, dan tanaman pertanian. Mereka dapat digunakan sebagai pupuk dasar atau pupuk tambahan selama musim pertumbuhan tanaman.

Pemilihan pupuk NPK organik yang tepat dan dosis yang sesuai harus disesuaikan dengan jenis tanaman yang ditanam dan kondisi tanah. Pupuk organik dapat menjadi pilihan yang baik bagi mereka yang ingin mengembangkan pertanian organik atau meningkatkan kualitas tanah secara alami.

2. Pupuk NPK Anorganik

Pupuk anorganik, juga dikenal sebagai pupuk kimia atau pupuk sintetis, adalah jenis pupuk yang mengandung unsur-unsur nutrisi esensial untuk tanaman dalam bentuk anorganik atau bukan organik. Unsur-unsur ini dihasilkan melalui proses industri dan tidak berasal dari sumber-sumber organik alami seperti pupuk organik. Pupuk anorganik sering digunakan secara luas dalam pertanian modern karena kemampuannya untuk memberikan nutrisi tanaman dengan cepat dan dalam konsentrasi yang lebih tinggi. Berikut adalah beberapa karakteristik dan manfaat pupuk anorganik:

a. Kandungan Nutrisi Tinggi: Pupuk anorganik memiliki kandungan nutrisi yang tinggi dan terukur dalam bentuk yang mudah diserap oleh tanaman. Ini memungkinkan petani untuk memberikan nutrisi spesifik sesuai dengan kebutuhan tanaman.
b. Respons Cepat: Pupuk anorganik memberikan respons pertumbuhan tanaman yang cepat karena nutrisi dapat diserap dengan cepat oleh tanaman. Hal ini berguna dalam situasi di mana tanaman membutuhkan tambahan nutrisi segera.

c. Kontrol Nutrisi: Petani dapat mengontrol secara tepat jumlah dan jenis nutrisi yang diberikan kepada tanaman dengan menggunakan pupuk anorganik. Ini memungkinkan penyesuaian yang lebih presisi sesuai dengan kondisi tanah dan kebutuhan tanaman.
d. Penggunaan yang Efisien: Pupuk anorganik memiliki tingkat penggunaan nutrisi yang tinggi, sehingga lebih efisien dalam memberikan nutrisi kepada tanaman. Ini mengurangi limbah nutrisi dan dampak negatif terhadap lingkungan.
e. Produksi Hasil yang Tinggi: Penggunaan pupuk anorganik yang tepat dapat meningkatkan hasil pertanian dan kualitas hasil panen.
f. Harga yang Terjangkau: Pupuk anorganik seringkali lebih ekonomis daripada pupuk organik dalam hal biaya per satuan nutrisi yang disediakan.
g. Tidak Mencemari Lingkungan: Pupuk anorganik, ketika digunakan sesuai dengan panduan dosis yang benar, dapat digunakan dengan minimal pencemaran lingkungan. Namun, jika digunakan secara berlebihan, dapat menyebabkan polusi air dan tanah.
h. Ketahanan Stok: Pupuk anorganik lebih tahan lama daripada pupuk organik dan tidak mudah membusuk atau mengalami kerusakan selama penyimpanan.

Meskipun memiliki banyak manfaat, penggunaan pupuk anorganik juga memiliki beberapa kelemahan, seperti risiko pencemaran

lingkungan jika digunakan berlebihan, kemungkinan mengganggu keseimbangan mikroorganisme tanah, dan ketergantungan yang berkepanjangan pada pupuk kimia. Oleh karena itu, penggunaan pupuk anorganik harus dikelola dengan bijaksana, dengan memperhatikan dosis yang sesuai, pemantauan tanah, dan praktik pertanian berkelanjutan.

Pupuk NPK anorganik adalah pupuk yang mengandung unsur-unsur nutrisi utama bagi tanaman, yaitu nitrogen (N), fosfor (P), dan kalium (K), dalam bentuk anorganik atau bukan organik. Ini berbeda dari pupuk organik, yang berasal dari sumber-sumber alami seperti bahan-bahan organik terurai, kompos, atau kotoran hewan. Pupuk NPK anorganik dibuat melalui proses industri kimia dan sering digunakan secara luas dalam pertanian modern karena kemampuannya untuk memberikan nutrisi tanaman dalam bentuk yang mudah diserap dan dalam konsentrasi yang lebih tinggi. Berikut adalah penjelasan lebih lanjut tentang pupuk NPK anorganik:

a. Komposisi: Pupuk NPK anorganik mengandung tiga unsur utama, yaitu nitrogen (N), fosfor (P), dan kalium (K). Angka-angka pada kemasan pupuk menggambarkan persentase masing-masing unsur tersebut dalam pupuk tersebut. Misalnya, pupuk NPK 10-10-10 mengandung 10% nitrogen, 10% fosfor, dan 10% kalium.
b. Kecepatan Serapan Nutrisi: Pupuk NPK anorganik memberikan nutrisi dengan cepat kepada tanaman karena unsur-unsurnya

berbentuk anorganik yang mudah diserap. Ini berguna dalam situasi di mana tanaman membutuhkan nutrisi tambahan segera.

c. Kontrol Nutrisi: Petani dapat mengontrol jumlah dan jenis nutrisi yang diberikan kepada tanaman dengan menggunakan pupuk NPK anorganik. Ini memungkinkan penyesuaian yang lebih presisi sesuai dengan kondisi tanah dan kebutuhan tanaman.
d. Produksi Hasil yang Tinggi: Pupuk NPK anorganik, jika digunakan dengan benar, dapat meningkatkan hasil pertanian dan kualitas hasil panen.
e. Penggunaan yang Efisien: Pupuk NPK anorganik memiliki tingkat penggunaan nutrisi yang tinggi, sehingga lebih efisien dalam memberikan nutrisi kepada tanaman. Ini mengurangi limbah nutrisi dan dampak negatif terhadap lingkungan.
f. Kemampuan Penyimpanan yang Lama: Pupuk NPK anorganik memiliki umur simpan yang lebih lama dibandingkan pupuk organik, sehingga lebih tahan lama selama penyimpanan.
g. Harga yang Terjangkau: Pupuk NPK anorganik seringkali lebih ekonomis daripada pupuk organik dalam hal biaya per satuan nutrisi yang disediakan.
h. Tidak Mencemari Lingkungan: Pupuk NPK anorganik, ketika digunakan sesuai dengan panduan dosis yang benar, dapat digunakan dengan minimal pencemaran lingkungan. Namun, jika digunakan secara berlebihan, dapat menyebabkan polusi air dan tanah.

Meskipun memiliki banyak manfaat, penggunaan pupuk NPK anorganik juga memiliki beberapa kelemahan, seperti risiko pencemaran lingkungan jika digunakan berlebihan, kemungkinan mengganggu keseimbangan mikroorganisme tanah, dan ketergantungan yang berkepanjangan pada pupuk kimia. Oleh karena itu, penggunaan pupuk NPK anorganik harus dikelola dengan bijaksana, dengan memperhatikan dosis yang sesuai, pemantauan tanah, dan praktik pertanian berkelanjutan.

B. Tanaman Liar

1. Pengertian Tanaman Liar

Permasalahan konservasi SDA (sumber daya alam) dijelasakan secara detail pada UU No. 5 tahun 1990 pasal 1 ayat 6, salah satunya tentang Konsep tanaman liar menyatakan bahwa yang dimaksud dengan tanaman liar adalah tanaman yang hidup atau tumbuh di alam bebas atau dipelihara oleh manusia yang masih memperlihatkan kemurniaannya, belum ada modifikasi atau perubahan yang terjadi pada tanaman tersebut, adapun pendapat lain mengatakan bahwa tanaman liar adalah jenis tanaman yang tumbuh ditempat yang tidak dikehendaki, seperti dipinggir jalan, dibebatuan, dipinggir sungai, dan lain sebagainya (Glosarium online, 2022).

Tumbuhan liar merupakan tumbuhan yang tumbuh pada areal yang tidak dikehendaki. Tumbuhan liar sering kali disebut gulma karena sering secara langsung ataupun tidak langsung merugikan tanaman budidaya. Dalam

perkembangannya, tumbuhan liar banyak yang memiliki kandungan yang bermanfaat untuk pengobatan. Berdasarkan hal ini dapat diketahui bahwa tumbuhan yang terlihat tidak bermanfaat dan terkadang merugikan diareal pertanian ternyata juga memiliki manfaat. (Nurchayati 2022)

Menurut pendapat lain memberikan pengertian bahwa tumbuhan liar merupakan tumbuhan yang tidak ditanam atau tanpa campur tangan manusia karena keberadaannnya yang banyak dan tumbuh liar disekitar lingkungan rumah ataupun tumbuh di pinggir jalan. (Asmemare, Nitibaskara, dan Lidiawati, 2015). Tumbuhan liar merupakan tumbuhan yang tidak diinginkan keberadaannya karena dianggap sebagai gulma. Namun di balik semua itu, pemanfaatan tumbuhan liar sebagai bahan pangan berasal dari warisan leluhur atau generasi sebelumnya yang juga telah memanfaatkan tumbuhan liar untuk makanan sehari-hari (Sholichah, dan Alfidhdhoh, 2020).

Tanaman liar adalah tumbuhan yang tumbuh secara alami di lingkungan tanpa campur tangan atau pengaturan manusia. Mereka adalah tumbuhan yang tumbuh bebas di alam liar tanpa perlu penanaman, perawatan, atau pemeliharaan manusia. Tanaman liar dapat ditemukan di berbagai habitat, termasuk hutan, padang rumput, lahan kosong, tepi jalan, dan berbagai lingkungan alam lainnya. Adapun Karakteristik Tanaman Liar sebagai berikut:

a. Tumbuh Secara Alami: Tanaman liar tumbuh tanpa campur tangan manusia. Mereka

adalah bagian dari ekosistem alami dan hidup berdasarkan siklus alaminya.

b. Tidak Ditanam: Tanaman liar tidak ditanam oleh manusia. Mereka tumbuh dari biji, spora, atau bahkan serasah organik yang jatuh di lingkungan mereka.
c. Beradaptasi: Tanaman liar telah beradaptasi dengan lingkungan mereka selama ribuan tahun, sehingga mereka sering kali memiliki kemampuan untuk bertahan dalam kondisi ekstrem.
d. Beragam Jenis: Ada ribuan jenis tanaman liar di seluruh dunia, yang masing-masing memiliki karakteristik dan habitat yang berbeda.

Tanaman liar memiliki peran penting dalam ekosistem alami. Mereka menyediakan habitat dan makanan bagi berbagai jenis hewan, mendukung keanekaragaman hayati, dan memiliki peran dalam menjaga keseimbangan ekosistem. Beberapa tanaman liar juga memiliki nilai ekonomi dan dapat digunakan dalam pengobatan tradisional atau sebagai bahan pangan. Meskipun tanaman liar tidak ditanam atau dirawat oleh manusia, pemahaman tentang ekologi dan keberadaan mereka di alam liar sangat penting untuk pelestarian lingkungan alam dan keanekaragaman hayati.

2. Manfaat Tanaman Liar

Banyak masyarakat yang beranggapan bahwa tanaman liar merupakan tanaman hama yang dapat merusak tanaman komoditi utama dari masyarakat, anggapan itu tidak sepenuhnya benar karena terdapat beberapa jenis tanaman

atau tumbuhan liar yang memiliki nilai manfaat bagi kehidupan masyarakat diantaranya:

a. Sebagai Bahan Pembuat Pupuk NPK

Beberapa tanaman liar dapat diolah atau dimanfaatkan sebagai pupuk NPK yang berguna bagi petani seperti tanaman putri malu, daun gamal dan sejenisnya yang mengandung unsur yang bermanfaat bagi tumbuhan, salah satunya Pupuk NPK merupakan pupuk majemuk yang terdiri dari unsur Nitrogen (N), Phosphat (P) dan Kalium (K). Pupuk NPK merupakan pupuk majemuk sehingga unsur-unsur hara yang terkandung di dalamnya memiliki fungsi yang berbeda-beda, selain merupakan unsur hara golongan makro.Unsur nitrogen (N) memiliki fungsi sebagai pembentuk protein serta pembentuk zat hijau daun (klorofil) bagi tumbuhan, kompinen-komponen penting seperti gula fosfat, fosfolipid, asam nukelat, koenzim, fospoprotein, dan nukleotida yang berfungsi sebagai transfer energi dan penyimpan energi merupakan salah satu fungsi dari unsur hara Phosphat (P), sedangkan dalam pembentukan pati, mengaktifkan enzim serta katalisator penyimpan forosintesis merupakan fungsi dari unsur kalium (K)(Paiman, 2019).

b. Sebagai Sumber Obat Tradisioanl

Selain dapat bermanfaat sebagai sumber unsur hara yang dapat dimanfaatkan oleh petani sebagai pengganti pupuk anorganik, tanaman liar juga bisa dimanfaatkan sebagai sumber obat tradisional bagi warga pada suatu daerah tertentu, seperti

pada daerah sumenep yang telah memanfaatkan tanaman liar sebagai sumber jamu atau obat tradisional berdasarkan perawakannya terdiri dari 4 jenis yang diantaranya adalah lebih dari 5 meter dan disebut pohon, 2-5 meter disebut dengan jenis perawakan perdu, 1-2 meter yang disebut dengan jenis perawakan semak dan kurang dari 1 meter yang disebut dengan jenis perawakan herba (Ismawati 2019).

c. Sebagai Sumber Pangan

Menurut Saepuddin (2005), tumbuhan pangan merupakan segala sesuatu yang tumbuh, hidup, berbatang, berakar, berdaun, dan dapat dimakan atau dikonsumsi oleh manusia. Tumbuhan pangan tersebut dapat berupa biji-bijian, buah-buahan, sayur-sayuran, dan umbi-umbian (Juliana et al. 2013). Tumbuhan pangan sering dimanfaatkan oleh masyarakat, baik yang dikonsumsi sendiri maupun dijual untuk pendapatan rumah tangga.

Pemanfaatan tumbuhan liar sebagai tumbuhan pangan di salah satunya di Dusun Mendiro Wonosalam Jombang kebanyakan diambil dari bagian daun, biji, dan sumber perolehan terbanyak berasal dari ladang. Tumbuhan liar yang biasa dimanfaatkan sebagai tumbuhan pangan oleh masyarakat di Dusun Mendiro adalah sebanyak 43 jenis yang termasuk ke dalam 26 Famili, dengan famili yang paling banyak ditemukan adalah Asteraceae, Lamiaceae, dan Poaceae. Frekuensi penggunaan tumbuhan liar sebagai

bahan pangan di Dusun Mendiro menunjukkan bahwa nilai tertinggi adalah sebesar 100% (Lailatus Sholichah 2020).

C. Proses Pembuatan Pupuk NPK dari Tanaman Liar

Poses pembuatan pupuk NPK dari tanaman liar diawali dengan pencarian bahan-bahan yang diperlukan dan membuat produk awal sebagai pembantu dalam pembuat pupuk NPK dari tanaman liar tersebut. Adapun bahan-bahan dan alur pembuatan pupuk NPK dari tanaman liar sebagai berikut:

Bahan-bahan yang digunakan terdiri dari:

1. Bahan Utama
    1) Tanaman Lamtoro
    2) Tanaman Putri Malu
    3) Tanaman Kipait
    4) Tanaman Daun Gamal
    5) Daun Bambu

2. Bahan Tambahan
    1) Daun Kelor
    2) Gedebog Pisang
    3) Serabut Kelapa (*Cocopit*)
3. Bahan Pendukung
    1) EM4
    2) Cairan *Nitobacter*
    3) Tanah dari kandang yang bercampuran dengan kotoran ayam (4cm dari bawah)
    4) Air Kelapa
    5) Gula Pasir

Sedangkan alat-alat yang akan digunakan dalam penelitian ini adalah alat pencacah dan alat pembuatan pupuk organik NPK dari tanaman liar.

Tahapan-tahapan dalam prosedur penelitian yang dilakukan oleh tim peneliti diawali dengan proses pencarian bahan-bahan dan pembuatan alat penelitian yang berkaitan dengan proses peneltian, alur penelitan dapat dilihat seperti pada gambar di bawah ini:

Gambar 3.1 alur pembuatan Pupuk NPK



1. Pembuatan Larutan *Nitrobacter sp.*

   Dalam pembuatan larutan *Nitrobacter sp,* menggunakan bahan berupa air tebu sebanyak 150 ml, Kotoran Ayam 50gr, dan air kelapa 100 ml, sedangkan alat yang dipakai dalam kegiatan ini adalah timbangan elektrik, gelas ukur dan botol bekas air mineral. (bias dilihat pada link: https://youtu.be/CDVU6AWeXT4)

   Langkah-langkah sebagai berikut:

   a. Mengisi gelas air mineral dengan 50 gr kotoran ayam + cairan tebu + 100 ml air kelapa
   b. Meletakan campuran bahan tersebut ditempat yang terdapat udara selama 1 minggu dan bias digunakan.

Gambar 3.2 proses pembuatan biakan nitrobacter





Cairan Tebu *Cairan Nitrobacter*

2. Pembiakan Mikroorganisem di EM4

Proses pembiakan mikroorganisme yang terdapat pada cairan EM4 membutuhkan beberapa bahan dan alat sebagai berikut: Wadah biakan, Cairan Tebu 400 ml, Air bersih 600 ml, dan 3 tutup botol cairan em4. Seluruh bahan tersebut dicampurkan ke dalam wadah tempat pembiakan dan ditutup tunggu selama 2 minggu biakan bisa digunakan. (bias dilihat pada link: https://youtu.be/pLU9oogen40?si=TgjGPRXqM2N1cHvc&t=76)

Gambar 3.3 bahan dan hasil pembiakan mikrooragnisme dalam EM4







Cairan Em4 *Cairan tebu* *Hasil*

3. Bahan Pupuk NPK dari Tanaman Liar

Bahan-bahan yang digunakan sebagai bahan dalam pembuatan pupuk NPK dari tanaman liar sebagai berikut:

a. Tanaman Lamtoro

Lamtoro (*Leucaena leucocephala*) adalah sejenis pohon yang berasal dari Amerika Tengah dan Amerika Selatan, tetapi telah menyebar luas ke berbagai daerah tropis dan subtropis di seluruh dunia. Lamtoro sering ditanam sebagai tanaman keras karena memiliki beberapa manfaat yang signifikan.

1) Ciri-ciri Tanaman Lamtoro, tinggi dan Bentuk: Lamtoro adalah pohon yang bisa mencapai ketinggian 15 hingga 30 kaki (4,5 hingga 9 meter) atau bahkan lebih tinggi. Biasanya memiliki batang yang ramping dan cabang yang bercabang rendah.
2) Daun: Daun lamtoro adalah daun majemuk dengan banyak anak daun. Anak daunnya kecil dan berbentuk bulat. Daunnya berwarna hijau terang.
3) Bunga: Bunga lamtoro berbentuk kepala bunga bundar yang padat dan biasanya

berwarna putih. Bunga ini mengeluarkan aroma yang khas.

4) Biji: Buah lamtoro adalah polong yang panjangnya sekitar 6 hingga 8 inci (15 hingga 20 cm). Polong ini mengandung biji-biji kecil yang dapat digunakan untuk perbanyakan.

5) Manfaat Tanaman Lamtoro
   a) Pakan Ternak: Lamtoro adalah salah satu tanaman pakan ternak yang penting. Daun dan rantingnya kaya akan protein, sehingga sering diberikan sebagai makanan ternak, terutama untuk sapi, kambing, dan domba.
   b) Penyubur Tanah: Lamtoro adalah tanaman yang dapat meningkatkan kesuburan tanah. Akar lamtoro dapat mengikat nitrogen udara dan menggemburkan tanah dengan pertumbuhan akarnya yang cepat.
   c) Biomassa: Pohon lamtoro tumbuh dengan cepat dan menghasilkan banyak biomassa dalam waktu singkat, sehingga dapat digunakan sebagai sumber bahan bakar, kayu bakar, atau sebagai bahan baku dalam produksi pulp dan kertas.
   d) Pengendalian Erosi: Tanaman lamtoro juga digunakan dalam upaya pengendalian erosi dan rehabilitasi tanah yang terdegradasi.
   e) Kayu dan Pohon Hias: Kayu lamtoro dapat digunakan dalam konstruksi

ringan, seperti pembuatan mebel. Selain itu, pohon lamtoro yang berbunga indah juga digunakan sebagai pohon hias di beberapa tempat.

6) Klasifikasi Tanaman Lamtoro(*Leucaena leucocephala*)

Kingdom: Plantae
Diviso:Magnoliophyta
Kelas :Magnoliopsida
Sub Kelas : Rosidae
Ordo : Fabales
Famili : Mimosaceae
Genus : Leucaena
Spesies : *Leucaena leucocephala (Lam.)*



sumber: dokumen pribadi

Catatan Penting: Meskipun lamtoro memiliki banyak manfaat, tanaman ini juga memiliki potensi invasif dan dapat bersaing dengan tanaman asli dalam ekosistem tertentu. Oleh karena itu, perlu perhatian khusus dalam pengelolaan dan penanaman lamtoro untuk memastikan tidak mengganggu keanekaragaman hayati alam setempat. Sebagai tambahan, dalam beberapa budaya,

daun lamtoro juga digunakan dalam masakan sebagai bahan makanan, terutama di Asia Tenggara. Namun, perlu diingat bahwa ada variasi dalam ketentuan penggunaan dan manfaat lamtoro di berbagai wilayah.

b. Tanaman Putri Malu

Tanaman putri malu, juga dikenal dengan nama ilmiah *Mimosa pudica*, adalah tumbuhan yang terkenal karena tanggap terhadap sentuhan atau rangsangan fisik. Nama "putri malu" merujuk pada perilaku tumbuhan ini yang cenderung menutup daunnya saat disentuh atau dirangsang. Putri malu (*Mimosa Pudica* Linn.) merupakan salah satu contoh tumbuhan liar yang sering terancam keberadaannya karena dapat merugikan tanaman budidaya, sehingga masyarakat cenderung untuk memangkasnya dengan mengabaikan khasiatnya. Namun, sebagian besar masyarakat telah memanfaatkan tanaman putri malu dengan cara tumbuhan segar digiling hingga halus lalu ditempelkan pada bagian tubuh yang sakit, seperti luka, memar dan radang kulit bernanah (Putri Purnamasari 2022). Beberapa ciri khas dari tanaman putri malu adalah:

1) Daun yang sensitive: Daun putri malu memiliki struktur yang sensitif terhadap sentuhan. Ketika daunnya disentuh atau terkena rangsangan, daun akan terlipat dan merunduk, seolah-olah dalam upaya untuk melindungi dirinya dari bahaya.

Menurut hasil penelitian Hasanah et al. (2021), setiap bagian tubuh tanaman putri malu memiliki kepekaan yang berbeda-beda terhadap rangsangan. Faktor cuaca dan udara mempengaruhi waktu yang diperlukan daun putri malu untuk mengatup (Hasanah 2021).

2) Daun menjinjit: Daun putri malu biasanya memiliki banyak daun kecil yang menjinjit dari batang utama. Daun ini berbentuk seperti bulu halus dan berwarna hijau.
3) Bunga berbentuk bola: Putri malu juga menghasilkan bunga berbentuk bola yang berwarna merah muda atau ungu. Bunga ini cukup kecil dan terletak di ujung cabang.
4) Tumbuhan tahunan atau semusim: Putri malu biasanya tumbuh sebagai tumbuhan tahunan atau semusim, yang berarti mereka hidup hanya selama satu musim tanam dan kemudian mati. Namun, dalam kondisi yang sesuai, mereka dapat bertahan lebih lama.
5) Tanaman hias: Tanaman putri malu sering ditanam sebagai tanaman hias dalam pot atau di taman. Mereka biasanya ditempatkan di tempat yang mudah terlihat sehingga orang dapat menikmati pergerakan daunnya yang menarik ketika disentuh.

6) Klasifikasi Tanaman Putri Malu

Kingdom: *Plantae*
Diviso: *Magnoliophyta*
Class:*Magnoliopsida*
Order : *Fabales*
Family: *Fabaceae/ Mimosaseae*
Sub–family: *Mimosoideae*
Genus : *Mimosa*
Spesies: *Mimosa pudica*



sumber: pribadi

Selain sebagai tanaman hias, putri malu juga memiliki beberapa kegunaan sebagai pupuk organik dikarenakan bahwa didalam akar putri malu terdapat bintil- bintil akar yang mengandung bakteri Rizobium yang mampu mengikat unsur nitrogen dari udara. Selain fakta tersebut putri malu kaya akan unsur N dan memiliki mikroba yang ada dalam rhizosfer akar putri malu diantaranya Azotobacter dan Bacillus sp. Dimana bakteri ini mampu 33 34 memproduksi fitohormon, yang meningkatkan pertumbuhan akar tanaman sehingga meningkatkan kemampuan tanaman untuk mengambil nutrisi dan air.

Pada beberapa literatur jenis mikroba yang ada dirhizosfer putrid malu diantaranya yang mengandung *Azotobacter* dan *Bacillus* sp yang memiliki kemampuan untuk melarutkan fosfat, kalium serta menghasilkan ZPT (Zat Pengatur Tumbuh) pemacu pertumbuhan tanaman, serta menekan perkembangan mikroba patogen (Marisa Nopriyanti 2021).

Selain itu PGPR *(Plant Growth Promoting Rhizobacteria)* akar putri malu dapat merangsang ZPT tetapi juga untuk mempercepat proses penyerapan unsur hara dan perombakan bahan organik yang ada dalam media tanam secara optimal. ZPT atau fitohorm berfungsi untuk pemanjangan sel sehingga diduga salah satu yang telah memberikan pengaruh terhadap tinggi tanaman.



Gambar 3.4 penampakan bintil-bintil pada akar tanaman putri malu. (sumber dokumen pribadi)

c. Tanaman Kipahit

Daun kipahit sebagai salah satu tumbuhan yang bisa dijadikan POC, karena memiliki kandungan suplemen atau kadar

unsur hara dan biomasa yang cukup tinggi. Kipahit merupakan gulma tahunan yang berpotensi sebagai sumber hara karena mengandung 3,50% N, 0,37% P, dan 4,10% K. Daun kipahit mengandung senyawa flavonoid, tannin, terpenoid, dan saponin. Berdasarkan penelitian Olabode (2007), *Tithonia diversifolia* dapat meningkatkan penyerapan hara, mudah terdekomposisi, memiliki nisbah C/N rendah, fraksi terlarut bahan organik tinggi, dan kandungan lignin yangrendah (6,5%) sehingga mudah terdekomposisi dan cepat menyediakan unsur hara ke dalam tanah (Makhrani Sari Ginting 2023).

Tithonia diversifolia (kipahit) tergolong gulma yang banyak tumbuh di lahan kering. Tanaman ini potensial dijadikan pupuk organik sumber N, karena mengandung 1.76% N, 0.82% P, 3.92% K dengan C/N 8:1 (Arifah Rahayu 2019), hal ini bias digunakan sebagai alternative bagi bidang pertanian untuk memanfaatkan kiphait sebagai sumber pupuk NPK organic.

Tanaman Kipahit (*Tithonia diversifolia*), juga dikenal dengan beberapa nama lain seperti Mexican Sunflower atau Peruvian Sunflower, adalah tanaman asli Amerika Tengah dan Amerika Selatan yang telah menyebar ke berbagai wilayah tropis dan subtropis di seluruh dunia. Ini adalah tanaman yang sering ditemui di daerah beriklim hangat dan biasanya ditanam sebagai tanaman hias atau tanaman pakan ternak.

Berikut beberapa informasi tentang tanaman Kipahit:

1) Deskripsi Tanaman: Tanaman Kipahit adalah tanaman tahunan atau semusim yang tumbuh dengan cepat dan dapat mencapai ketinggian antara 1 hingga 3 meter. Daunnya besar, berbentuk hati, dan bergerigi. Bunganya berwarna kuning cerah dan mirip dengan bunga matahari, meskipun tanaman ini tidak berhubungan dekat dengan matahari sejati. Tanaman kiphati merupakan tanaman gulma terdapat juga yang merambat.



Gambar 3.5 deskripsi tanaman kipahit yang merambat dan menutupi permukaan tanah. (sumber: dokumen pribadi)

2) Penggunaan: Tanaman Kipahit memiliki beberapa kegunaan yang berbeda:
3) Tanaman Hias: Kipahit sering ditanam sebagai tanaman hias karena bunga kuning cerahnya yang indah.

4) Pakan Ternak: Di beberapa daerah, daun Kipahit digunakan sebagai pakan ternak, terutama untuk hewan ternak seperti sapi dan kambing.
5) Penutup Tanah: Kipahit juga digunakan sebagai penutup tanah atau tanaman penahan erosi karena pertumbuhannya yang cepat dan akar yang dalam.
6) Kultivasi: Tanaman Kipahit tumbuh subur di daerah yang memiliki musim hujan dan musim kemarau yang jelas. Mereka dapat tumbuh di berbagai jenis tanah, tetapi lebih suka tanah yang subur dan berdrainase baik. Penyiraman cukup, dan tanaman ini biasanya tahan terhadap kekeringan ringan.
7) Potensi Invasif: Meskipun Kipahit memiliki banyak kegunaan positif, perlu diingat bahwa tanaman ini dapat menjadi invasif di beberapa wilayah. Pertumbuhan yang cepat dan perbanyakan melalui biji dapat menyebabkan penyebaran yang berlebihan jika tidak dikendalikan dengan baik. Oleh karena itu, di beberapa negara dan wilayah, Kipahit dianggap sebagai spesies tanaman yang harus diawasi dan dikelola dengan hati-hati.
8) Konservasi Tanah: Salah satu manfaat utama tanaman Kipahit adalah kemampuannya untuk mengendalikan erosi tanah. Akarnya yang kuat dan pertumbuhan yang cepat membantu menjaga tanah tetap utuh dan mencegah erosi.

9) Klasifikasi Tanaman Kiphait

Kipahit (*Tithonia diversifolia*) termasuk kedalam gulma berdaun lebar, dikenal sebagai bunga matahari meksiko, di Afrika Barat dikenal sebagai tanaman hias, tumbuh di sepanjang sungai dan lahan pertanian yang dibudidayakan, tumbuhan kipahit ini mampu tumbuh di ketinggian sampai 1500 mdpl. Nama kipahit ini merupakan sebutan oleh masyarakat sunda, tumbuhan kipahit yang dikenal di Yogyakarta dan Jawa Tengah adalah rondo semoyo atau kembang bulan, tanaman ini sekeluarga matahari, merupakan tanaman liar yang biasa disebut gulma .

Kingdom: Plantae
Diviso : Spermatophytina
Sub Diviso: Angiospermae
Kelas : Dicotyledonae
Ordo : Asterales
Famili : Asteraceae
Genus :Tithonia
Spesies : *Tithonia diversifolia*



sumber: Dokumen Pribadi

d. Tanaman Daun Gamal

Tanaman Gamal berasal dari wilayah kawasan Pantai Pasifik Amerika Tengah yang bermusim kering. Habitat asli gamal adalah hutan gugur daun tropika, dapat tumbuh mulai dari dataran rendah hingga ketinggian tempat 1.300m dpl, beradaptasi pada beberapa jenis tanah, termasuk jenis tanah yang kurang subur, tahan kering, juga tahan asam. Gamal merupakan tanaman yang cocok untuk tanah asam dan marginal, Batang gamal berukuran kecil hingga sedang, tingginya dapat mencapai 10- 12m, sering bercabang dari dasar dengan diameter basal mencapai 50-70cm. Kulit batang halus dengan warna bervariasi, dari putih abu-abu kemerah tua-coklat. Batang dan cabang-cabang pada umumnya ada bercak putih kecil.

Daun gamal menyirip ganjil, biasanya perpasangan sepanjang sekitar 30cm melebar 5-20 cm, helai daun berbentuk ovale atau elips, panjang daun 2-7cm,dan lebar daun 1-3cm. Helai daun, pelepah dan tulang belakang kadang-kadang bergaris-garis merah. Bunga berwarna merah muda ke unguan, sedikit warna putih, biasanya dengan titik kuning pucat menyebar di dasar kelopak. Dasar kelopak bunga bulat dan hampir tegak, dengan ukuran sekitar 20mm, panjang kelopak bunga 15-20mm, dan lebarnya 4-7mm. Polong muda berwarna hijau kemerahan-unguan, berwarna kuning-cokelat setelah masak, dan berwarna kuning coklat

muda sampai coklat bila sudah tua. Polong berbentuk pipih hampir bulat, panjang polong 10-18cm, lebarnya 2cm, jumlah biji 4-10 (N. A. S. H. Winata 2012).

Pohon gamal merupakan salah satu tiang penyangga yang sangat bagus untuk menopang tanaman lada sekaligus tempat merambatnya tanaman lada yang memiliki masa hidup relatif panjang sampai 10 tahun (Muhtar Amin 2023). Tanaman Gamal (*Gliricidia sepium*) adalah pohon yang berasal dari Amerika Tengah dan Amerika Selatan, tetapi telah menyebar ke berbagai wilayah tropis dan subtropis di seluruh dunia. Ini adalah pohon yang serbaguna dan memiliki banyak manfaat. Berikut beberapa informasi tentang tanaman Gamal:

1) Deskripsi Tanaman: Gamal adalah pohon yang relatif kecil hingga menengah dengan tinggi mencapai sekitar 10 hingga 15 meter. Daunnya hijau dan berbentuk jari tangan dengan daun kecil yang tersusun berselang-seling. Bunganya berwarna putih hingga ungu pucat, dan pohon ini menghasilkan polong yang mengandung biji-bijian.



Gambar 3.6 Daun

Taanaman Gamal (sumber: dokumen Pribadi)

2) Penggunaan: Tanaman Gamal memiliki berbagai manfaat, termasuk:
3) Pakan Ternak: Daun Gamal adalah sumber pakan ternak yang baik karena kandungan protein yang tinggi dan nutrisinya yang kaya. Daunnya sering diberikan kepada hewan ternak seperti sapi, kambing, dan domba.
4) Pupuk Hijau: Pohon Gamal juga digunakan sebagai tanaman pupuk hijau. Akar Gamal mengandung bakteri Rhizobium yang membantu memperbaiki tanah dengan menambahkan nitrogen.
5) Kayu dan Kekayuan: Kayu Gamal digunakan dalam konstruksi ringan, pembuatan furnitur, dan bahan bakar kayu. Pohon ini juga digunakan dalam reboisasi dan penanaman hutan.
6) Tanaman Penahan Erosi: Gamal digunakan untuk mengendalikan erosi tanah karena akar yang kuat dan sistem perakarannya yang dalam.

7) Pemanis Alami: Bunga Gamal menghasilkan nektar yang digunakan oleh lebah untuk memproduksi madu. Ini juga memiliki potensi sebagai tanaman pemanis alami.
8) Kultivasi: Gamal tumbuh baik di berbagai jenis tanah, tetapi lebih suka tanah yang subur dan berdrainase baik. Tanaman ini tahan terhadap kondisi kekeringan ringan hingga sedang. Pertumbuhannya cepat, dan biasanya dapat ditanam dari biji, stek, atau cangkokan.
9) Konservasi Tanah: Salah satu manfaat utama Gamal adalah kemampuannya untuk mengendalikan erosi tanah. Akar yang kuat membantu menjaga tanah tetap utuh.
10) Manfaat Lingkungan: Dalam sistem pertanian berkelanjutan, Gamal sering ditanam sebagai bagian dari agroforestri karena manfaatnya dalam meningkatkan kesuburan tanah dan memberikan sumber pakan untuk ternak.
11) Klasifikasi Tanaman Gamal

Kerajaan: *Plantae*
Divisi: *Magnoliophyta*
Ordo : *Fabales*
Famili : *Fabaceae*
Subfamili: Faboideae
Genus : *Gliricidia*
Spesies : *Gliricidia maculate* atau *Gliricidia sepium*



Sumber: https://www.google.co.id/

Penting untuk memahami cara mengelola tanaman Gamal dengan baik, terutama jika digunakan dalam pertanian atau pengelolaan sumber daya alam. Penggunaannya yang bijaksana dapat memberikan manfaat besar bagi pertanian, lingkungan, dan ekonomi lokal.

e. Daun Bambu

Bambu merupakan salah satu jenis rumput-rumputan yang termasuk ke dalam famili Gramineae dan merupakan bagian dari komoditas hasil hutan bukan kayu (Arsad 2015). Bambu termasuk keluarga rumput-rumputan, Lebih dari 1200 spesies bambu terdapat di Asia (Lopez dan Shanley, dalam Erwin R *et al.*, 2019). Bambu *(Bambuseae)* merupakan tanaman yang tidak asing lagi bagi

masyarakat Indonesia dan sudah menyebar di kawasan nusantara. Tanaman ini dapat tumbuh di daerah iklim basah sampai iklim kering (Departemen Kehutanan & Perkebunan, 1999). Bambu tumbuh secara bergerombol membentuk rumpun. Tunas-tunas mudanya keluar dari rimpang dan tumbuh bersama dengan tumbuhan pendahulunya membentuk tanaman baru, akhirnya akan membentuk suatu rumpun dengan banyak buluh bambu.

Tanaman bambu jarang sekali berbunga, tetapi ada yang menyebutkan bahwa bambu hanya berbunga setiap 35 tahun (Agung Gumelar 2021). Bambu adalah tanaman serba guna yang memiliki banyak jenis dan variasi, dan daun bambu adalah bagian penting dari tanaman ini. Di berbagai budaya di seluruh dunia, bambu digunakan untuk berbagai tujuan, termasuk sebagai bahan bangunan, alat-alat, dan bahkan bahan makanan. Di bawah ini, Anda akan menemukan beberapa informasi tentang daun bambu dan penggunaannya:

1) Deskripsi Daun Bambu: Daun bambu bervariasi dalam ukuran dan bentuk tergantung pada jenis dan spesiesnya. Umumnya, daun bambu berbentuk panjang dan sempit dengan ujung yang meruncing. Warna dan tekstur daun juga dapat bervariasi, tetapi daun bambu umumnya berwarna hijau.



Gambar 3.7 deskripsi daun bambu (sumber pribadi)

2) Penggunaan Daun Bambu sebagai makanan: Di beberapa budaya, daun bambu digunakan untuk membungkus makanan. Contohnya adalah lemper dari Indonesia, dim sum dari Tiongkok, dan zongzi dari Tiongkok dan Taiwan. Daun bambu yang dijemur atau dikukus digunakan untuk membungkus makanan sebelum dimasak. Ini memberikan aroma alami pada makanan yang dibungkus. Obat-obatan: Beberapa jenis daun bambu memiliki penggunaan tradisional dalam pengobatan herbal. Mereka dapat digunakan sebagai bahan dalam ramuan atau minuman herbal untuk berbagai tujuan kesehatan. Daun bambu juga digunakan dalam kerajinan tangan seperti anyaman atau penghiasan. Mereka dapat dibuat menjadi tikar, tas, topi, dan berbagai produk kerajinan lainnya. Bahan Bangunan: Meskipun bukan daun bambu,

batang bambu digunakan sebagai bahan bangunan utama dalam banyak budaya. Namun, dalam beberapa kasus, daun bambu juga dapat digunakan dalam konstruksi untuk membuat atap atau dinding sementara.

3) Kultivasi: Bambu adalah tanaman yang tumbuh dengan cepat dan tahan terhadap berbagai kondisi cuaca. Bambu juga memiliki sifat regeneratif yang kuat, sehingga daun-daun baru akan tumbuh untuk menggantikan yang telah dipanen.
4) Manfaat Lingkungan: Bambu memiliki manfaat lingkungan yang signifikan. Ini adalah tanaman yang sangat efisien dalam menyerap karbon dioksida dari atmosfer dan membantu mengurangi erosi tanah. Selain itu, bambu tumbuh lebih cepat daripada pohon kayu keras dan dapat digunakan sebagai alternatif yang lebih berkelanjutan untuk kayu dalam berbagai aplikasi.
5) Klasifikasi Tanaman Bambu

   Bambu tergolong keluarga Gramineae (rumput-rumputan) disebut juga Hiant Grass (rumput raksasa), berumpun dan terdiri dari sejumlah batang (buluh) yang tumbuh secara bertahap, dari mulai rebung, batang muda dan sudah dewasa pada umur 3-4 tahun. Batang bambu berbentuk silindris, berbuku-buku, beruasruas berongga, berdinding keras, pada setiap buku terdapat mata tunas atau cabang.Bambu dapat tumbuh pada tanah

yang bereaksi masam dengan pH 3,5 dan umumnya menghendaki tanah yang pH nya 5,0 sampai 6,5. Pada tanah yang subur tanaman bambu akan tumbuh dengan baik karena kebutuhan makanan bagi tanaman tersebut akan terpenuhi. Semakin basah tipe iklimnya makin banyak jenis bambu yang dapat tumbuh dengan baik, karena untuk pertumbuhannya bambu membutuhkan banyak air. Curah hujan yang dibutuhkan untuk tanaman bambu minimum 1.020 mmper tahun. Kelembapan udara yang dikehendaki minimum 80%. Bambu dapat tumbuh di berbagai kondisi tanah, mulai dari tanahberat sampai tanah ringan, tanah kering sampai tanah becek dandari tanah subur sampai tanah tandus. Beberapa jenis tanah yang terdapat di pusat bambu di Indonesia adalah jenis tanah campuran antara Latosol Coklat dengan Regosol Kelabu serta Andosol Coklat Kekuningan. Perbedaan jenis tanah sangat berpengaruh terhadap kemunculan rebung bambu



Kingdom :*Plantae*
Divisi: *Spermatophyta*
Subdivisi: *Angiospermae*
Kelas: *Monocotyledoneae*
Ordo : *Graminales*
Famili : *Gramineae*
Subfamili: *Bambusoideae*
Genus: *Schizostachyum*, *Dendrocalamus*, *Bambusa*
Spesies: *Schizostachyum brachycladum, Dendrocalamus asper, Bambusa vulgaris*

Tanaman bambu sangat baik digunakan untuk pupuk organik cair, baik daun, akar maupun rebung atau tunas muda yang mengandung giberelin sebagai zat pengatur tumbuh yang dapat merangsang pertambahan panjang antar ruas tanaman, selain itu daun

bambu memiliki kandungan unsur hara makro dan mikro yang tinggi seperti K (12,17 mg/g), Ca (5,37 mg/g) dan Mn (388,76 mg/g). Sesuai dengan pendapat Baroroh (2016), daun bambu memiliki potensi sebagai pupuk organik cair karena memiliki unsur hara makro N, P dan K tinggi dan memiliki rasio C/N 35,82 – 38,27, mengandung giberelin yang sangat tinggi sehingga mampu merangsang pertumbuhan tanaman serta mengandung organisme yang penting untuk membantu pertumbuhan tanaman yaitu Azotobacter dan Azospirillum (Mulyanti 2022).

f. Daun Kelor

Tanaman kelor dapat tumbuh dan berkembang di daerah tropis seperti Indonesia. Tanaman kelor dapat tumbuh mulai dari dataran rendah sampai ketinggian 700 m di atas permukaan laut. Tanaman kelor adalah salah satu tanaman perdu dengan ketinggian 7-11 meter, tahan terhadap musim kering dengan toleransi terhadap kekeringan sampai 6 bulan serta mudah dibiakkan dan tidak memerlukan perawatan yang intensif. Di Indonesia, tanaman kelor memiliki beragam nama di beberapa wilayah di antaranya kelor (Jawa, Sunda, Bali, Lampung), maronggih (Madura), moltong (Flores), keloro (Bugis), ongge (Bima), murong atau barunggai (Sumatera) dan hau fo (Timur). Kelor merupakan spesies dari keluarga monogenerik yang paling banyak dibudidayakan, yaitu Moringaceae yang berasal dari India sub-

Himalaya, Pakistan, Bangladesh dan Afghanistan (Marhaeni 2021).

Kelor (*Moringa oleifera Lam*) adalah sejenis tanaman obat lokal India yang ternyata sudah tidak asing lagi di negara tropis dan subtropis. Istilah lain yang digunakan untuk kelor adalah pohon lobak, mulangay, mlonge, benzolive, pohon stik drum, sajna, kelor, saijihan dan marango. Moringa oleifera adalah salah satu sayuran dari ordo Brassica dan termasuk dalam famili Moringaceae. *Moringaceae* merupakan famili genus tunggal dengan 13 spesies yang diketahui. *Moringa oleifera* adalah pohon asli kecil dari daerah sub-Himalaya di India Barat Laut, yang sekarang berasal dari banyak daerah di Afrika, Arab, Asia Tenggara, Kepulauan Pasifik, Karibia, dan Amerika Selatan. Secara tradisional, selain sebagai sayuran yang digunakan sehari-hari oleh masyarakat di daerah ini, kelor juga dikenal luas dan dimanfaatkan untuk kesehatan (Awari Susanti 2022).

Daun kelor (Moringa oleifera) adalah bagian dari tumbuhan kelor yang memiliki banyak manfaat bagi kesehatan manusia. Beberapa manfaat utama dari daun kelor antara lain:

1) Kaya akan nutrisi: Daun kelor mengandung banyak nutrisi penting, termasuk vitamin A, vitamin C, vitamin E, vitamin K, vitamin B6, riboflavin, dan folat. Mereka juga mengandung mineral seperti kalsium, kalium, magnesium, dan zat besi.

2) Sumber protein nabati: Daun kelor mengandung protein nabati yang cukup tinggi, sehingga dapat menjadi sumber protein alternatif bagi vegetarian dan vegan.
3) Antioksidan: Daun kelor mengandung berbagai senyawa antioksidan, seperti quercetin, klorofil, dan beta-karoten, yang membantu melawan radikal bebas dan mengurangi risiko kerusakan sel.
4) Menurunkan gula darah: Beberapa penelitian menunjukkan bahwa daun kelor dapat membantu menurunkan kadar gula darah pada penderita diabetes tipe 2.
5) Menjaga kesehatan jantung: Konsumsi daun kelor dapat membantu menjaga kesehatan jantung dengan mengurangi risiko penyakit jantung dan tekanan darah tinggi.
6) Mendukung sistem kekebalan tubuh: Daun kelor mengandung vitamin dan mineral yang dapat meningkatkan sistem kekebalan tubuh.
7) Menjaga kesehatan kulit: Kandungan vitamin A dalam daun kelor membantu menjaga kesehatan kulit dan mencegah masalah kulit seperti jerawat.
8) Menurunkan berat badan: Beberapa penelitian menunjukkan bahwa daun kelor dapat membantu dalam penurunan berat badan karena kemampuannya mengatur nafsu makan dan metabolisme.
9) Menjaga kesehatan mata: Kandungan vitamin A dalam daun kelor penting untuk

menjaga kesehatan mata dan mencegah masalah mata seperti rabun.

10) Anti-inflamasi: Senyawa anti-inflamasi dalam daun kelor dapat membantu mengurangi peradangan dalam tubuh.

Daun kelor dapat dikonsumsi dalam bentuk segar, kering, atau dalam bentuk suplemen. Namun, sebaiknya konsultasikan dengan ahli gizi atau tenaga medis sebelum mengonsumsi dalam jumlah yang berlebihan, terutama jika Anda memiliki kondisi medis tertentu atau sedang mengonsumsi obat-obatan, karena daun kelor dapat berinteraksi dengan beberapa obat.



Gambar 3.8 daun dan tangkai tanaman kelor (dokumen pribadi)

Selain bagi kesehatan daun kelor juga memiliki manfaat sebagai pupuk organik. Manfaat ini terutama berkaitan dengan penggunaan daun kelor sebagai bahan baku kompos atau pupuk hijau di pertanian. Berikut beberapa manfaatnya:

1) Peningkatan kesuburan tanah: Daun kelor mengandung banyak nutrisi, termasuk

unsur hara seperti nitrogen, fosfor, kalium, kalsium, magnesium, dan lainnya. Ketika daun kelor diuraikan dalam tanah, nutrisi-nutrisi ini dapat merangsang aktivitas mikroorganisme tanah dan meningkatkan kesuburan tanah.

2) Peningkatan struktur tanah: Daun kelor yang diuraikan dalam tanah juga dapat meningkatkan struktur tanah. Ini membantu tanah menjadi lebih gembur, memungkinkan aerasi yang lebih baik, dan meningkatkan retensi air.
3) Pengendalian hama dan penyakit: Beberapa senyawa dalam daun kelor memiliki sifat antimikroba dan antioksidan. Ketika digunakan sebagai pupuk hijau atau kompos, daun kelor dapat membantu mengurangi risiko serangan hama dan penyakit tanaman.
4) Peningkatan pertumbuhan tanaman: Nutrisi yang disediakan oleh daun kelor dapat memberikan dukungan nutrisi yang baik bagi tanaman. Ini dapat meningkatkan pertumbuhan dan produktivitas tanaman.
5) Pengurangan ketergantungan pada pupuk kimia: Dengan menggunakan daun kelor sebagai pupuk organik, petani dapat mengurangi ketergantungan pada pupuk kimia yang mahal dan merusak lingkungan.
6) Pengurangan limbah organik: Menggunakan daun kelor yang sudah tidak terpakai sebagai pupuk organik

merupakan cara yang baik untuk mengurangi limbah organik dan mendaur ulang bahan-bahan yang sudah tidak terpakai.

Penggunaan daun kelor sebagai pupuk organik dapat memberikan manfaat jangka panjang bagi pertanian, terutama dalam menjaga keberlanjutan lingkungan dan meningkatkan hasil tanaman secara alami. Namun, seperti halnya dengan penggunaan pupuk organik lainnya, perlu diperhatikan dosis yang tepat agar tidak mengganggu keseimbangan unsur hara dalam tanah.

Kelor (Moringa oleifera Lamk.) merupakan tanaman yang berasal dari dataran sepanjang sub Himalaya yaitu India, Pakistan, Bangladesh, dan Afghanistan. Kelor termasuk jenis tumbuhan perdu berumur panjang berupa semak atau pohon dengan ketinggian 7-12 meter. Batangnya berkayu (lignosus), tegak, berwarna putih kotor, berkulit tipis dan mudah patah. Cabangnya jarang dengan arah percabangan tegak atau miring serta cenderung tumbuh lurus dan memanjang.

Kerajaan: *Plantae*
Sub kerajaan: *Tracheobionta*
Superdivisi: *Spermatophyta*
Divisi: *Magnoliophyta*
Kelas: *Magnoliopsida*
Sub kelas: *Dilleniidae*
Bangsa: *Capparales*
Suku: *Moringaceae*
Genus: *Moringa*
Spesies: *Moringa oleifera Lamk.*



(dokumen pribadi)

g. Gedebog Pisang

Pisang adalah salah satu suku *Musaceae,*. berasal dari kawasan Asia Tenggara. Tanaman pisang ini cocok untuk tumbuh di daerah tropis serta merupakan tanaman yang tidak musiman tetapi dapat berbuah sepanjang tahun. Tanaman pisang merupakan salah satu kekayaan Indonesia dengan nama latin *Musa* sp, dimana memiliki keragaman jenis antara lain, pisang kepok, pisang ambon, pisang raja, pisang badak,

pisang susu, pisang abaka, pisang nangka, pisang pipit dan sebagainya (Amilda 2014).

Gedebog adalah sebutan dalam bahasa jawa atau lebih dikenal dengan nama batang pisang.Ternyata memiliki manfaat sebagai pakan pengganti untuk ternak. Ternyata gedebog pisang mempunyai manfaat sebagai pakan alternatif untuk ternak ruminansia, menagapa bisa dijadikan pakan alternatif karena gedebog pisang memiliki kandungan nutrisi dengan BK 87,7%, Abu 25,12%, LK 14,23%, PK 3,01%, SK 29,40%, dan BETN 28,24%. Dari data tersebut bisa dilihat bahwa kandungan serat kasar gedebog pisang sangat tinggi dan nilai protein kasarnya rendah. Artinya, untuk digunakan sebagai pakan ternak, batang pisang ini sebenarnya kurang bagus. Apalagi kalau jumlahnya dalam ransum sangat dominan. Oleh karena itu, dalam penggunaannya batang pisang ini harus ditambah dengan bahan – bahan lain yang kualitasnya bagus.



Gambar 3.9 gedebog pisang (sumber dokumen pribadi)

Batang pohon pisang tersedia dalam jumlah banyak dan mudah dijumpai di sekitar kita. Pohon pisang hanya berbuah sekali selama masa tanamnya, setelah itu akan layu dan mati. Pengomposan sisa batang pisang dapat terjadi secara alami oleh mikroorganisme tanah, namun proses ini berlangsung dalam jangka waktu lama. Unsur hara yang terdapat dalam batang pohon pisang diantaranya adalah kalsium sebesar 16%, kadar kalium sebesar 23% dan kadar fosfor sebesar 32% (Suprihatin 2011). Ketiga unsur hara tersebut merupakan nutrisi penting untuk pertumbuhan tanaman. Pupuk organik sangat berguna untuk memberikan sumber nutrisi bagi pertumbuhan tanaman. Pupuk organik terbuat dari bahan-bahan alami yang dapat didaur ulang, diperbaharui, dan diurai menjadi unsur hara dengan bantuan mikroorganisme dekomposer. Untuk memudahkan unsur hara diserap oleh tanaman, maka bahan organik tersebut diubah menjadi pupuk cair agarunsur-unsur hara lebihmudah diserap oleh tanaman (Myra Wardati Sari 2018).

Tanaman pisang termasuk dalam golongan monokotil tahunan, pohon yang tersusun atas batang semu.Batang semu ini merupakan tumpukan pelepah daun yang tersusun secara rapat teratur.Pisang dikembangbiakan dengan cara vegetatif. Percabangan tanaman bertipe simpodial dengan meristem ujung memanjang dan

membentuk bunga lalu buah.Bagian bawah batang pisang menggembung berupa umbi yang disebut bonggol.Pucuk lateral (sucker) muncul dari kuncup pada bonggol yang selanjutnya tumbuh menjadi tanaman pisang.Buah pisang umumnya tidak berbiji atau bersifat partenokarpi.Variasi dalam kultivar pisang, diantaranya dari warna buah, warna batang, bentuk daun, bentuk buah dan masih banyak lagi karakter yang membedakan diantara kultivar pisang. Kata pisang berasal dari bahasa Arab yaitu maus. Linneus kemudian memasukkan pisang (maus-bahasa Arab) ke dalam keluarga Musaceae, sekaligus sebagai penghormatan kepada Antonius Musa, seorang dokter pribadi Kaisar Romawi, Octaviani Agustinus. Antonius Musa yang menganjurkan untuk makan buah pisang. Sebab itu, nama ilmiah pisang dalam bahasa latin disebut Musa paradisiaca. Taksonomi tanaman pisang adalah:

Kingdom : *Plantae*
Divisi : *Spermatophyta*
Sub Divisi : *Angiospermae*
Kelas : *Monocotyledonae*
Famili : *Musaceae*
Genus : *Musa*
Spesies : *Musa paradisiaca L.*



Sumber dokumen pribadi

h. Serabut Kelapa (*Cocopit*).

Sabut kelapa merupakan limbah padat dari industri minyak kelapa, serta limbah dari makanan yang bersumber dari kelapa yang banyak dikonsumsi oleh masyarakat di Indonesia. Kelapa (Cocos nucifera) merupakan salah satu anggota tanaman palma yang paling dikenal dan banyak tersebar di daerah tropis. Pohon kelapa merupakan jenis tanaman berumah satu dengan batang tanaman tumbuh lurus ke atas dan tidak bercabang. Tinggi pohon kelapa dapat mencapai 10-14 meter lebih, daunnya berpelepah dengan panjang dapat mencapai 3-4 meter lebih dengan sirip-sirip lidi yang menopang tiap helaian. (Yessica Arini Paskawati 2010).



Gambar 3.10 serabut kelapa (dokumen pribadi)

Limbah sabut kelapa dapat dimanfaatkan sebagai bahan utama pembuatan pupuk organik pertanian khususnya yang jenis cair, karena mengandung unsur hara makro dan mikro yang meliputi air 53,83%, N 0,28% ppm, P0,1

ppm, K 6,726 ppm, Ca 140 ppm, dan Mg 170 ppm (Sulistiani 2014).

Di dalam sabut kelapa terkandung unsurunsur hara dari alam yang sangat dibutuhkan tanaman yaitu kalium(K), selain itu juga terdapat kandungan unsur-unsur lain seperti kalsium(Ca), magnesium(Mg), natrium (Na) dan fosfor(P). Sabut kelapa apabila direndam, kalium dalam sabut tersebut dapat larut dalam air sehingga menghasilkan air rendaman yang mengandung unsur K. Air hasil rendaman yang mengandung unsur K tersebut sangat baik jika diberikan sebagai pupuk serta pengganti pupuk KCl anorganik untuk tanaman (Ray Wijaya 2017).

Serabut kelapa adalah serat yang berasal dari kulit luar buah kelapa (cangkang kelapa). Serabut ini dikenal sebagai serat alami yang kuat dan tahan lama, dan sering digunakan dalam berbagai aplikasi. Berikut beberapa penggunaan serabut kelapa:

1) Penggunaan dalam Industri Pertanian: Serabut kelapa sering digunakan dalam pembuatan tali dan jaring pertanian. Mereka tahan terhadap cuaca dan dapat digunakan untuk mengikat tanaman atau sebagai penyangga untuk tanaman yang tumbuh menjalar.
2) Penggunaan dalam Konstruksi: Serabut kelapa kadang-kadang digunakan dalam industri konstruksi sebagai bahan campuran dalam pembuatan beton, plester, atau campuran yang lebih kuat dan tahan lama.

3) Bahan Isolasi: Serabut kelapa juga digunakan sebagai bahan isolasi dalam beberapa aplikasi seperti isolasi atap dan dinding. Mereka memiliki sifat isolasi termal yang baik.
4) Penggunaan dalam Kerajinan Tangan: Serabut kelapa sering digunakan dalam kerajinan tangan untuk membuat barang-barang seperti tikar, anyaman, tas, dan hiasan.
5) Penggunaan dalam Industri Tekstil: Dalam beberapa kasus, serat kelapa juga digunakan dalam industri tekstil untuk membuat kain dan tekstil yang tahan lama.
6) Penggunaan dalam Produk Kecantikan: Minyak kelapa dan serat kelapa kadang-kadang digunakan dalam produk perawatan kulit dan rambut karena manfaatnya bagi kesehatan kulit dan rambut.
7) Media Tanam: Serabut kelapa dapat digunakan sebagai media tanam dalam budidaya tanaman, terutama dalam budidaya hidroponik atau dalam pot tanaman. Mereka dapat menyimpan air dan nutrisi dengan baik dan memberikan struktur yang baik untuk akar tanaman.
8) Bahan Baku Industri: Serabut kelapa juga digunakan sebagai bahan baku dalam industri pulp dan kertas, serta dalam produksi beberapa produk kimia.

Serabut kelapa adalah salah satu contoh bahan alami yang sangat serbaguna dan dapat digunakan dalam berbagai industri

dan aplikasi. Kekuatan, daya tahan, dan sifat-sifat lainnya membuatnya menjadi bahan yang berharga dalam banyak konteks. Kelapa merupakan salah satu keluarga Palmae. Tanaman ini memiliki batang yang lurus dan umumnya tidak bercabang. Tanaman kelapa merupakan tanaman monokotil dengan bentuk akar serabut dan daun yang menyirip. Sedangkan bunga tanaman ini terletak diantara ketiak daunnya yang disebut mayang. Klasifikasi tata nama (sistematika) dari tanaman kelapa sebagi berikut :

Kingdom : *Plantae*
Divisi : *Spermathopyta*
Kelas : *Monocotyledoneae*
Ordo : *Arecales*
Famili : *Arecaceae*
Genus : *Cocos*
Spesies : *Cocos Nucifera Linn*



Sumber: Dokumen Pribadi

4. Proses Pembuatan Pupuk NPK dari Tanaman Liar

Bahan-bahan yang digunakan dalam pembuatan pupuk NPK dari tanaman liar dan jumlanya sebagai berikut:

a. Tanaman kiphait dengan berat 300 gr (1)
b. Akar Putri Malu 1.500 gr (5)
c. Daun Lamtoro 3.300 gr (11)
d. Kokopit 1.800 gr (6)

e. Daun Putri Malu 300 gr (1)
f. Daun kelor 2.100 gr (7)
g. Daun Bambu 600 gr (2)
h. Daun Gamal 1.200 gr (4)
i. Gedebog Pisang 6.000 gr (20)
j. Air Cucian Beras 2.000 ml
k. Biakan Nitrobacter 150 ml
l. Biakan mikroorganisme yang ada dalam Em4 150 ml

Alur proses pembuatan pupuk NPK dari tanaman liar bisa dilihat sebagai berikut:

a. Pencacahan bahan-bahan utama dan pendukung dengan menggunakan mesin pencacah



Gambar 3.11 Mesin Pencacah (sumber: dokumen pribadi)

b. Bahan-bahan yang sudah dicacah dimasukkan ke dalam drum penampung dan dibiarkan selama satu bulan dengan ditambah laurtan biakan Nitrobacter dan biakan mikroorganisme dalam Em4



Gambar 3.12 Proses Fermentasi

c. Memisahkan antara pupuk organik cair dan pupuk organik padat
d. Pupuk Organik Cair diletakan dalam Botol, dan pupuk organik padat dijemur sampai kering



Gambar 3.13 proses pengeringan pupuk organic padat

e. Proses Pengemasan Organik Cair dan pupuk organik padat



Gambar 3.14 POC dan POP

f. Menguji kandungan NPK dalam Pupuk Organik Cair dan pupuk organik padat di Lab.Kimia Badan Standardisasi Dan Kebijakan Jasa Industribalai Besar Kimia Dan Kemasan, Jl. Balai Kimia No.1, Pekayon, Pasar Rebo, Jakarta 13710, dengan hasil sebagai berikut:
   1) Kandungan unsur Hara Makro ($N+P_2O_5+K_2O$) pada pupuk organik cair dengan satuan persentase (%) melalui metode uji SNI 7763:2018, mendapatkan hasil kandungan NPK sebesar 0,65%.
   2) Kandungan unsur Hara Makro ($N+P_2O_5+K_2O$) pada pupuk organik padat dengan satuan persentase (%) melalui metode uji SNI 7763:2018, mendapatkan hasil kandungan NPK sebesar 1,46%.

D. Nilai-Nilai Agama Islam dalam Mencintai Tanaman (Lingkungan)

Dalam agama Islam, ada sejumlah nilai-nilai yang mendorong umat Muslim untuk mencintai alam, termasuk tanaman dan lingkungan. Beberapa dari nilai-nilai ini adalah sebagai berikut:

1. Keesaan Tuhan (Tauhid) : Konsep Tauhid mengajarkan kepercayaan kepada satu Allah

yang menciptakan dan mengatur seluruh alam semesta. Ini mendorong umat Muslim untuk menghormati dan menjaga ciptaan Allah, termasuk tanaman dan lingkungan.

2. Keteladanan alam semesta: Dalam Al-Qur'an, banyak ayat yang mengajak manusia untuk merenungi ciptaan Allah di alam semesta. Melalui observasi alam, manusia diajak untuk memahami kebesaran Allah dan keindahan yang ada di sekitar mereka, termasuk dalam bentuk tanaman.
3. Tanggung Jawab sebagai Khalifah: Manusia dianggap sebagai khalifah (pemimpin) di bumi, yang diberi tanggung jawab untuk menjaga dan memelihara lingkungan. Ini termasuk tanggung jawab untuk menjaga keberlanjutan sumber daya alam, termasuk tanaman.
4. Menjaga Keseimbangan Ekosistem: Islam mengajarkan pentingnya menjaga keseimbangan alam dan ekosistem. Menjaga tanaman dan tumbuhan adalah bagian dari menjaga keseimbangan ini, karena tumbuhan berkontribusi pada siklus kehidupan dan keseimbangan ekosistem.
5. Menjaga Keberlanjutan: Konsep "Ihsan" dalam Islam mengajarkan tentang berbuat baik dan menjaga keberlanjutan. Ini dapat diterapkan dalam cara manusia memperlakukan lingkungan dan tanaman, termasuk dalam praktik pertanian yang berkelanjutan.
6. Penghindaran Pemborosan: Islam mengecam pemborosan dalam segala bentuknya. Menghargai tanaman dan sumber daya alam

berarti menghindari pemborosan dan memanfaatkannya dengan bijak.

7. Menjaga Kebersihan: Kebersihan dan rapih merupakan bagian dari iman dalam Islam. Merawat tumbuhan dan menjaga lingkungan bersih adalah wujud dari penghargaan terhadap ciptaan Allah.
8. Memaafkan Alam: Dalam hadis, Rasulullah SAW mengajarkan pentingnya memberi makan burung dan hewan di sekitar kita. Ini mengajarkan bahwa manusia harus berbagi sumber daya alam dengan makhluk lain.
9. Menjaga Kehidupan: Dalam Al-Qur'an, dijelaskan bahwa membunuh satu nyawa adalah seperti membunuh seluruh umat manusia. Hal ini menunjukkan pentingnya menjaga kehidupan, termasuk kehidupan tanaman.
10. Keteladanan Nabi Muhammad SAW: Nabi Muhammad SAW dikenal sebagai teladan dalam segala aspek kehidupan, termasuk dalam hubungannya dengan alam. Beliau mengajarkan untuk tidak membabat semua pohon di sekitar, menghindari pemborosan air, dan memperlakukan hewan dengan baik.
11. Mencintai tanaman dan lingkungan adalah bagian integral dari ajaran Islam yang mengajarkan bahwa manusia adalah pengelola dan pemelihara alam. Nilai-nilai ini mendorong penghargaan terhadap ciptaan Allah dan tanggung jawab kita sebagai manusia untuk menjaga alam dengan baik.

Islam mendorong umatnya untuk menjaga dan menghormati lingkungan, termasuk tumbuhan dan alam secara umum. Berikut adalah beberapa

nilai-nilai agama Islam yang berhubungan dengan mencintai tanaman dan menjaga lingkungan:

1. Ketertiban Alam: Al-Qur'an dan ajaran Islam menegaskan bahwa alam semesta diciptakan dalam keadaan seimbang dan harmonis oleh Allah. Manusia dianggap sebagai khalifah (pemimpin) di bumi, yang memiliki tanggung jawab untuk menjaga keharmonisan alam dan tumbuh-tumbuhan.
2. Bersyukur atas Nikmat Allah: Al-Qur'an secara berulang kali mengajak manusia untuk bersyukur atas nikmat-nikmat Allah, termasuk keberadaan tumbuhan yang memberikan makanan, obat-obatan, dan berbagai manfaat bagi kehidupan manusia.
3. Menghindari Pemborosan: Islam mengajarkan untuk tidak memboroskan sumber daya alam, termasuk tumbuhan. Ayat-ayat Al-Qur'an yang mengajarkan tentang mengambil sebagian yang cukup dari apa yang diperlukan, seperti dalam Surah Al-A'raf (7:31), mengingatkan agar manusia tidak berlebihan dalam penggunaan dan eksploitasi sumber daya alam.

   يَٰبَنِيٓ ءَادَمَ خُذُواْ زِينَتَكُمۡ عِندَ كُلِّ مَسۡجِدٖ وَكُلُواْ وَٱشۡرَبُواْ وَلَا تُسۡرِفُوٓاْۚ إِنَّهُۥ لَا يُحِبُّ ٱلۡمُسۡرِفِينَ

   Artinya: Hai anak Adam, pakailah pakaianmu yang indah di setiap (memasuki) mesjid, makan dan minumlah, dan janganlah berlebih-lebihan. Sesungguhnya Allah tidak menyukai orang-orang yang berlebih-lebihan (Q.S Al-A'raf: 31)
4. Menjaga Keseimbangan Ekosistem: Islam mengajarkan prinsip-prinsip menjaga keseimbangan ekosistem. Merusak tumbuhan

atau lingkungan dapat mengganggu rantai makanan dan berdampak buruk pada kehidupan makhluk lain.

5. Sedekah dan Kebaikan: Menanam dan merawat tanaman dianggap sebagai bentuk sedekah dan kebaikan dalam Islam. Hadis Nabi Muhammad mengajarkan bahwa setiap tindakan baik, termasuk menanam pohon atau memberi makanan kepada hewan, akan mendatangkan pahala.
6. Etika dalam Pemanfaatan Tumbuhan: Islam mengajarkan etika dalam pemanfaatan tumbuhan. Tumbuhan diberi kehidupan oleh Allah, dan manusia diharapkan untuk menggunakan tumbuhan dengan penuh rasa tanggung jawab, menjaga keberlanjutan dan berbagi manfaat dengan makhluk hidup lainnya.
7. Larangan Pembakaran Berlebihan: Pembakaran hutan atau tanaman yang tidak perlu diizinkan dalam Islam. Larangan ini mencerminkan pentingnya menjaga keberlanjutan alam dan menghindari kerusakan lingkungan.
8. Menghormati dan Mengagumi Keindahan Alam: Islam mendorong manusia untuk mengagumi keindahan alam sebagai bukti kebesaran Allah. Menyaksikan keindahan tumbuhan dan alam secara umum dianggap sebagai cara untuk mendekatkan diri kepada Sang Pencipta.

Semua nilai-nilai ini menunjukkan bagaimana Islam mengajarkan pentingnya menghargai, menjaga, dan mencintai tanaman serta alam secara keseluruhan. Dengan mempraktikkan nilai-nilai ini, umat Islam diharapkan dapat berperan dalam

menjaga keberlanjutan lingkungan dan bumi yang dianugerahkan oleh Allah kepada umat manusia.

Agama Islam mengajarkan penghargaan terhadap alam dan lingkungan, termasuk cinta dan perawatan terhadap tanaman. Berikut adalah beberapa nilai-nilai agama Islam yang berkaitan dengan mencintai tanaman dan lingkungan:

1. Tanggung Jawab sebagai Khalifah: Manusia dalam pandangan Islam dianggap sebagai khalifah atau pemimpin di bumi. Sebagaimana disebutkan dalam Al-Qur'an (Al-Baqarah 2:205), manusia diberi tanggung jawab untuk menjaga dan merawat alam semesta, termasuk tanaman dan lingkungan.

   وَإِذَا تَوَلَّىٰ سَعَىٰ فِى ٱلْأَرْضِ لِيُفْسِدَ فِيهَا وَيُهْلِكَ ٱلْحَرْثَ وَٱلنَّسْلَ ۗ وَٱللَّهُ لَا يُحِبُّ ٱلْفَسَادَ

   Artinya: Dan apabila ia berpaling (dari kamu), ia berjalan di bumi untuk mengadakan kerusakan padanya, dan merusak tanam-tanaman dan binatang ternak, dan Allah tidak menyukai kebinasaan (Q.S Al-Baqarah: 205)
2. Cinta terhadap Ciptaan Allah: Islam mengajarkan cinta dan penghargaan terhadap segala ciptaan Allah, termasuk tumbuhan. Menunjukkan cinta dan perhatian terhadap tanaman adalah wujud penghargaan terhadap keindahan yang diciptakan oleh Allah.
3. Menjaga Keseimbangan Alam: Islam mengajarkan pentingnya menjaga keseimbangan alam. Menanam, merawat, dan menjaga tanaman membantu menjaga keseimbangan ekosistem dan lingkungan.

4. Pencegahan Pemborosan: Pemborosan diharamkan dalam Islam. Ayat-ayat seperti dalam Al-Qur'an (Al-Isra' 17:26) mengingatkan manusia untuk tidak berlebihan dalam penggunaan sumber daya alam, termasuk air dan tanaman.

   إِنَّ ٱلْمُبَذِّرِينَ كَانُوٓا۟ إِخْوَٰنَ ٱلشَّيَٰطِينِ ۖ وَكَانَ ٱلشَّيْطَٰنُ لِرَبِّهِۦ كَفُورًا

   Sesungguhnya pemboros-pemboros itu adalah saudara-saudara syaitan dan syaitan itu adalah sangat ingkar kepada Tuhannya (Al-Isra': 26)
5. Memberi Manfaat kepada Makhluk Hidup Lain: Menumbuhkan tanaman yang memberikan manfaat bagi manusia dan makhluk hidup lain adalah tindakan yang dianjurkan dalam Islam. Hal ini sejalan dengan konsep kebajikan dan pemberian dalam agama.
6. Menghindari Kerusakan Lingkungan: Islam melarang perbuatan yang merusak lingkungan. Merusak atau menebang tanaman secara sembarangan dapat dianggap bertentangan dengan ajaran agama.
7. Keteladanan Nabi Muhammad: Nabi Muhammad SAW sendiri memberikan contoh dalam mencintai dan merawat alam. Beliau mengajarkan perlunya merawat tanaman, bahkan dalam situasi perang.
8. Perbuatan Kebaikan dalam Menanam Pohon: Nabi Muhammad SAW dalam beberapa hadis mengajarkan bahwa menanam pohon adalah perbuatan baik yang mendatangkan pahala, bahkan jika kiamat sudah dekat.
9. Syukur atas Nikmat Allah: Tanaman adalah salah satu nikmat dari Allah SWT. Islam mengajarkan pentingnya bersyukur atas nikmat-nikmat Allah,

termasuk tanaman yang memberikan makanan dan manfaat lainnya.

Mencintai tanaman dan menjaga lingkungan adalah bagian dari praktik agama yang sejalan dengan ajaran Islam. Nilai-nilai ini mengajarkan pentingnya menjaga alam semesta sebagai tanda rasa syukur kepada Allah atas ciptaan-Nya dan untuk kesejahteraan generasi-generasi mendatang.

E. Ayat-Ayat Al-Qur'an Untuk Mencintai atau Menjaga Alam dan Tanaman

Berikut adalah beberapa ayat Al-Qur'an yang dapat dihubungkan dengan konsep mencintai alam atau tanaman:

1. Surah Al-An'am, Ayat 141:

وَهُوَ ٱلَّذِىٓ أَنشَأَ جَنَّٰتٍ مَّعْرُوشَٰتٍ وَغَيْرَ مَعْرُوشَٰتٍ وَٱلنَّخْلَ وَٱلزَّرْعَ مُخْتَلِفًا أُكُلُهُۥ وَٱلزَّيْتُونَ وَٱلرُّمَّانَ مُتَشَٰبِهًا وَغَيْرَ مُتَشَٰبِهٍ ۚ كُلُوا۟ مِن ثَمَرِهِۦٓ إِذَآ أَثْمَرَ وَءَاتُوا۟ حَقَّهُۥ يَوْمَ حَصَادِهِۦ ۖ وَلَا تُسْرِفُوٓا۟ ۚ إِنَّهُۥ لَا يُحِبُّ ٱلْمُسْرِفِينَ

Artinya: Dan Dialah yang menjadikan kebun-kebun yang berjunjung dan yang tidak berjunjung, pohon korma, tanam-tanaman yang bermacam-macam buahnya, zaitun dan delima yang serupa (bentuk dan warnanya) dan tidak sama (rasanya). Makanlah dari buahnya (yang bermacam-macam itu) bila dia berbuah, dan tunaikanlah haknya di hari memetik hasilnya (dengan disedekahkan kepada fakir miskin); dan janganlah kamu berlebih-lebihan. Sesungguhnya Allah tidak menyukai orang yang berlebih-lebihan.

Penjelasan dari ayat tersebut adalah Dan Allah yang menciptakan kebun-kebun yang terhampar di muka bumi, baik berupa tanaman-tanaman yang tidak mempuyai batang maupun pepohonan yang memiliki batang. Dia lah yang

menciptakan pohon kurma dan menciptakan tanaman-tanaman yang beraneka ragam buahnya dari segi bentuk dan cita rasanya. Dan Dia lah yang menciptakan buah zaitun dan buah delima yang daunnya serupa tetapi rasanya (buahnya) berbeda. Makanlah -wahai manusia- dari buahnya apabila tanaman itu berbuah, dan tunaikanlah zakatnya pada waktu panen.

Dan janganlah kalian melampaui batas-batas yang telah ditetapkan oleh syariat ketika memakannya dan membelanjakannya. Karena Allah tidak menyukai orang-orang yang melampaui batas dalam masalah tersebut maupun masalah lainnya. Bahkan Dia murka kepada orang-orang semacam itu. Sesungguhnya Allah menciptakan semua hal yang dihalalkan itu untuk hamba-hamba-Nya. Maka orang-orang musyrik tidak berhak mengharamkannya.

2. Surah Al-Waqi'ah, Ayat 72:

ءَأَنتُمْ أَنشَأْتُمْ شَجَرَتَهَآ أَمْ نَحْنُ ٱلْمُنشِـُٔونَ

Artinya: Kamukah yang menjadikan kayu itu atau Kamikah yang menjadikannya?

Ini adalah bukti yang keempat atas benarnya kebangkitan, dimana Allah berkata : Kabarkan kepadaku tentang api yang kalian nyalakan (dengan digesekkan kepada kayu). Apakah kalian yang menjadikan kayu itu ataukah Kami yang yang menciptakannya. ketahuilah bahwa kami menciptakan api ini agar Kami dapat memperingatkan kalian dengan api neraka, maka hal ini menjadi pelajaran dan nasihat bagi orang-orang yang mau mengambil pelajaran. Api ini juga sebagai kesenangan untuk memasak makanan dan keperluan kalian, juga

menjadi manfaat bagi para musafir untuk digunakan pada kondisi mereka yang beraneka macam

3. Surah Ar-Rum, Ayat 37:

أَوَلَمْ يَرَوْا۟ أَنَّ ٱللَّهَ يَبْسُطُ ٱلرِّزْقَ لِمَن يَشَآءُ وَيَقْدِرُ ۚ إِنَّ فِى ذَٰلِكَ لَـَٔايَٰتٍ لِّقَوْمٍ يُؤْمِنُونَ

Artinya: Dan apakah mereka tidak memperhatikan bahwa Sesungguhnya Allah melapangkan rezeki bagi siapa yang dikehendaki-Nya dan Dia (pula) yang menyempitkan (rezeki itu). Sesungguhnya pada yang demikian itu benar-benar terdapat tanda-tanda (kekuasaan Allah) bagi kaum yang beriman.

Allah memperingatkan mereka atas keputusasaan itu. Dan tidakkah mereka melihat dengan mata kepala beberapa fenomena yang terjadi, tidak terkecuali pada diri mereka sendiri, bahwa Allah yang melapangkan rezeki bagi siapa yang dia kehendaki, bukan semata hasil usaha mereka, dan dia pula yang membatasi rezeki bagi siapa yang dia kehendaki, meski ia telah berusaha keras untuk meraih rezeki sebanyak-banyaknya' sungguh, pada yang demikian itu, yakni lapang dan sempitnya rezeki, benar-benar terdapat tanda-tanda kebesaran Allah bagi kaum yang beriman yang meyakini keesaan dan kekuasaan-Nya yang sempurna sehingga mereka menyerahkan segala urusan kepada-Nya.

4. Surah Abasa, Ayat 24-32:

فَلْيَنْظُرِ الْإِنْسَانُ إِلَى طَعَامِهِ (24) أَنَّا صَبَبْنَا الْمَاءَ صَبًّا (25) ثُمَّ شَقَقْنَا الْأَرْضَ شَقًّا (26) فَأَنْبَتْنَا فِيهَا حَبًّا (27) وَعِنَبًا وَقَضْبًا (28) وَزَيْتُونًا وَنَخْلًا

(29) وَحَدَائِقَ غُلْبًا (30) وَفَاكِهَةً وَأَبًّا (31) (مَتَاعًا لَكُمْ وَلِأَنْعَامِكُمْ (32

Artinya: maka hendaklah manusia itu memperhatikan makanannya. Sesungguhnya Kami benar-benar telah mencurahkan air (dari langit). kemudian Kami belah bumi dengan sebaik-baiknya, lalu Kami tumbuhkan biji-bijian di bumi itu, anggur dan sayur-mayur, zaitun dan pohon kurma. kebun-kebun (yang) lebat, dan buah-buahan serta rumput-rumputan, untuk kesenangan kalian dan untuk binatang-binatang ternak kalian.)

Ayat-ayat ini menjelaskan tentang berbagai buah-buahan dan tanaman yang Allah ciptakan sebagai nikmat bagi manusia. Kemudian Allah mengarahkannya untuk merenung dan berpikir pada makanannya, bagaimanakah makanan itu sampai padanya setelah melalui berbagai fase dan dimudahkan oleh Allah untuknya seraya berfirman, “Maka hendaklah manusia itu memperhatikan makanannya, sesungguhnya Kami benar-benar telah mencurahkan air (dari langit).” Yakni Kami turunkan hujan ke bumi dengan lebat, “kemudian Kami belah bumi dengan sebaik-baiknya” untuk tumbuh-tumbuhan,, “lalu Kami tumbuhkan di bumi itu,” berbagai macam makanan lezat dan hidangan nikmat, “biji-bijian,” dan ini mencakup seluruh macam biji-bijian dengan berbagai macamnya, “anggur dan sayur-sayuran,” yaitu sayur-sayuran hijau, “zaitun dan pohon kurma.”

Allah menyebutkan empat macam di atas secara khusus karena manfaatnya yang besar. “Dan kebun-kebun (yang) lebat,” yakni, kebun-kebun yang di dalamnya terdapat banyak pohon yang saling berjubel satu sama lain, “dan buah-buahan serta rumput-rumputan,” buah-buahan yang disenangi orang lain, seperti buah tin, anggur, dalima, dan lainnya. Sedangkan rumput-rumputan adalah makanan hewan dan binatang ternak. Karena itu Allah berfirman, “untuk kesenanganmu dan untuk binatang-binatang ternakmu,” yang diciptakan dan ditundukkan Allah bagi kalian. Maka siapa pun yang memperhatikan berbagai nikmat ini, wajib baginya bersyukur kepada Rabbnya dan mencurahkan daya untuk kembali padaNya dan mengarah pada ketaatan, serta membenarkan berita-beritaNya.

5. Surah Al-An'am, Ayat 99:

وَهُوَ ٱلَّذِىٓ أَنزَلَ مِنَ ٱلسَّمَآءِ مَآءً فَأَخْرَجْنَا بِهِۦ نَبَاتَ كُلِّ شَىْءٍ فَأَخْرَجْنَا مِنْهُ خَضِرًا نُّخْرِجُ مِنْهُ حَبًّا مُّتَرَاكِبًا وَمِنَ ٱلنَّخْلِ مِن طَلْعِهَا قِنْوَانٌ دَانِيَةٌ وَجَنَّٰتٍ مِّنْ أَعْنَابٍ وَٱلزَّيْتُونَ وَٱلرُّمَّانَ مُشْتَبِهًا وَغَيْرَ مُتَشَٰبِهٍ ۗ ٱنظُرُوٓا۟ إِلَىٰ ثَمَرِهِۦٓ إِذَآ أَثْمَرَ وَيَنْعِهِۦٓ ۚ إِنَّ فِى ذَٰلِكُمْ لَـَٔايَٰتٍ لِّقَوْمٍ يُؤْمِنُونَ

Artinya:"Dan Dialah yang menurunkan air hujan dari langit, lalu Kami tumbuhkan dengan air itu segala jenis tumbuh-tumbuhan, lalu Kami keluarkan daripadanya tanaman yang hijau, Kami keluarkan dari padanya biji-bijian yang berbaris-baris, dan pohon kurma yang bongkok kelompoknya, dan kebun-kebun anggur dan zaitun dan delima, yang sama dan tidak sama. Perhatikanlah buahnya pada waktu dia berbuah dan apabila dia berbuah sesungguhnya pada

yang demikian itu terdapat tanda-tanda bagi kaum yang beriman."

Ayat tersebut menjelaskan tentang Keesaan dan kekuasaan Allah telah terbukti dengan jelas bagi yang masih enggan untuk beriman, maka ayat ini menegaskan kembali seakan merangkum dan memerinci apa yang telah disebutkan. Dan dialah yang menurunkan air, yaitu hujan, dari langit, lalu kami tumbuhkan dengan air itu segala macam tumbuh-tumbuhan, maka kami keluarkan dari tumbuh-tumbuhan itu tanaman yang menghijau, kami keluarkan dari tanaman yang menghijau itu butir yang banyak padahal sebelumnya hanya satu biji atau benih.

Dan, sebagai contoh dari proses di atas, dari mayang, yakni tongkol bunga, kurma, mengurai tangkai-tangkai yang menjulai yang mudah dipetik, dan kebun-kebun anggur, dan kami keluarkan pula zaitun dan delima yang serupa bentuk buahnya dan yang tidak serupa aroma dan kegunaannya. Perhatikanlah buahnya pada waktu berbuah, dan perhatikan pula proses bagaimana buah tersebut menjadi masak. Sungguh, pada yang demikian itu ada tanda-tanda kekuasaan Allah bagi orang-orang yang beriman. Aneka macam bukti yang dipaparkan seperti yang disebut pada beberapa ayat di atas, agaknya belum menjadikan kaum musyrik sadar akan keyakinannya yang keliru. Salah satu bentuk keyakinan yang sesat itu diurai pada ayat ini. Dan mereka, orang-orang musyrik, menjadikan jin sekutu-sekutu Allah, padahal dia yang menciptakannya, yakni jin-jin itu, dan

mereka berbohong dengan mengatakan, Allah mempunyai anak laki-laki dan anak perempuan, yaitu para malaikat. Itu mereka yakini dan ucapkan tanpa dasar ilmu pengetahuan sedikit pun. Mahasuci Allah dari segala apa yang mereka ucapkan dan yakini, dan mahatinggi dia dari sifat-sifat yang mereka gambarkan.

6. Surah Ya-Sin, Ayat 80:

ٱلَّذِى جَعَلَ لَكُم مِّنَ ٱلشَّجَرِ ٱلْأَخْضَرِ نَارًا فَإِذَآ أَنتُم مِّنْهُ تُوقِدُونَ

Artinya: "Yaitu Tuhan yang menjadikan untukmu api dari kayu yang hijau, maka tiba-tiba kamu nyalakan (api) dari kayu itu"

Tuhan yang akan menghidupkan kembali tulang belulang yang telah lapuk tersebut yaitu Allah yang menjadikan api untukmu dari kayu yang semula berupa pohon yang basah dan hijau. Begitu kayu itu ke-ring, maka seketika itu kamu nyalakan api dari kayu itu dan dapat meng-ambil manfaat dari api itu. '81. Demikianlah bukti-bukti kuasa Allah. Dan bukankah Allah yang mampu menciptakan langit dan bumi, mampu pula menciptakan kembali yang serupa itu, yaitu jasad mereka yang sudah hancur' benar. Allah kuasa menciptakannya dan dia maha pencipta segala sesuatu lagi maha mengetahui ciptaan-Nya.

7. Surah Ar-Rum, Ayat 41:

ظَهَرَ ٱلْفَسَادُ فِى ٱلْبَرِّ وَٱلْبَحْرِ بِمَا كَسَبَتْ أَيْدِى ٱلنَّاسِ لِيُذِيقَهُم بَعْضَ ٱلَّذِى عَمِلُوا۟ لَعَلَّهُمْ يَرْجِعُونَ

Artinya:"Telah nampak kerusakan di darat dan di laut disebabkan karena perbuatan tangan manusia, supaya Allah merasakan kepada

mereka sebahagian dari (akibat) perbuatan mereka, agar mereka kembali (ke jalan yang benar)."

Bila pada ayat-ayat sebelumnya Allah menjelaskan sifat buruk orang musyrik mekkah yang menuhankan hawa nafsu, melalui ayat ini Allah menegaskan bahwa kerusakan di bumi adalah akibat mempertuhankan hawa nafsu. Telah tampak kerusakan di darat dan di laut, baik kota maupun desa, disebabkan karena perbuatan tangan manusia yang dikendalikan oleh hawa nafsu dan jauh dari tuntunan fitrah. Allah menghendaki agar mereka merasakan sebagian dari akibat perbuatan buruk mereka agar mereka kembali ke jalan yang benar dengan menjaga kesesuaian perilakunya dengan fitrahnya.

8. Surah Al-A'raf, Ayat 31:

يَٰبَنِىٓ ءَادَمَ خُذُواْ زِينَتَكُمْ عِندَ كُلِّ مَسْجِدٍ وَكُلُواْ وَٱشْرَبُواْ وَلَا تُسْرِفُوٓاْ ۚ إِنَّهُۥ لَا يُحِبُّ ٱلْمُسْرِفِينَ

Artinya:"Hai anak Adam, pakailah pakaianmu yang indah pada setiap sembahyang, makan dan minumlah, dan janganlah berlebih-lebihan. Sesungguhnya Allah tidak menyukai orang-orang yang berlebih-lebihan."

Pada ayat yang lalu Allah memerintahkan agar manusia berlaku adil dalam semua urusan, maka pada ayat ini Allah memerintahkan agar memakai pakaian yang baik dalam beribadah, baik ketika salat, tawaf, dan ibadah lainnya. Allah juga memerintahkan manusia untuk makan dan minum secukupnya tanpa berlebih-lebihan.

Wahai anak cucu adam! pakailah pakaianmu yang bagus yaitu pakaian yang dapat menutupi aurat kalian atau bahkan yang lebih dari itu ketika kalian beribadah, sehingga kalian bisa melakukan salat dan tawaf dengan nyaman, dan lakukanlah itu pada setiap memasuki dan berada di dalam masjid atau tempat lainnya di muka bumi ini.

Dalam rangka beribadah, kami telah menyediakan makanan dan minuman, maka makan dan minumlah apa saja yang kamu sukai dari makanan dan minuman yang halal, baik dan bergizi, tetapi jangan berlebihan dalam segala hal, baik dalam beribadah dengan menambah cara atau kadarnya, ataupun dalam makan dan minum. Karena sungguh, Allah tidak menyukai, yakni tidak melimpahkan rahmat dan ganjaran-Nya kepada orang yang berlebih-lebihan dalam hal apa pun. Allah mengecam kaum musyrik yang mengharamkan sesuatu yang baik, seperti berpakaian dan memakan makanan yang baik, kemudian mereka mengatakan bahwa ketentuan itu berasal dari Allah. Oleh karena itu, Allah memerintahkan nabi-Nya untuk mengingkari perkataan orang-orang musyrik itu.

Katakanlah, wahai nabi Muhammad, kepada mereka yang mengharamkan apa yang dihalalkan Allah, siapakah yang mengharamkan perhiasan dari Allah yang telah disediakan, yakni diizinkan untuk dikenakan dan dinikmati, untuk hamba-hamba-Nya, dan rezeki yang baik-baik yang Allah sediakan di muka bumi ini' katakanlah, pakaian, makanan, atau rezeki lainnya, semua itu untuk orang-orang yang

beriman juga orang yang tidak beriman dalam kehidupan dunia, tetapi ia akan menjadi khusus untuk mereka saja yang beriman pada hari kiamat. Demikianlah, kami menjelaskan ayat-ayat, yakni ketetapan-ketetapan hukum atau bukti-bukti kebesaran kami, itu untuk orang-orang yang ingin mengetahui.

Dalam semua ayat ini, kita bisa melihat tanda-tanda kebesaran Allah dalam ciptaan alam, termasuk tanaman dan buah-buahan. Manusia diajak untuk memikirkan, bersyukur, dan menjaga alam sesuai dengan prinsip-prinsip Islam.

Beberapa ayat dalam Al-Qur'an mengandung pesan tentang keindahan alam, penciptaan, dan keberagaman ciptaan Allah, yang dapat dihubungkan dengan penghargaan terhadap alam dan tanaman. Berikut ini adalah beberapa ayat yang relevan:

1. Surah Al-An'am, Ayat 141:

وَهُوَ ٱلَّذِىٓ أَنشَأَ جَنَّٰتٍ مَّعْرُوشَٰتٍ وَغَيْرَ مَعْرُوشَٰتٍ وَٱلنَّخْلَ وَٱلزَّرْعَ مُخْتَلِفًا أُكُلُهُۥ وَٱلزَّيْتُونَ وَٱلرُّمَّانَ مُتَشَٰبِهًا وَغَيْرَ مُتَشَٰبِهٍ ۚ كُلُوا۟ مِن ثَمَرِهِۦٓ إِذَآ أَثْمَرَ وَءَاتُوا۟ حَقَّهُۥ يَوْمَ حَصَادِهِۦ ۖ وَلَا تُسْرِفُوٓا۟ ۚ إِنَّهُۥ لَا يُحِبُّ ٱلْمُسْرِفِينَ

Artinya:"Dan Dia-lah yang menciptakan kebun-kebun yang hijau dan yang tidak hijau, serta pohon korma dan tanaman-tanaman yang bermacam-macam buahnya (dengan berbagai warna dan rasa). Makanlah dari buahnya tatkala dia berbuah, dan berikanlah haknya pada hari dia berbuah. Dan janganlah kamu menghambur-hamburkan (harta) itu dengan berlebih-lebihan. Sesungguhnya Allah tidak menyukai orang-orang yang berlebihan."

Pada ayat-ayat yang lalu diterangkan bagaimana kaum musyrik mekah telah membuat ketetapan dan peraturan yang hanya berdasarkan pada keinginan hawa nafsu sendiri, bahkan mereka mengklaim bahwa peraturan itu berasal dari Allah. Pada ayat-ayat ini Allah menjelaskan lagi nikmat dan karunia-Nya yang diberikan kepada hambanya. Dan dialah, Allah, yang menjadikan dua jenis tanaman, yaitu tanaman-tanaman yang merambat dan yang tidak merambat.

Allah pun menciptakan untuk manusia berbagai macam pepohonan seperti pohon kurma, tanaman yang beraneka ragam rasanya, zaitun dan delima yang serupa (bentuk dan warnanya) dan tidak serupa (rasanya). Wahai manusia! makanlah buahnya apabila ia berbuah dan jangan lupa berikanlah haknya, berupa zakat, pada waktu memetik hasilnya, tapi janganlah berlebihlebihan, dalam arti tidak terlalu pelit dan tidak terlalu boros, tetapi berada di antara keduanya.

Sesungguhnya Allah tidak menyukai orang-orang yang berlebihan, yaitu dengan mengeluarkan harta bukan pada tempatnya. Allah pun menciptakan hewan ternak untuk kepentingan manusia. Dan di antara hewan-hewan ternak yang diciptakan Allah itu ada yang dijadikan pengangkut beban seperti unta, keledai, dan kuda dan ada pula yang untuk disembelih seperti kambing dan sapi. Wahai manusia, makanlah rezeki yang diberikan Allah kepadamu, yaitu yang Allah halalkan untukmu, dan janganlah kamu mengikuti langkah-langkah

setan sebagaimana kaum musyrik yang menghalalkan apa yang diharamkan Allah dan mengharamkan apa yang dihalalkan Allah. Sesungguhnya setan itu musuh yang nyata bagimu.

2. Surah Al-An'am, Ayat 99:

وَهُوَ ٱلَّذِىٓ أَنزَلَ مِنَ ٱلسَّمَآءِ مَآءً فَأَخْرَجْنَا بِهِۦ نَبَاتَ كُلِّ شَىْءٍ فَأَخْرَجْنَا مِنْهُ خَضِرًا نُّخْرِجُ مِنْهُ حَبًّا مُّتَرَاكِبًا وَمِنَ ٱلنَّخْلِ مِن طَلْعِهَا قِنْوَانٌ دَانِيَةٌ وَجَنَّٰتٍ مِّنْ أَعْنَابٍ وَٱلزَّيْتُونَ وَٱلرُّمَّانَ مُشْتَبِهًا وَغَيْرَ مُتَشَٰبِهٍ ۗ ٱنظُرُوٓا۟ إِلَىٰ ثَمَرِهِۦٓ إِذَآ أَثْمَرَ وَيَنْعِهِۦٓ ۚ إِنَّ فِى ذَٰلِكُمْ لَـَٔايَٰتٍ لِّقَوْمٍ يُؤْمِنُونَ

Artinya: Dan Dialah yang menurunkan air hujan dari langit, lalu Kami tumbuhkan dengan air itu segala macam tumbuh-tumbuhan maka Kami keluarkan dari tumbuh-tumbuhan itu tanaman yang menghijau. Kami keluarkan dari tanaman yang menghijau itu butir yang banyak; dan dari mayang korma mengurai tangkai-tangkai yang menjulai, dan kebun-kebun anggur, dan (Kami keluarkan pula) zaitun dan delima yang serupa dan yang tidak serupa. Perhatikanlah buahnya di waktu pohonnya berbuah dan (perhatikan pulalah) kematangannya. Sesungguhnya pada yang demikian itu ada tanda-tanda (kekuasaan Allah) bagi orang-orang yang beriman.

Keesaan dan kekuasaan Allah telah terbukti dengan jelas bagi yang masih enggan untuk beriman, maka ayat ini menegaskan kembali seakan merangkum dan memerinci apa yang telah disebutkan. Dan dialah yang menurunkan air, yaitu hujan, dari langit, lalu kami tumbuhkan dengan air itu segala macam tumbuh-tumbuhan, maka kami keluarkan dari

tumbuh-tumbuhan itu tanaman yang menghijau, kami keluarkan dari tanaman yang menghijau itu butir yang banyak padahal sebelumnya hanya satu biji atau benih.

Dan, sebagai contoh dari proses di atas, dari mayang, yakni tongkol bunga, kurma, mengurai tangkai-tangkai yang menjulai yang mudah dipetik, dan kebun-kebun anggur, dan kami keluarkan pula zaitun dan delima yang serupa bentuk buahnya dan yang tidak serupa aroma dan kegunaannya. Perhatikanlah buahnya pada waktu berbuah, dan perhatikan pula proses bagaimana buah tersebut menjadi masak. Sungguh, pada yang demikian itu ada tanda-tanda kekuasaan Allah bagi orang-orang yang beriman. Aneka macam bukti yang dipaparkan seperti yang disebut pada beberapa ayat di atas, agaknya belum menjadikan kaum musyrik sadar akan keyakinannya yang keliru. Salah satu bentuk keyakinan yang sesat itu diurai pada ayat ini.

Dan mereka, orang-orang musyrik, menjadikan jin sekutu-sekutu Allah, padahal dia yang menciptakannya, yakni jin-jin itu, dan mereka berbohong dengan mengatakan, Allah mempunyai anak laki-laki dan anak perempuan, yaitu para malaikat. Itu mereka yakini dan ucapkan tanpa dasar ilmu pengetahuan sedikit pun. Mahasuci Allah dari segala apa yang mereka ucapkan dan yakini, dan mahatinggi dia dari sifat-sifat yang mereka gambarkan.

3. Surah Abasa, Ayat 24:

فَلْيَنظُرِ ٱلْإِنسَٰنُ إِلَىٰ طَعَامِهِۦٓ

Artinya: Maka hendaklah manusia itu memperhatikan makanannya.

Kemudian Allah mengarahkannya untuk merenung dan berpikir pada makanannya, bagaimanakah makanan itu sampai padanya setelah melalui berbagai fase dan dimudahkan oleh Allah untuknya seraya berfirman, "Maka hendaklah manusia itu memperhatikan makanannya, sesungguhnya Kami benar-benar telah mencurahkan air (dari langit)." Yakni Kami turunkan hujan ke bumi dengan lebat, "kemudian Kami belah bumi dengan sebaik-baiknya" untuk tumbuh-tumbuhan,, "lalu Kami tumbuhkan di bumi itu," berbagai macam makanan lezat dan hidangan nikmat, "biji-bijian," dan ini mencakup seluruh macam biji-bijian dengan berbagai macamnya, "anggur dan sayur-sayuran," yaitu sayur-sayuran hijau, "zaitun dan pohon kurma."

Allah menyebutkan empat macam di atas secara khusus karena manfaatnya yang besar. "Dan kebun-kebun (yang) lebat," yakni, kebun-kebun yang di dalamnya terdapat banyak pohon yang saling berjubel satu sama lain, "dan buah-buahan serta rumput-rumputan," buah-buahan yang disenangi orang lain, seperti buah tin, anggur, dalima, dan lainnya. Sedangkan rumput-rumputan adalah makanan hewan dan binatang ternak. Karena itu Allah berfirman, "untuk kesenanganmu dan untuk binatang-binatang ternakmu," yang diciptakan dan ditundukkan Allah bagi kalian. Maka siapa pun yang memperhatikan berbagai nikmat ini, wajib baginya bersyukur kepada Rabbnya dan

mencurahkan daya untuk kembali padaNya dan mengarah pada ketaatan, serta membenarkan berita-beritaNya.

4. Surah Al-Waqi'ah, Ayat 63 dan 64:

أَفَرَءَيْتُم مَّا تَحْرُثُونَ

Artinya: Maka terangkanlah kepadaku tentang yang kamu tanam.

ءَأَنتُمْ تَزْرَعُونَهُۥٓ أَمْ نَحْنُ ٱلزَّٰرِعُونَ

Artinya: Kamukah yang menumbuhkannya atau Kamikah yang menumbuhkannya?

Ini adalah bukti yang kedua atas benarnya akan kebangkitan, dimana Allah berkata : Kabarkan kepada-Ku tentang benih yang tumbuh di tanah kalian, apakah kalian yang menumbuhkan tumbuhan dari bumi ?! Ataukah Kami yang menumbuhkannya ? Jika seandainya Kami menjadikannya (bumi) untuk bercocok tidak berbuah, dan tidak memiliki manfaat, maka kalian akan tercengang berkepanjangan karena cocok tanam kalian tanpa membuahkan hasil, dan berkatalah mereka yang keheranan : Sungguh kami adalah orang-orang yang merugi dengan kerugian yang besar; Hilang dari kami hasil (bercocok tanam) tanpa hasil yang sesuai; Bahkan Kami jadikan mereka tidak mendapatkan hasil apa-apa dari bercocok tanam mereka.

5. Surah Ar-Rum, Ayat 37:

أَوَلَمْ يَرَوْا۟ أَنَّ ٱللَّهَ يَبْسُطُ ٱلرِّزْقَ لِمَن يَشَآءُ وَيَقْدِرُ ۚ إِنَّ فِى ذَٰلِكَ لَءَايَٰتٍ لِّقَوْمٍ يُؤْمِنُونَ

Artinya: Dan apakah mereka tidak memperhatikan bahwa Sesungguhnya Allah

melapangkan rezeki bagi siapa yang dikehendaki-Nya dan Dia (pula) yang menyempitkan (rezeki itu). Sesungguhnya pada yang demikian itu benar-benar terdapat tanda-tanda (kekuasaan Allah) bagi kaum yang beriman.

Allah memperingatkan mereka atas keputusasaan itu. Dan tidakkah mereka melihat dengan mata kepala beberapa fenomena yang terjadi, tidak terkecuali pada diri mereka sendiri, bahwa Allah yang melapangkan rezeki bagi siapa yang dia kehendaki, bukan semata hasil usaha mereka, dan dia pula yang membatasi rezeki bagi siapa yang dia kehendaki, meski ia telah berusaha keras untuk meraih rezeki sebanyak-banyaknya' sungguh, pada yang demikian itu, yakni lapang dan sempitnya rezeki, benar-benar terdapat tanda-tanda kebesaran Allah bagi kaum yang beriman yang meyakini keesaan dan kekuasaan-Nya yang sempurna sehingga mereka menyerahkan segala urusan kepada-Nya.

6. Surah Al-Ankabut, Ayat 60:

وَكَأَيِّن مِّن دَآبَّةٍ لَّا تَحْمِلُ رِزْقَهَا ٱللَّهُ يَرْزُقُهَا وَإِيَّاكُمْ ۚ وَهُوَ ٱلسَّمِيعُ ٱلْعَلِيمُ

Artinya: Dan berapa banyak binatang yang tidak (dapat) membawa (mengurus) rezekinya sendiri. Allah-lah yang memberi rezeki kepadanya dan kepadamu dan Dia Maha Mendengar lagi Maha Mengetahui.

Berapa banyak hewan melata (min untuk menjelaskan jenis sesuatu yang banyak di susunan sebelumnya, yaitu banyak hewan melata) yang tidak mampu memikul dan melindungi beban rejekinya karena lemah. Allah

memberi mereka dan kalian rejeki dengan memudahkan sebab-sebab (pendapatan) rejeki dan kehidupan. Dia Maha Mendengar ucapan-ucapan kalian dan Maha Mengetahui keadaan-keadaan dan rahasia-rahasia kalian. Ayat ini diturunkan saat Nabi meminta sahabat-sahabatnya untuk berhijrah ke Madinah lalu mereka berkata: “Di sana Kami tidak memiliki rumah dan bangunan. Tidak ada pula orang yang memberi makan dan memberi minum kami.” Kemudian turunlah ayat ini

Ayat-ayat ini menggarisbawahi keajaiban penciptaan Allah dalam bentuk alam dan tanaman. Mereka mengajarkan kita untuk menghargai keberagaman ciptaan, berterima kasih atas anugerah Allah, dan mengambil pelajaran dari alam.

DAFTAR PUSTAKA

Agung Gumelar, Ika Karyaningsih, dan Ai Nurlaila. "Konservasi untuk Kesejahteraan Masyarakat II." *Fakultas Kehutanan Universitas Kuningan.* Kuningan: Program Studi Ilmu Kehutanan, Fakultas Kehutanan Universitas, 2021. 214-224.

Amar, Lula Nadia, dan Dewi Sartika, Abu. *Definisi, Prinsip Dasar, dan Perkembangan Bioteknologi Pangan.* Vols. 1-55. PANG4410 Edisi 1 MODUL 01, 2017.

Amilda. *Teknologi Pengolahan Pisang.* Jakarta: Gramedia, 2014.

Arifah Rahayu, Wini Nahraeni, Nur Rochman, Arif Faturrochman. "RESPON PERTUMBUHAN AKSESI KEMANGI PADA BERBAGAI KOMPOSISI PUPUK NITROGEN ALAMI." *Agronida*, 2019: Volume 5 Nomor 2, Hal.70-77.

Arsad, Effendi. "TEKNOLOGI PENGOLAHAN DAN MANFAAT BAMBU ." *Jurnal Riset Hasil Industri Hutan*, 2015: Vol.7, No.1: 45-52.

Asmemare, K., Nitibaskara, Tb. U.,& Lidiawati, I. (2015). Potensi Etnobotani Masyarakat Desa Sekitar Hutan. Hal 38-46.

Awari Susanti, Muhammad Nurman. "MANFAAT KELOR (MORINGA OLEIFERA) BAGI KESEHATAN." *KESEHATAN TAMBUSAI*, 2022: Volume 3, Nomor 3.

Dr. drh. Heru Nurcahyo, M.Kes. *DIKTAT Bioteknologi.* Yogyakarta: Universitas Negeri Yogyakarta, 2011.

Dwi Martini, Diman Ade Mulada, Dewi Sartika. "Indonesian Traditional Biotechnology And Genetic." *Jurnal Kompilasi Hukum*, 2020: 130-131.

Eko Prasetya, M. Sc, dkk. "Pembelajaran 11: Bioteknologi." In *Modul PPG (Pendidikan Profesi Guru)*, 258-259. jakarta, 2021.

Febriana Dwi Wahyuni, Titta Novianti, Henny Saraswati, Seprianto. "Pengenalan Bioteknologi dan Metode Kultur Jaringan Sebagai Upaya Peningkatan Wawasan Siswa di SMA Yayasan Persiapan." *Abdimas*, 2020: 204-208.

Hasanah, N., Sulaiman, Jaya,S. "Analisis tanaman putri malu sebagai media pemahaman konsep dasar tumbuhan peka terhadap rangsangan pada mahasiswa PGSD STKIP Al Maksum Langkat." *Sintaksis*, 2021: 3(2):8-15.

Ismawati, R. Amilia Destryana. "INVENTARISASI JENIS TUMBUHAN LIAR BAHAN JAMU TRADISIONAL." *Simbiosis*, 2019: 37-43.

Juliana, Linda R, Mukarlina. 2013. Pemanfaatan Tumbuhan yang Berpotensi sebagai Sumber Pangan di Gunung Peramas, Desa Pengkalan Buton, Kecamatan Sukadana, Kabupaten Kayong Utara. Jurnal Protobiont. 2(3).

Lailatus Sholichah, Dinar Alfidhdhoh. "Etnobotani Tumbuhan Liar sebagai Sumber Pangan di Dusun Mendiro,." *Jurnal Ilmu Pertanian Indonesia (JIPI),*, 2020: 111-117.

Makhrani Sari Ginting, Delyana Rahmawany Pulungan, Tifany Zia Aznur. "Pemanfaatan Pupuk Organik Cair (POC) dari Daun Kipahit (Tithonia diversifolia) untuk." *Alkhidmah : Jurnal Pengabdian Dan Kemitraan Masyarakat*, 2023: Vol. 1, No. 1, Hal 89-100.

Marhaeni, Luluk Sutji. "DAUN KELOR (Moringa oleifera) SEBAGAI SUMBER PANGAN." *JURNAL AGRISIA*, 2021: Vol.13 No.2, 42.

Marisa Nopriyanti, Fadjar Rianto, Wasi'an. "KUALITAS PUPUK ORGANIK CAIR PLUS BERBAHAN DASAR PUTRI MALU (Mimosa pudica Linn.) YANG DIFERMENTASI DENGAN MENGGUNAKAN BEBERAPA JENIS BIOAKTIVATOR." *Partner*, 2021: 1403 - 1414.

Muhtar Amin, Syahrir, Junaedi. "ANALISIS POTENSI DAUN GAMAL (Gliricidia sepium) SEBAGAI PAKAN KAMBING PADA PENANAMAN INTERCROPPING LADA DAN GAMAL." *Nutrisi Ternak Tropis*, 2023: Vol 6 No 1 pp 9-14.

Mulyanti, Reza Salima, Lukman Martunis. "Pembuatan Pupuk Organik Cair Dambupahsang (Daun Bambu Pelepah." *I-Com: Indonesian Community Journal*, 2022: 106-112.

Myra Wardati Sari, Siti Alfianita. "PEMANFAATAN BATANG POHON PISANG SEBAGAIPUPUK ORGANIK CAIRDENGAN AKTIVATOR EM4 DAN LAMA FERMENTASI." *TEDC*, 2018: Vol. 12No. 2.

N. A. S. H. Winata, Karno dan Sutarno. "PERTUMBUHAN DAN PRODUKSI HIJAUAN GAMAL (Gliricidia sepium)." *Animal Agriculture*, 2012: Vol. 1. No. 1, 2012, halaman 798.

Nurchayati, N. "ETNOBOTANI TANAMAN LIAR SEBAGAI TANAMAN OBAT." *Prosiding Seminar Nasional MIPA UNIBA*. Banyuwangi: MIPA UNIBA, 2022. 191-200.

Prof. Drs. Sutarno, M.Sc., Ph.D. "REKAYASA GENETIK DAN PERKEMBANGAN BIOTEKNOLOGI." *Proceeding Biology Education Conference (ISSN: 2528-5742).* Surakarta: Proceeding Biology Education Conference (ISSN: 2528-5742) UNS, 2016. 23-27.

—. "REKAYASA GENETIK DAN PERKEMBANGAN BIOTEKNOLOGI." *Proceeding Biology Education Conference (ISSN: 2528-5742).* Surakarta: Pendidikan Biologi FKIP UNS, 2016. 23.

Putri Purnamasari, Dewi Rahmawati, Laode Rijai. "Identifikasi Metabolit Sekunder dan Toksisitas Ekstrak Daun Putri Malu." *prosiding.farmasi.unmul.ac.id.* Samarinda: Proceeding of Mulawarman Pharmaceuticals Conferences, 2022. 155.

Ray Wijaya, M. Madjid B. Damanik, Fauzi. "Aplikasi Pupuk Organik Cair dari Sabut Kelapa dan Pupuk Kandang Ayam Terhadap Ketersediaan dan Serapan Kalium serta Pertumbuhan Tanaman Jagung pada Tanah Inceptisol Kwala Bekala ." *Jurnal Agroekoteknologi FP USU*, 2017: Vol.5.No.2, (33): 249- 255.

Saepuddin R. 2005. Etnobotani Pada Masyarakat Adat Kesepuhan Banten Kidul, Kabupaten Sukabumi, Jawa Barat. [Skripsi]. Bogor (ID): Institut Pertanian Bogor.

Sholichah, L.,& Alfidhdhoh, D. (2020). Etnobotani Tumbuhan Liar sebagai Sumber Pangan di Dusun Mendiro, Kecamatan Wonosalam, Jombang. Jurnal Ilmu Pertanian Indonesia. Hal 111-117.

Sulistiani, Widya Sartika. "PEMANFAATAN SERABUT KELAPA DALAM MENINGKATKAN KUALITAS PUPUK ORGANIK DARI AMAPAS TAHU." *BIOEDUKASI Jurnal Pendidikan Biologi*, 2014: VOL 5. NO 2.

Suprihatin. "roses Pembuatan Pupuk Cair Dari Batang Pohon Pisang." *Jurnal Teknik Kimia*, 2011: Vol.5 No.2, pp. 429 –432.

Wusqo, Indah Urwatin. "UPAYA MENDORONG KEMAMPUAN BERFIKIR." *Indonesian Journal of Conservation*, 2014: 75.

Yessica Arini Paskawati, Susyana, Antaresti, Ery Susiany Retnoningtyas. "PEMANFAATAN SABUT KELAPA SEBAGAI BAHAN BAKU PEMBUATAN KERTAS KOMPOSIT ALTERNATIF." *Widya Teknik*, 2010: Vol. 9, No. 1, 2010 (12-21).