

Rekayasa Genetik : Manfaat dan Dampak Negatifnya Terhadap Kehidupan Manusia

Oleh :

Febrina ST Siregar, Septriana Andasyari, Thalita Della Ansar

Jurusan Pendidikan Kimia
FMIPA Universitas Negeri Medan

ABSTRACT

Rekayasa genetika adalah suatu ilmu untuk memodifikasi DNA (substansi kimia dalam kromosom yang bertanggungjawab atas pewarisan sifat) secara sengaja untuk kepentingan manusia. Kegiatan manusia yang menggunakan ilmu rekayasa genetika seperti :kegiatan pemuliaan hewan atau tanaman melalui seleksi dalam populasi, penetapan mutasi buatan tanpa target, memasukkan sifat dari hampir semua organisme. Obyek rekayasa genetika mencakup hampir semua golongan organisme, mulai dari bakteri, fungi, hewan tingkat rendah, hewan tingkat tinggi, hingga tumbuh-tumbuhan. Manfaat-manfaat rekayasa genetika terhadap kehidupan manusia berupa : 1) bahan pangan dan minuman 2) produksi senyawa kimia 3) peningkatan hasil pertanian 4) peningkatan hasil peternakan 5) pemeliharaan kesehatan 6) pengolahan limbah. Dampak negatif yang ditimbulkan dari rekayasa genetika dalam bidang 1) bioteknologi didalam pertanian 2) kesehatan masyarakat dan 3) bidang agama.

Kata kunci :rekayasa genetika, manfaat, dampak.

Pendahuluan

Rekayasa genetik digambarkan sebagai ilmu dimana karakteristik suatu organisme yang sengaja dimodifikasi dengan manipulasi materi genetik, terutama DNA dan transformasi gen tertentu untuk menciptakan variasi yang baru. Dengan memanipulasi DNA dan memindahkannya dari suatu organisme ke organisme lain (disebut teknik rekombinan DNA), memungkinkan untuk memasukkan sifat dari hampir semua organisme pada tanaman, bakteri, virus atau hewan. Organisme transgenik saat ini diproduksi secara massal, seperti enzim, antibodi monoklonal, nutrien, hormon dan produk farmasi yaitu obat dan vaksin (Campbell, 1996).

Pada dasarnya upaya untuk mendapatkan suatu produk yang diinginkan melalui teknologi DNA rekombinan melibatkan beberapa tahapan tertentu. Tahapan-tahapan tersebut adalah isolasi DNA kromosom yang akan diklon, pemotongan molekul DNA menjadi sejumlah fragmen dengan berbagai ukuran, isolasi DNA vektor, penyisipan fragmen DNA ke dalam vektor untuk menghasilkan molekul DNA rekombinan, transformasi sel inang menggunakan molekul DNA rekombinan, reisolasi molekul DNA rekombinan dari sel inang, dan analisis DNA rekombinan (Moch. Agus Krisno B, dkk, 2012).

Perkembangan teknik rekayasa genetika sangat bermanfaat bagi perkembangan kehidupan manusia, teknik rekayasa genetika ini sering juga disebut-sebut dengan metode bioteknologi. Bioteknologi saat ini bukan hanya terbatas pada suatu nama saja, tetapi telah menjadi salah satu simbol perkembangan mukhtahir dari ilmu pengetahuan dan teknologi. Penerimaan terhadap bioteknologi juga bersifat mendunia. Perkembangan yang pesat dapat dilihat dari tumbuhnya berbagai perusahaan kecil hingga raksasa yang berdasarkan bioteknologi. Selain itu juga dapat diamati penyebaran dan pengenalan mata kuliah bioteknologi di berbagai universitas.

Pemerintah dari negara-negara maju maupun negara berkembang telah mengalokasikan sejumlah dana untuk mempercepat perkembangan bioteknologi dinegaranya untuk mengharapkan kesejahteraan.

Dalam bidang Kedokteran, bioteknologi akan membawa cara cara baru untuk diagnosis, pengobatan, dan pencegahan penyakit. Dalam bidang pertanian, setiap aspeknya mulai dari penempatan benih didalam tanah sampai makanan siap dimeja akan terpengaruh dalam teknologi ini. (Antonius suwanto, 1998)

PEMBAHASAN

Pemanfaatan bioteknologi sangat banyak dimasyarakat tapi dilain sisi teknik ini juga memiliki dampak yang serius bagi perkembangan manusia. Produk bioteknologi dapat dibagi 2 jenis, yaitu senyawa yang dibuat oleh mikroorganisme hasil rekayasa genetik, dan organismenya sendiri hasil rekayasa genetika tersebut.

Manfaat teknik Rekayasa Genetik

Fakta telah menunjukkan bahwa industri rekayasa genetika yang tak terhitung jumlahnya telah memanfaatkan mikroba untuk menghasilkan barang dan jasa. (Ni Putu, 2011)

Rekayasa Genetika dalam Produksi bahan pangan dan minuman

Kisaran hasil pangan yang pembuatannya melibatkan mikroorganisme sangat lebar, dari pangan yang difermentasikan secara tradisional sejak jaman dahulu, seperti roti keju, yoghurt, anggur, bir, tempe, oncom, kecap, dan sebagainya.

Protein Sel Tunggal

Istilah protein sel tunggal (SCP) mengacu kepada sel mikroorganisme yang dikeringkan seperti ganggang, jamur bintang, bakteri, khamir, kapang, dan cendawan lebih tinggi yang ditumbuhkan dalam sistem biakan skala besar untuk digunakan sebagai sumber protein dalam pangan dan pakan. Banyak bahan mentah yang digunakan sebagai sumber karbon dan energi dalam produksi SCP. Dalam banyak hal, bahan mentah lebih dulu harus dikenakan perlakuan secara kimia, fisika, dan secara enzimatis sebelum dapat digunakan.

Mikroprotein

Mikroprotein adalah produk makanan yang pada dasarnya terdiri atas miselium cendawan. Organisme yang digunakan adalah suatu galur *Fusarium graminearum*, yang aslinya diisolasi dari suatu cuplikan tanah, dan proses serta hasilnya merupakan produk program percobaan melalui fermentasi bersinambungan, dengan menggunakan glukosa sebagai substrat dengan zat hara lainnya. Dibandingkan dengan protein hewan, mikroprotein ini lebih menguntungkan yaitu prosesnya lebih cepat dan lebih efisien. (Prentis, 1984)

Rekayasa genetika dalam upaya peningkatan hasil pertanian

Pertanian adalah mata pencaharian yang tertua dan terluas di dunia. Upaya peningkatan hasil pertanian tidak pernah berhenti sepanjang masa. Upaya itu dilakukan antara lain dengan memilih bibit unggul dengan produksi yang lebih tinggi, baik dipandang dari segi kualitas maupun kuantitas, pengolahan lahan, dan sistem budaya tanaman.

Pemuliaan Tanaman

Teknik rekayasa genetika membantu proses pemuliaan tanaman dengan cara teknik kultur jaringan. Penelitian tentang kultur sel dan jaringan tumbuhan mencapai sejumlah hasil yang secara individual mewujudkan kemajuan teknik dan kesempurnaan yang nyata. Penggunaan kultur jaringan untuk penangkaran klonal didasarkan pada anggapan bahwa jaringan secara genetik tetap stabil jika dipisahkan dari induk dan ditempatkan dalam kultur. Meskipun tanaman diperbanyak secara vegetatif (klon) tetapi tidak berarti bahwa semua klon secara genetik bersifat serupa. Klon yang berbeda secara nyata dari induknya dapat terjadi dan dikenal dengan varian somatik. (Khairunissa, 2005)

Pemberantasan Hama

Kebanyakan insektisida, herbisida, dan pestisida yang digunakan untuk mengendalikan hama tidak cukup selektif karena dapat berpengaruh buruk bagi lingkungannya. Hormon serangga dalam jumlah yang sangat kecil telah digunakan untuk memberantas hama, misalnya feromon, yang digunakan sebagai pemikat serangga dan alaromon yang digunakan untuk mengusir serangga lain. Percobaan lain yang dapat mengendalikan hama lain adalah dengan melibatkan bakteri. Galur bakteri *Pseudomonas* endotoksin, secara genetik dapat diubah menjadi galur yang menghasilkan endotoksin yang piten sebagai insektisida bagi serangga tertentu. (Bahagiawati Amirhusin, 2004)

Penambatan Nitrogen

Para ahli menemukan gen *nif* (singkatan nitrogen-fixation) terlibat dalam penyusunan aparat penambatan nitrogen. Rekayasa genetika telah berhasil untuk mentransfer gen *nif* dari bakteri penambatan nitrogen ke dalam *E. coli*. Sehingga *E. coli* menambat nitrogen. Gen *nif* ini diambil dari *Klebsiella pneumoniae*, sejenis bakteri tanah yang hidup bebas dari setiap tumbuhan inang. Bakteri ini mempunyai tidak kurang dari 17 gen *nif*. Gen *nif* ini ditransfer ke bakteri dan dimasukkan ke akar gandum dan padi-padian lain.

Mikoriza Vesikular

Adanya kerjasama dengan mikoriza sering menyebabkan peningkatan yang mencolok pada pertumbuhan di tanah yang kekurangan fosfat. Penyerapan unsur-unsur mikro seperti seng dan tembaga juga dapat ditingkatkan dan terdapat bukti yang menunjukkan bahwa tumbuhan yang berasosiasi dengan mikoriza mengandung hormon tumbuhan dengan kadar lebih tinggi daripada tumbuhan tanpa mikoriza. Produksi Mikoriza dapat dilakukan dengan Isolasi Spora. Proses isolasi spora adalah dari sediaan biakan yang diperkaya yang disiapkan

dengan menggunakan inokulasi semai tumbuhan inang dalam pot dengan potongan-potongan akar yang mengandung mikoriza. Hasil infeksi ini lebih banyak mengandung spora dalam pit jika dibandingkan dengan tanah dari lapangan dan oleh karena itu lebih mudah mengisolasi spora dari tanah yang diperkaya

Rekayasa genetika dalam upaya peningkatan hasil peternakan

Sejak jaman dahulu Manusia berusaha meningkatkan produktivitas hewan dengan seleksi dan pemuliaan hewan yang terbaik. Peningkatan pengetahuan tentang biologi reproduksi dan dasar genetika sifat-sifat pembawaan memberikan kepada para pemulia hewan sarana-sarana baru untuk mencapai tujuan tadi.

Inseminasi Buatan

Inseminasi buatan mengubah pemuliaan hewan secara revolusioner. Transfer embrio untuk hewan ternak merupakan suatu industri yang telah mengubah sifat pemuliaan ternak pada kawanan murni ternak dan menjadi memudahkan transportasi penting untuk ekspor ternak

Antibodi monoklonal

Penerapan antibodi monoklonal sebagai sarana pembantu diagnosis telah diterapkan pada peternakan. Meskipun demikian, teknologi transfer gen pada hewan masih dalam taraf permulaan, meskipun banyak hasil-hasil laboratorium yang layak untuk dicatat. Tidak seperti tumbuhan, hewan tidak dapat dikembangkan secara aseksual. Jadi satu-satunya cara untuk mengintroduksi gen asing ke dalam sel hewan, termasuk sel yang memungkinkan pewarisan sifat itu kepada turunannya adalah Menyisipkan DNA asing ke dalam sel kelamin, yaitu sel sperma atau sel telur, atau ke dalam zigot yang merupakan peleburan antara sel sperma dan sel telur. Para pakar telah mengembangkan antibodi monoklonal yang telah dipatenkan untuk diagnosis kehamilan pada lembu. Dalam bidang serupa, sebuah perusahaan Inggris juga mengembangkan suatu uji antibodi monoklonal untuk mengetahui apakah lembu perah sedang mengalami masa birahi atau tidak. (Sardjoko, 1987)

Produksi Hormon tumbuh Sapi

Hormon tumbuh sapi dapat terdapat secara alami dan dapat meningkatkan produktivitas susu pada sapi. Melalui rekayasa genetika Para pakar telah berhasil memaksa bakteri untuk menghasilkan hormon ini, yang jika diberikan kepada lembu yang sedang

menyusui dapat menaikkan produksi susu sampai 40%. Susunan susu hewan tidak berubah. Dan penggunaan produksi hormon sapi ini harus mengikuti aturan pemakaiannya, karena jika keterusan dipakai akan sangat berdampak bagi hewan itu sendiri. (Prentis, 1984)

Produksi hormon tumbuh babi

Hormon tumbuh babi juga telah diklonkan pada bakteri, dimurnikan, dan diberikan pada babi melalui penyuntikan. Hormon tumbuh babi sangat meningkatkan laju pertumbuhan, efisiensi pakan, dan rasio daging terhadap lemak. Kemampuan hormon ini diarahkan untuk menekan pertumbuhan jaringan lemak, sehingga diarahkan ke pertumbuhan daging babi. Hormon tumbuh babi merupakan hormon protein yang terdapat secara alami, maka hormon itu digunakan dalam metabolisme hewan.

Pemetaan gen

Pemetaan gen sangat penting sebagai dasar untuk memanipulasi gen. Walaupun demikian, sejauh ini, baru sedikit gen spesifik hewan piaraan yang telah diidentifikasi, diisolasi, atau dipetakan. Gen ini mendorong terjadinya kelahiran kembar dua atau tiga pada biri-biri, menaikkan 20 sampai 40% jumlah anak biri-biri yang harus disapih. Meskipun gen dapat dipindahkan kepada keturunan melalui persilangan dalam penangkaran secara seksual, pengintroduksi dengan transfer gen molekuler akan lebih cepat dan kemungkinan pewarisan sifat pembawaan kepada hewan piaraan dalam kisaran yang lebih luas.

Mikroinjeksi hormon tumbuh

Mikroinjeksi hormon tumbuh adalah teknik lain yang telah dibuktikan sangat efektif untuk meningkatkan pertumbuhan ikan, dan rekayasa genetik ikan untuk meningkatkan pertumbuhan ikan telah diupayakan.

Rekayasa genetika dalam upaya pemeliharaan kesehatan masyarakat

Kemajuan di bidang teknologi dapat meningkatkan upaya pemeliharaan kesehatan masyarakat. Karena dengan kemajuan ilmu pengetahuan dan teknologi, penyakit dapat diketahui sejak dini dan tepat, pengobatan yang lebih spesifik dapat dilakukan dan produksi bahan obat pun dapat dilakukan dengan lebih efisien, sehingga obat-obat yang sukar ditemukan dapat diperoleh dengan mudah.

Produksi hormon tumbuh

Aspek penting dalam rekayasa genetika adalah produksi hormon manusia, yang pada mulanya senyawa tersebut hanya dapat dipisahkan dari organ manusia atau hewan menyusui yang menghasilkan hormon tersebut. Hormon tumbuh manusia merupakan protein yang terdiri atas 191 asam amino dengan bobot molekul 22.000, disintesis dan disekresikan oleh kelenjar hipofisa bagian depan. Hormon ini diperlukan untuk memanjangkan kerangka. Jika kekurangan hormon tumbuh dapat didiagnosis sedini mungkin, anak-anak dapat diberikan tambahan hormon tumbuh yang diekstraksi dari kelenjar hipofisa bagian depan orang yang telah meninggal. Hormon tumbuh manusia yang dihasilkan bakteri dengan rekayasa genetika telah dicoba diklinik dan mendapat hasil yang positif bahwa hormon tersebut cukup efektif. (Prentis, 1984)

Insulin

Insulin diperoleh dengan cara mengekstraksi pankreas babi atau lembu, namun penggunaan hormon hewan pada manusia mengakibatkan hipersensitivitas atau kemungkinan terjadinya resistensi. Akhir-akhir ini hormon manusia, diantaranya insulin diperoleh melalui biakan mikroorganisme di laboratorium. Baru-baru ini telah diterapkan dimana gen untuk zat pemula, proinsulin, disusun dan kemudian disisipkan kedalam bakteri *E.coli*. Setelah pemurnian proinsulin, insulin asli diturunkan melalui digesti proinsulin itu dengan menggunakan tripsin dan karboksipeptidase. Sekarang banyak penderita diabetes mendapat pengobatan dengan insulin manusia ini

Vaksin

Vaksin biasanya mengandung virus atau mikroorganisme yang dilemahkan atau telah dimatikan, yang bila diberikan kepada manusia atau hewan akan menyebabkan pembentukan antibodi, tetapi tidak menyebabkan penyakit yang bersangkutan menjadi lebih parah. Bila kemungkinan dijumpai virus atau mikroorganisme yang benar-benar dapat menimbulkan penyakit, manusia yang telah diberi vaksin akan mampu menanggulangi infeksi virus atau melawan mikroorganisme tadi dengan antibodi yang telah ditimbulkan vaksin. Sampai sekarang ini sudah banyak hasil vaksin yang telah ditemukan diantaranya, vaksin antiviru hepatitis, campak, cacar, influenza, virus anjing gila, herpes, malaria, kusta.

Antibiotika

Sesuai dengan susunan kimia, antibiotika digolongkan kedalam 4 kelas utama, yaitu : penisilinin, tetrasiklin, sefalosforin, eritromisin. penisilin merupakan antibiotika pertama yang digunakan dalam klinik dan merupakan antibiotika yang paling banyak diteliti, baik mengenai proses seleksi, dan mutasi jamur penghasil penisilinin itu, maupun dengan fermentasi dan modifikasi molekul dalam upaya memperoleh antibiotika sintetik dan semisintetik yang lebih baik dan murah. Antibiotika biasanya bukan protein, sehingga secara langsung tidak merupakan produksi gen. Kebanyakan antibiotika disusun didalam sel melalui suatu rantai reaksi kimia yang khas dan terpisah-pisah, yang mana masing-masing dikatalisasi oleh enzim sendiri. Antibodi dibuat oleh sel khusus dalam limpa, darah, dan kelenjar getah bening. Sel-sel yang disebut sel-B ini melepas antibodi yang menjelajahi tubuh, memilih dan menempel pada mikroba dan bahan asing lainnya. Semua antibodi memiliki bentuk dasar yang sama, yaitu seperti huruf Y. pada ujung masing-masing tangan terdapat lekuk-lekuk dengan bentuk yang berbeda-beda. Jika menjumpai antigen yang bentuknya sesuai akan saling berikatan. (Sardjoko, 1987)

Enzim

Enzim sangat penting dalam diagnosis penyakit hepar, jantung, dan pankreas. Penyakit ini banyak diderita oleh penduduk di negara industri . Analisis enzimatik juga digunakan secara berhasil dalam memantau pengobatan. Berbagai perubahan pada keadaan klinik jelas dipengaruhi oleh tingginya kegiatan enzim dalam serum yang diuji. Dengan demikian, enzim serum dapat diketahui baik tahap akut suatu penyakit kronik maupun tingkat kesembuhannya. enzim juga dapat untuk menentukan senyawa kimia, misalnya untuk menentukan kadar gula darah.

Rekayasa genetika dalam Lingkungan

Rekayasa genetika ternyata sangat berpotensi untuk diaplikasikan dalam upaya penyelamatan keanekaragaman hayati, bahkan dalam bioremediasi lingkungan yang sudah terlanjur rusak. Dewasa ini berbagai strain bakteri yang dapat digunakan untuk membersihkan lingkungan dari bermacam-macam faktor pencemaran telah ditemukan dan diproduksi dalam skala industri. Sebagai contoh, sejumlah pantai di salah satu negara industri dilaporkan telah tercemari oleh metilmerkuri yang bersifat racun keras baik bagi hewan maupun manusia meskipun dalam konsentrasi yang kecil sekali. Detoksifikasi logam air

raksa (merkuri) organik ini dilakukan menggunakan tanaman *Arabidopsis thaliana* transgenik yang membawa gen bakteri tertentu yang dapat menghasilkan produk untuk mendetoksifikasi air raksa organik.

Keragaman metabolisme mikroba juga digunakan dalam menangani limbah dari sumber-sumber lain. Pabrik pengolahan air kotor mengandalkan kemampuan mikroba untuk mendegradasi berbagai senyawa organik menjadi bentuk nontoksik. Akan tetapi, peningkatan jumlah senyawa yang secara potensial berbahaya yang dilepas ke lingkungan tidak lagi bisa didegradasi oleh mikroba yang tersedia secara alamiah, hidrokarbon klorinasi merupakan contoh utamanya. Para ahli bioteknologi sedang mencoba merekayasa mikroba untuk mendegradasi senyawa-senyawa ini. Mikroba ini dapat digunakan dalam pabrik pengolahan air limbah atau digunakan oleh para manufaktur sebelum senyawa-senyawa itu dilepas ke lingkungannya.

Dampak rekayasa Genetika

Meskipun kelihatannya pangan produk rekayasa genetik dapat menjadi jawaban atas permasalahan manusia, rekayasa ini sendiri memiliki berbagai permasalahan. Semakin lama, para ilmuwan menemukan bahwa organisme atau makhluk hidup hasil rekayasa genetika memiliki berbagai cacat dan kekurangan, serta dikhawatirkan dapat menimbulkan permasalahan terkait kesehatan. Penggunaan produk rekayasa genetika dapat menimbulkan resiko atau dampak negatif terhadap kesehatan manusia, etika/agama, bahkan lingkungan. (Khairunissa, dkk, 2013)

Dampak terhadap bioteknologi pertanian

Hasil rekayasa genetika telah banyak diujicobakan terutama di Indonesia. Organisme hidup baik yang diproduksi didalam negeri maupun yang didatangkan dari luar negeri serta organisme yang mengalami rekayasa genetika memiliki potensi untuk menimbulkan akibat yang merugikan bagi lingkungan, dengan munculnya efek-efek samping dari hasil rekayasa genetik tersebut. Misalnya hasil insektisida yang dapat membasmi hama akan berpengaruh terhadap kadar oksigen dalam tanah, dan lama-kelamaan akan merusak tanah itu sendiri. (Dwi Andreas santosa, 2009)

Terhadap bioteknologi tanaman masalahnya akan berbeda. Bila Indonesia ditempatkan dalam segi konsumen, dengan kata lain bahwa suatu perusahaan benih akan

menjual benih transgenik hasil rekayasa genetika dengan sembarangan , maka dibuatlah perlindungan dari UU PVT dengan ketentuan tertentu.

Dampak pada bidang kesehatan

Dari segi kesehatan, tanaman transgenik disinyalir dapat menyebabkan keracunan bagi manusia. Tanaman transgenik tahan hama yang disisipi gen Bt ternyata tidak hanya bersifat racun terhadap serangga tetapi juga pada manusia. Penggunaan gen Bt pada tanaman jagung dan kapas dapat menyebabkan alergi pada manusia, demikian pula dengan kedelai transgenik yang diintroduksi dengan gen penghasil protein metionin dari tanaman brazil nut. Hasil uji skin prick-test menunjukkan kedelai transgenik tersebut positif sebagai alergen. Tidak hanya menimbulkan alergi, tanaman hasil rekayasa genetika juga diduga bersifat karsinogenik atau berpotensi menyebabkan kanker, serta minim gizi karena kandungannya telah dimodifikasi sedemikian rupa sehingga menghilangkan beberapa kandungan alami produk hasil olahannya. Ternak yang diberi makan kentang dan tomat hasil rekayasa genetika mengalami perubahan dalam perutnya yang mengindikasikan pada kanker, kerusakan ginjal dan organ tubuh lainnya, serta perkembangan otak yang lambat. Lebih lanjut lagi, tanaman transgenik yang diintroduksi dengan antibiotik Kanamicyn R (Kan R) bila dikonsumsi manusia disinyalir dapat mengakibatkan resistensi bakteri dalam tubuh akibat pemaparan dengan antibiotik secara kontinu. Akibatnya, penggunaan antibiotik untuk menyembuhkan penyakit menjadi tidak ampuh lagi. (Karmana, 2009)

Dampak dalam bidang Agama

Penggunaan gen yang berasal dari babi untuk memproduksi bahan makanan dengan sendirinya akan menimbulkan kekhawatiran di kalangan pemeluk agama Islam. Demikian pula, penggunaan gen dari hewan dalam rangka meningkatkan produksi bahan makanan akan menimbulkan kekhawatiran bagi kaum vegetarian, yang mempunyai keyakinan tidak boleh mengonsumsi produk hewani. Sementara itu, kloning manusia, baik parsial (hanya organ-organ tertentu) maupun seutuhnya, apabila telah berhasil menjadi kenyataan akan mengundang kontroversi, baik dari segi agama maupun nilai-nilai moral kemanusiaan universal. Demikian juga, xenotransplantasi (transplantasi organ hewan ke tubuh manusia) serta kloning stem cell dari embrio manusia untuk kepentingan medis juga dapat dinilai sebagai bentuk pelanggaran terhadap norma agama. (Edi syahmini, 2014)

KESIMPULAN

Rekayasa genetika merupakan penerapan teknik-teknik genetika molekuler untuk mengubah susunan genetik dalam kromosom atau mengubah sistem ekspresi genetik yang diarahkan pada kemanfaatan tertentu. Dasar dari pengembangan teknologi DNA Rekombinan adalah ditemukannya mekanisme seksual pada bakteri.

Rekayasa genetika merupakan suatu teknik yang sangat dibutuhkan pada jaman modern ini disamping dapat mempermudah dalam kebutuhan manusia, juga dapat mengurangi segala resiko yang dapat terjadi secara konvensional.

Rekayasa genetika membawa berbagai peranan dan manfaat yang sangat beragam dalam berbagai bidang dan aspek kehidupan manusia, seperti peranannya dalam bidang pertanian dan hasil pangan, peternakan, kesehatan, lingkungan, kedokteran, farmasi dan bidang industri, serta berbagai bidang lainnya. Maka dapat dilihat bahwa peranannya dapat meningkatkan kesejahteraan masyarakat.

Rekayasa genetika tidak hanya memberikan manfaat yang menguntungkan manusia, namun juga dapat membawa berbagai permasalahan dan dampak negatif yang merugikan manusia. Hal ini dikarenakan kajian mengenai rekayasa genetika yang belum sempurna sehingga penerapannya masih dapat menimbulkan berbagai efek yang negative.

SARAN

Beberapa saran mengenai pokok bahasan Rekayasa Genetika, antara lain:.

- Masyarakat perlu mengetahui tentang Rekayasa Genetika dan manfaatnya agar dapat diterapkan dalam kehidupan untuk meningkatkan kualitas hidup agar tidak terjadi kesalahan mengenai penggunaan Rekayasa Genetika.
- Penelitian mengenai Rekayasa Genetika perlu ditingkatkan lagi agar mendapatkan bibit baru yang lebih unggul dari sebelumnya.
- Produk-produk Rekayasa Genetika sebaiknya dapat digunakan dengan sebaik-baiknya, terutama dalam bidang kesehatan yang mengandung bahan-bahan kimia agar tidak mengganggu kesehatan masyarakat yang menggunakan produk-produk tersebut.
- Sebaiknya penggunaan rekayasa genetika harus terus ditingkatkan dan terus dikaji semakin dalam mengenai bidang ilmu ini dikarenakan peranan dan manfaatnya yang sangat beragam

- Perlu diperhatikan bahwa sebaiknya penggunaan teknik rekayasa genetika tersebut harus mendapat lisensi dari pemerintah secara resmi dalam penggunaannya agar tidak disalahgunakan oleh pihak tertentu dikarenakan dapat merugikan makhluk lainnya, agama, serta lingkungan.

Maka diharapkan kepada kita semua, untuk mempelajari Rekayasa Genetika untuk menambah khazanah ilmu pengetahuan dan mengetahui peranan Rekayasa Genetika dalam kehidupan. Demikian yang dapat kami paparkan mengenai materi yang menjadi pokok bahasan dalam makalah ilmiah ini, tentunya masih banyak kekurangan dan kelemahannya, karena terbatasnya pengetahuan dan kurangnya rujukan atau referensi yang ada hubungannya dengan judul pokok bahasan yang dibahas.

DaftarPustaka

- Agustini,Ni Putu. (2011). Jurnal Ilmu Gizi. Aspek Keamanan Pangan Genetically Modified Food (GMF). Vol.2.No.1. Hal: 27-36.
- Amirhusin, Bahagiawati. (2004). Jurnal Litbang Pertanian. Perakitan Tanaman Transgenik Tahan Hama. Vol 1. No.1. Hal:23.
- Campbell POQ.(1996). Super foods : Agricultural products and genetic engineering. Biology digest. Volume 1. No.23.Hal :7-10
- Edi, Syahmi. (2014). Pengantar Bioteknologi. Medan: FMIPA UNIMED
- Karmana, I Wayan. (2009). Adopsi Tanaman Transgenik dan Beberapa Aspek Perkembangannya. Ganec Swara. Vol 3.No.2 hal: 12-21
- Khairunissa,dkk. (2005). Pemuliaan Tanaman Dan Biologi Molekuler. Vol.1. Hal :1-6
- Prentis, S. (1984).Bioteknologi : Suatu Revolusi Baru. London : Orbis Publishing
- Santosa, Dwi Andreas (2000). Jurnal Ilmu Tanah. Analisis Resiko Lingkungan Tanaman Transgenik.vol 3. No.2 Hal:32-36
- Sardjoko. 1987. Peran Bioteknologi dalam pengembangan Antibiotik . Makalah seminar Nasional Metabolit Sekunder. Yogyakarta : PAU Bioteknologi UGM.
- Suwanto, Antonius.(1998) Jurnal Hayati. Bioteknologi Molekuler : Mengoptimalkan Manfaat Keanekaragaman Hayati Melalui Teknologi DNA Rekombinan. Vol.5. No.1.Hal :26