

**REKAYASA GENETIKA IKAN ARWANA GLOW IN THE DARK DENGAN
PENYISIPAN DNA UBUR-UBUR MENGGUNAKAN TEKNOLOGI CRISPR-
CAS9**

Disusun guna memenuhi tugas mata kuliah

Dosen Pengampu:



Disusun Oleh: Savira Aulia Dwi Fahreza (11220950000068)

Biologi 2B

17 Maret 2023

**Program Studi Biologi
Fakultas Sains dan Teknologi
Universitas Islam Negeri Syarif Hidayatullah Jakarta
2022**

KATA PENGANTAR

Teknologi saat ini semakin maju dan memberikan berbagai macam inovasi di berbagai bidang, salah satunya adalah dalam bidang rekayasa genetika. Rekayasa genetika merupakan teknik manipulasi DNA untuk menghasilkan organisme yang memiliki karakteristik baru yang diinginkan. Salah satu contoh rekayasa genetika yang menarik adalah rekayasa genetika pada ikan arwana, yang mana dapat menghasilkan ikan arwana yang bersinar seperti ubur-ubur dengan bantuan teknologi CRISPR-Cas9.

Dalam makalah ini, akan dibahas mengenai pengertian rekayasa genetika, teknologi CRISPR-Cas9, serta aplikasinya pada ikan arwana untuk menghasilkan ikan arwana yang bersinar seperti ubur-ubur. Selain itu, juga akan dibahas mengenai potensi dari rekayasa genetika pada ikan arwana serta implikasinya terhadap lingkungan dan masyarakat.

Makalah ini disusun sebagai salah satu tugas mata kuliah Pengantar Teknologi Informasi dan Komunikasi, dengan harapan dapat memberikan pemahaman tentang aplikasi teknologi CRISPR-Cas9 dalam rekayasa genetika pada ikan arwana kepada pembaca. Semoga makalah ini dapat memberikan manfaat dan menjadi sumber informasi yang berguna.

Tangerang, 17 Maret 2023

Kelompok ...

DAFTAR ISI

COVER	i
KATA PENGANTAR	ii
DAFTAR ISI	iii
DAFTAR TABEL	iv
DAFTAR GAMBAR (Jika Ada)	iv
DAFTAR LAMPIRAN (Jika Ada)	
 BAB I: PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	5
1.2 Rumusan Masalah	6
1.4 Tujuan Penulisan	6
 BAB II: PEMBAHASAN	
2.1 Sejarah dan potensi CRISPR-Cas9 dalam rekayasa genetika.....	10
2.2 Rancangan konsep rekayasa ikan arwana glow in the dark.....	13
2.3 Materi Ketiga.....	17
 BAB III: PENUTUP	
3.1 Kesimpulan.....	19
3.2 Saran.....	19
 DAFTAR PUSTAKA	21

DAFTAR TABEL (JIKA ADA)

Tabel 1 perbandingan kelebihan dan kekurangan CRISPR-Cas9 dengan beberapa teknologi rekayasa gen lain	8
Tabel 2 perbandingan cara kerja CRISPR-Cas9 pada beberapa aplikasi yang berbeda	12

DAFTAR GAMBAR (JIKA ADA)

Gambar 1 ubur-ubur kristal (<i>Aequorea victoria</i>)	15
Gambar 2 ikan arwana (<i>Scleropages formosus</i>)	
Gambar 3 ilustrasi ikan arwana glow in the dark.....	15

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Teknologi CRISPR-Cas9 adalah teknologi terbaru dalam bidang rekayasa genetika yang dapat mengedit DNA secara presisi dan efisien. Teknologi ini telah membuka peluang baru dalam pengembangan berbagai terapi penyakit genetik dan pengembangan varietas tanaman yang lebih tahan terhadap penyakit.

Sejarah teknologi CRISPR-Cas9 bermula pada tahun 2012, ketika dua tim peneliti secara independen mengembangkan teknologi ini. Mereka adalah Jennifer Doudna dari University of California, Berkeley dan Emmanuelle Charpentier dari Umea University di Swedia, serta Feng Zhang dari Broad Institute of MIT and Harvard.

Teknologi CRISPR-Cas9 telah digunakan pada berbagai organisme, termasuk pada ikan. Salah satu contoh penerapan teknologi ini adalah pada ikan arwana, di mana DNA ubur-ubur disisipkan pada ikan arwana untuk menghasilkan ikan arwana yang bersinar seperti ubur-ubur.

Selain potensi dalam menghasilkan organisme yang memiliki karakteristik baru, teknologi CRISPR-Cas9 juga memiliki potensi dalam menyembuhkan penyakit genetik. Teknologi ini memungkinkan pengeditan DNA yang sangat presisi dan efisien, sehingga memungkinkan terapi gen untuk penyakit yang disebabkan oleh mutasi genetik.

Selain itu, teknologi CRISPR-Cas9 juga memiliki potensi dalam penylangan mahluk hidup yang menghasilkan variasi yang berbeda. Dalam dunia pertanian, teknologi ini dapat digunakan untuk menghasilkan varietas tanaman yang lebih tahan terhadap penyakit atau iklim ekstrem.

Dalam makalah ini, akan dibahas lebih lanjut mengenai teknologi CRISPR-Cas9, sejarahnya dalam bidang rekayasa genetika, serta potensi-potensi yang dimilikinya dalam penyembuhan penyakit dan pengembangan varietas tanaman yang lebih baik. Selain itu, juga akan dibahas mengenai aplikasi teknologi CRISPR-Cas9 pada ikan arwana untuk menghasilkan ikan arwana yang bersinar seperti ubur-ubur. Semoga makalah ini dapat memberikan manfaat dan menjadi sumber informasi yang berguna.

1.2 Rumusan Masalah

- a. Bagaimana sejarah dan potensi teknologi CRISPR-Cas9 dalam bidang rekayasa genetika, termasuk potensi dalam menyembuhkan penyakit dan menghasilkan variasi pada tanaman dan hewan?
- b. Bagaimana teknologi CRISPR-Cas9 digunakan dalam rekayasa genetika ikan arwana untuk menyisipkan DNA ubur-ubur dan menghasilkan ikan arwana yang menyala?
- c. Apa tantangan dalam menghasilkan hewan unik melalui rekayasa genetika dan bagaimana dapat diatasi?

1.3 Tujuan Penulisan

- a. Menjelaskan teknologi CRISPR-Cas9 dan sejarahnya dalam bidang rekayasa genetika dan Mengidentifikasi potensi teknologi CRISPR-Cas9 dalam menghasilkan hewan unik dan menyembuhkan penyakit pada tanaman dan hewan
- b. Menganalisis proses rekayasa genetika ikan arwana yang menyala dengan penyisipan DNA ubur-ubur menggunakan teknologi CRISPR-Cas9
- c. Mempertimbangkan tantangan dalam menghasilkan hewan unik melalui rekayasa genetika dan solusi untuk mengatasinya.

BAB II PEMBAHASAN

Dikutip dari jurnal Programmable nucleases for genome engineering in human cells yang merupakan tulisan ilmiah pertama mengenai pengenalan CRISPR-Cas9. Dalam buku tersebut dijelaskan bahwa CRISPR-Cas9 adalah sebuah pengembangan teknologi pada teknik editing genetik yang mengizinkan perubahan urutan DNA dengan menghilangkan, menambahkan, atau mengganti pasangan basa tertentu. CRISPR-Cas9 pertama kali ditemukan pada tahun 1987 oleh Ishino dan Ishino, tetapi baru ditemukan potensi penggunaannya dalam rekayasa genetika pada tahun 2012 oleh Jennifer Doudna dan Emmanuelle Charpentier.

Potensi Teknologi CRISPR-Cas9 dalam Menghasilkan Hewan Unik dan Menyembuhkan Penyakit pada Tanaman dan Hewan CRISPR-Cas9 memungkinkan para ilmuwan untuk mengubah urutan DNA dalam sel dengan lebih akurat dan efisien. Potensi penggunaan teknologi ini meliputi menghasilkan tanaman yang lebih tahan terhadap kondisi lingkungan yang ekstrem, menciptakan hewan peliharaan yang lebih sehat, dan menyembuhkan penyakit pada manusia dan hewan.

Proses Rekayasa Genetika Ikan Arwana Menyala dengan Penyisipan DNA Ubur-Ubur Menggunakan Teknologi CRISPR-Cas9 Untuk membuat ikan arwana menyala, para ilmuwan menggunakan teknologi CRISPR-Cas9 untuk menyisipkan gen yang memproduksi protein luciferase dari ubur-ubur ke dalam DNA ikan arwana. Luciferase adalah enzim yang menghasilkan cahaya ketika bereaksi dengan substrat tertentu, yang menghasilkan efek menyala pada ikan arwana.

Tantangan dalam Menghasilkan Hewan Unik Melalui Rekayasa Genetika dan Solusi untuk Mengatasinya Beberapa tantangan dalam menghasilkan hewan unik melalui rekayasa genetika adalah etika, keamanan, dan efek jangka panjang pada lingkungan. Untuk mengatasi hal ini, para ilmuwan harus mempertimbangkan konsekuensi dari manipulasi genetik pada organisme, menguji efek jangka panjang, dan menilai risiko terhadap lingkungan dan masyarakat.

Kesimpulan Teknologi CRISPR-Cas9 memberikan potensi untuk menghasilkan hewan unik dan menyembuhkan penyakit pada tanaman dan hewan. Meskipun ada tantangan dalam menghasilkan hewan unik melalui rekayasa genetika, dengan perencanaan dan pengujian yang cermat, teknologi ini dapat memberikan manfaat yang signifikan bagi manusia dan lingkungan.

Terdapat berbagai teknologi genetika selain CRISPR-Cas9 yang dapat digunakan untuk rekayasa genetika pada organisme. Beberapa teknologi genetika yang saat ini sedang dikembangkan dan digunakan dalam penelitian meliputi:

1. Transposon: Teknologi transposon memanfaatkan elemen DNA yang dapat berpindah ke lokasi lain dalam genom, sehingga dapat digunakan untuk mengubah urutan genetik dan menambah atau menghapus gen tertentu.
2. TALENs: Teknologi TALENs (transcription activator-like effector nucleases) juga memanfaatkan protein yang dapat mengikat dan memotong DNA pada lokasi yang diinginkan. Namun, teknologi TALENs lebih sulit untuk diatur dan kurang efektif dibandingkan dengan CRISPR-Cas9.
3. RNA interference (RNAi): Teknologi RNAi memanfaatkan RNA kecil yang dapat menghambat atau mematikan ekspresi gen tertentu. Teknologi ini dapat digunakan untuk mempelajari peran gen tertentu dalam suatu proses biologis atau sebagai terapi genetik pada penyakit.
4. Synthetic biology: Teknologi synthetic biology memanfaatkan elemen DNA yang dirancang khusus untuk menghasilkan fungsi-fungsi baru dalam organisme. Teknologi ini dapat digunakan untuk mengembangkan organisme yang lebih efisien dalam produksi bahan kimia atau untuk menghasilkan organisme yang dapat melakukan tugas-tugas tertentu seperti membersihkan lingkungan.

Setiap teknologi genetika memiliki kelebihan dan kekurangan tersendiri, dan pilihan teknologi yang tepat akan tergantung pada tujuan penggunaan dan spesies organisme yang akan dimodifikasi. Berikut adalah perbandingan kelebihan dan kekurangan CRISPR-Cas9 dengan beberapa teknologi rekayasa gen lainnya:

Table 1. Perbandingan kelebihan dan kekurangan CRISPR-Cas9 dengan beberapa teknologi rekayasa gen lain:

Zinc-finger nucleases (ZFNs)	<p>Kelebihan:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Dapat digunakan untuk memotong DNA pada lokasi yang sangat spesifik • Mampu melakukan rekayasa genetika pada sel manusia dan hewan <p>Kekurangan:</p>
------------------------------	--

	<ul style="list-style-type: none"> • Lebih sulit dan mahal untuk diproduksi daripada CRISPR-Cas9 • Kurang efisien dibandingkan dengan CRISPR-Cas9
Transposon	<p>Kelebihan:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Memungkinkan penggabungan gen baru ke dalam genom tanpa memerlukan teknologi pemotongan DNA • Sangat efektif untuk menghasilkan mutasi dalam sel-sel in vivo <p>Kekurangan:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Cenderung menghasilkan mutasi acak dalam genom • Tidak dapat menghasilkan perubahan gen spesifik yang diinginkan
TALENs	<p>Kelebihan:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Dapat digunakan untuk memotong DNA pada lokasi yang sangat spesifik • Mampu melakukan rekayasa genetika pada sel manusia dan hewan <p>Kekurangan:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Lebih sulit dan mahal untuk diproduksi daripada CRISPR-Cas9 • Kurang efisien dibandingkan dengan CRISPR-Cas9
RNA interference (RNAi)	<p>Kelebihan:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Dapat digunakan untuk menghambat atau mematikan ekspresi gen tertentu secara reversibel • Sangat efektif dalam menargetkan gen spesifik <p>Kekurangan:</p>

	<ul style="list-style-type: none"> • Efeknya sementara dan tidak dapat memodifikasi DNA secara permanen • Tidak dapat memodifikasi seluruh genom, hanya dapat menghambat ekspresi gen tertentu
Synthetic biology	<p>Kelebihan:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Memungkinkan pembuatan organisme yang dapat melakukan tugas-tugas tertentu, seperti membersihkan lingkungan atau memproduksi bahan kimia • Dapat menghasilkan organisme dengan fungsi baru yang tidak dimiliki oleh organisme alami <p>Kekurangan:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Tidak dapat mengubah genom organisme yang sudah ada • Masih memerlukan teknologi rekayasa genetika seperti CRISPR-Cas9 atau ZFNs untuk memodifikasi genom organisme

Dari perbandingan di atas, CRISPR-Cas9 memiliki kelebihan dalam hal keakuratan dan kemudahan penggunaan, namun kekurangan dalam hal efisiensi dan potensi terjadinya off-target effects. Oleh karena itu, dalam pemilihan teknologi rekayasa genetika yang tepat, perlu dipertimbangkan tujuan dan spesies organisme yang akan dimodifikasi, serta kelebihan dan kekurangan masing-masing teknologi.

2.1 Sejarah dan potensi CRISPR-Cas9 dalam rekayasa genetika

Menurut jurnal "Programmable nucleases for genome engineering in human cells" yang dipublikasikan di Science pada tahun 2012, sejarah penemuan teknologi CRISPR-Cas9 dimulai pada tahun 1987 ketika Ishino dan Ishino pertama kali mengidentifikasi kluster pengulangan yang disebut CRISPR dalam genom bakteri. Namun, pada saat itu mereka belum mengerti fungsi CRISPR tersebut.

Kemudian, pada tahun 2007, Barrangou dan rekan-rekannya menemukan bahwa CRISPR-Cas9 berfungsi sebagai sistem pertahanan bakteri terhadap serangan virus dan benda asing lainnya. Mereka menemukan bahwa bakteri menggunakan CRISPR-Cas9 untuk memotong dan menghancurkan DNA virus yang menyerang mereka.

Pada tahun 2012, Jennifer Doudna dan Emmanuelle Charpentier, yang bekerja secara terpisah, menemukan bahwa teknologi CRISPR-Cas9 dapat dimodifikasi untuk memungkinkan pengeditan DNA yang presisi pada organisme yang lebih kompleks seperti manusia. Mereka berhasil mengembangkan teknologi yang memungkinkan Cas9 diprogram untuk memotong dan memodifikasi DNA pada lokasi yang spesifik. Ini membuka pintu bagi potensi aplikasi CRISPR-Cas9 dalam bidang rekayasa genetika dan terapi gen.

Penemuan ini kemudian menjadi terobosan besar dalam bidang rekayasa genetika karena teknologi CRISPR-Cas9 memungkinkan para peneliti untuk mengedit DNA secara presisi, mudah, dan murah, yang sebelumnya sulit dilakukan. Potensi aplikasi CRISPR-Cas9 juga sangat luas, termasuk dalam penyembuhan penyakit genetik, pengembangan tanaman dan hewan yang tahan terhadap penyakit, dan bahkan pemulihan spesies yang hampir punah.

Teknologi CRISPR-Cas9 memiliki potensi besar dalam menyembuhkan penyakit dan menghasilkan variasi pada tanaman dan hewan. Beberapa contoh potensi penggunaan CRISPR-Cas9 adalah sebagai berikut:

1. Pengobatan penyakit genetik: CRISPR-Cas9 dapat digunakan untuk mengobati penyakit genetik seperti thalasemia, anemia sel sabit, dystrofi otot, dan beberapa jenis kanker yang disebabkan oleh mutasi genetik.
2. Terapi sel punca: CRISPR-Cas9 dapat digunakan untuk mengedit gen untuk mengobati penyakit seperti Parkinson, Alzheimer, dan diabetes.
3. Pengembangan tanaman dan hewan: CRISPR-Cas9 dapat digunakan untuk menghasilkan variasi pada tanaman dan hewan yang lebih tahan terhadap penyakit, lebih produktif, dan lebih berkualitas.
4. Pengendalian hama: CRISPR-Cas9 dapat digunakan untuk mengendalikan populasi hama yang merusak tanaman dan tanaman pangan dengan mengubah gen dalam populasi hama tersebut.
5. Penelitian dasar: CRISPR-Cas9 dapat digunakan sebagai alat dalam penelitian dasar untuk memahami lebih lanjut tentang mekanisme genetik dan biologi molekuler dalam organisme.

Sementara potensi CRISPR-Cas9 sangat besar, penggunaannya tetap harus dilakukan dengan hati-hati dan mengikuti aturan-aturan etika dalam riset genetika. Berikut adalah perbandingan cara kerja CRISPR-Cas9 pada beberapa aplikasi yang berbeda:

Table 2

Pengobatan penyakit genetik	Pengobatan hiv	Pencarian variasi tanaman unggul	Pembuatan spesies baru yang unik (arwana glow in the dark)
<p>Pengobatan penyakit genetik CRISPR-Cas9 digunakan untuk memotong dan merekayasa DNA dalam sel manusia untuk mengobati penyakit genetik seperti sindrom Down dan fibrosis kistik. Teknologi ini bekerja dengan cara memotong DNA pada lokasi yang spesifik dan menggantinya dengan urutan DNA baru yang tidak mengandung mutasi penyebab penyakit. Hal ini memungkinkan terapi genetik yang efektif dan aman.</p>	<p>Pengobatan penyakit HIV CRISPR-Cas9 dapat digunakan untuk menghilangkan virus HIV dari dalam sel manusia. Teknologi ini bekerja dengan cara memotong DNA virus HIV dan menghancurkannya sehingga tidak lagi dapat mereplikasi dalam sel manusia. Penggunaan CRISPR-Cas9 untuk mengobati HIV masih dalam tahap awal pengembangan, namun menunjukkan potensi yang besar untuk menjadi terapi HIV yang efektif.</p>	<p>Pencarian variasi tanaman dan hewan unggul CRISPR-Cas9 digunakan untuk merekayasa genetik tanaman dan hewan untuk meningkatkan produktivitas dan ketahanannya terhadap penyakit. Teknologi ini bekerja dengan cara memotong DNA pada lokasi spesifik dan menambahkan gen yang menghasilkan sifat yang diinginkan. Misalnya, tanaman dapat dimodifikasi dengan CRISPR-Cas9 untuk meningkatkan produktivitas dan resistensi terhadap hama dan penyakit.</p>	<p>Rencana pembuatan spesies baru ikan arwana glow in the dark CRISPR-Cas9 digunakan untuk memasukkan gen ubur-ubur ke dalam DNA ikan arwana untuk membuat ikan yang bercahaya dalam kegelapan. Teknologi ini bekerja dengan cara memotong DNA pada lokasi spesifik dan memasukkan gen ubur-ubur ke dalam sel ikan. Hal ini memungkinkan terciptanya ikan arwana unik yang memiliki kemampuan bercahaya dan dapat menjadi objek penelitian dan hiasan akuarium yang menarik.</p>

Dari perbandingan di atas, dapat disimpulkan bahwa cara kerja CRISPR-Cas9 pada berbagai aplikasi berbeda tergantung pada tujuan penggunaannya. Namun, pada dasarnya teknologi ini bekerja dengan cara memotong DNA pada lokasi yang spesifik dan merekayasa DNA untuk menghasilkan sifat atau perubahan genetik yang diinginkan.

2.2 Rancangan konsep rekayasa ikan arwana glow in the dark

CRISPR-Cas9 (Clustered Regularly Interspaced Short Palindromic Repeats-CRISPR associated protein 9) adalah sebuah sistem molekuler yang dapat digunakan untuk memotong dan mengganti sekuens DNA secara spesifik. Sistem ini berasal dari mekanisme pertahanan bakteri terhadap serangan virus dan digunakan dalam bidang rekayasa genetika untuk memodifikasi atau menghapus gen dalam organisme tertentu.

Berikut adalah langkah-langkah cara kerja CRISPR-Cas9:

1. Identifikasi target DNA Pertama-tama, enzim Cas9 harus diberikan sekuens DNA target yang diinginkan. Enzim ini akan berinteraksi dengan RNA guide (sgRNA) untuk membentuk kompleks Cas9/sgRNA.
2. Pemilihan sgRNA RNA guide (sgRNA) dirancang secara sintesis dan diubah sedemikian rupa sehingga pasangan basa (base pairing) dengan sekuens DNA target. RNA guide terdiri dari dua bagian, yaitu bagian RNA tetap (constant) dan bagian RNA variabel yang disesuaikan dengan sekuens DNA target.
3. Pengenalan DNA target Setelah kompleks Cas9/sgRNA terbentuk, mereka berikatan dengan sekuens DNA target yang berkomplementer. Saat berikatan dengan DNA target, Cas9 memotong DNA menjadi dua bagian.
4. Reparasi DNA Setelah DNA terpotong, ada dua mekanisme yang dapat terjadi. Jika tujuan dari proses tersebut adalah menghapus gen, maka sel akan memanfaatkan mekanisme reparasi DNA non-homologous end joining (NHEJ) untuk menyatukan kembali dua helai DNA. Namun, jika tujuannya adalah mengganti gen, maka mekanisme homologous recombination (HR) akan dipakai. HR akan menyediakan molekul DNA sintesis yang disebut homologous donor template yang memiliki sekuens yang sama dengan bagian DNA yang ingin diganti. Molekul donor ini kemudian digunakan sebagai bahan dasar untuk memperbaiki bagian DNA yang telah dipotong oleh Cas9.

Dengan demikian, CRISPR-Cas9 merupakan teknologi yang memungkinkan para peneliti untuk mengubah gen pada organisme hidup dengan cara yang lebih mudah, murah, dan spesifik. Teknologi ini memiliki banyak potensi dalam pengobatan berbagai penyakit, termasuk kanker dan penyakit genetik.

Contoh percobaan Teknologi CRISPR-Cas9 yang telah berhasil dalam bidang genetika, termasuk pada manusia, hewan, dan tanaman. Beberapa contoh percobaan yang berhasil dilakukan dengan teknologi CRISPR-Cas9 antara lain:

1. Gen knockout pada tikus: Teknologi CRISPR-Cas9 digunakan untuk menghilangkan gen tertentu pada tikus dengan presisi yang tinggi. Ini memungkinkan para peneliti untuk mempelajari peran gen tersebut dalam berbagai kondisi dan penyakit.
2. Pengobatan penyakit genetik pada manusia: Teknologi CRISPR-Cas9 digunakan untuk memperbaiki mutasi genetik yang menyebabkan penyakit pada manusia. Sebagai contoh, penelitian pada sel manusia berhasil menghilangkan mutasi genetik yang menyebabkan penyakit sel sabit dan distrofi otot Duchenne.
3. Peningkatan kualitas tanaman: Teknologi CRISPR-Cas9 digunakan untuk meningkatkan kualitas tanaman dengan menghilangkan atau mengubah gen yang menyebabkan sifat buruk pada tanaman, seperti ketahanan terhadap hama atau kondisi lingkungan yang buruk.

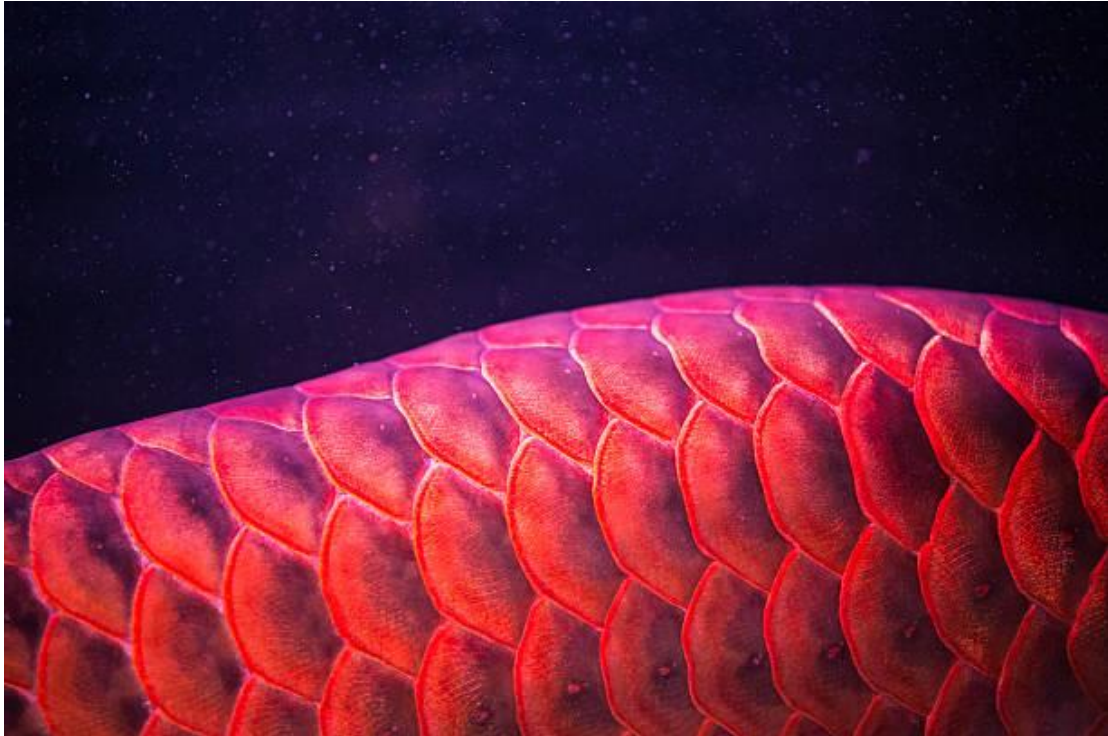
Seperti yang dipaparkan pada metode Cara kerja teknologi CRISPR-Cas9 di atas pada dasarnya melibatkan pemotongan DNA pada lokasi spesifik dengan menggunakan enzim Cas9. Enzim Cas9 digabungkan dengan RNA panduan yang memandu enzim tersebut ke tempat yang tepat pada DNA. Setelah enzim Cas9 memotong DNA, sistem perbaikan DNA alami dalam sel akan mengaktifkan untuk memperbaiki potongan DNA, yang dapat dimanfaatkan untuk mengubah atau menghilangkan gen yang tidak diinginkan.



Gambar 1



Gambar 2



Gambar 3

Untuk membuat spesies baru ikan arwana yang bercahaya dalam kegelapan, teknologi CRISPR-Cas9 digunakan untuk memasukkan gen ubur-ubur ke dalam DNA ikan arwana. Berikut adalah tahapan metode kerja secara rinci:

1. Identifikasi target gen Pertama, target gen pada DNA ikan arwana harus diidentifikasi. Gen ini harus dipilih dengan hati-hati untuk memastikan bahwa gen tersebut tidak memengaruhi kesehatan atau fungsi normal ikan arwana. Pada kasus pembuatan ikan arwana glow in the dark, target gen yang dipilih adalah gen yang mengatur produksi pigmen.
2. Desain guide RNA (gRNA) Setelah target gen diidentifikasi, gRNA harus dirancang. gRNA adalah molekul RNA yang digunakan untuk memandu enzim Cas9 ke lokasi yang spesifik pada DNA ikan arwana. gRNA harus dipasangkan dengan target gen untuk memastikan bahwa Cas9 memotong DNA pada lokasi yang diinginkan.
3. Introduksi Cas9 dan gRNA ke dalam sel ikan Setelah gRNA dan Cas9 disiapkan, langkah selanjutnya adalah memasukkan kedua molekul ini ke dalam sel ikan arwana. Ini dapat dilakukan dengan cara injeksi langsung ke dalam embrio ikan arwana yang masih dalam tahap perkembangan.
4. Modifikasi genetik pada DNA ikan Setelah Cas9 dan gRNA memasuki sel ikan arwana, Cas9 akan memotong DNA pada lokasi yang ditandai oleh gRNA.

Pemotongan ini menyebabkan sel ikan arwana mengaktifkan sistem perbaikan DNA alami yang disebut Non-Homologous End Joining (NHEJ). Proses perbaikan DNA ini dapat menghasilkan mutasi pada target gen yang ditargetkan.

5. Introduksi gen ubur-ubur ke dalam sel ikan Setelah mutasi pada target gen dihasilkan, gen ubur-ubur harus diperkenalkan ke dalam sel ikan arwana. Gen ubur-ubur ini harus dimasukkan ke dalam sel ikan arwana dengan menggunakan vektor atau molekul pembawa DNA.
6. Seleksi ikan arwana yang berhasil dimodifikasi Setelah gen ubur-ubur dimasukkan ke dalam sel ikan arwana, ikan arwana yang berhasil dimodifikasi harus dipilih melalui proses seleksi. Ini dapat dilakukan dengan memilih ikan arwana yang memiliki sifat yang diinginkan, seperti kemampuan untuk bercahaya dalam kegelapan.

Dengan menggunakan teknologi CRISPR-Cas9, spesies baru ikan arwana glow in the dark dapat diciptakan dengan cara memasukkan gen ubur-ubur ke dalam DNA ikan arwana. Namun, perlu diingat bahwa penggunaan teknologi ini harus dilakukan dengan hati-hati dan sesuai dengan etika dan regulasi yang berlaku.

2.3 Sub Materi Ketiga

Tantangan dalam menghasilkan hewan unik melalui rekayasa genetika menggunakan teknologi CRISPR-Cas9 meliputi beberapa aspek, di antaranya:

1. Efisiensi: Meskipun teknologi CRISPR-Cas9 sangat presisi dalam mengubah gen, efisiensi proses rekayasa genetika masih perlu ditingkatkan. Tidak semua sel akan terkena modifikasi genetik, dan seringkali diperlukan banyak percobaan untuk memperoleh hewan dengan karakteristik yang diinginkan.
2. Risiko kesehatan: Modifikasi genetik dapat menyebabkan efek samping pada hewan, seperti kematian dini, cacat lahir, atau masalah kesehatan lainnya. Oleh karena itu, perlu dilakukan evaluasi risiko yang ketat dan uji coba pada hewan percobaan sebelum menghasilkan hewan unik dengan karakteristik yang diinginkan.
3. Masalah etika: Pembuatan hewan unik melalui rekayasa genetika juga menimbulkan pertimbangan etika yang perlu diperhatikan. Hal ini berkaitan dengan keamanan dan kesejahteraan hewan, serta implikasi moral dan sosial dari menciptakan makhluk hidup dengan karakteristik yang berbeda dari spesies aslinya.

Beberapa cara untuk mengatasi tantangan dalam rekayasa genetika hewan melalui teknologi CRISPR-Cas9 antara lain:

1. Perbaikan efisiensi: Metode baru dalam pengiriman enzim Cas9 atau RNA panduan dapat meningkatkan efisiensi dalam modifikasi genetik hewan. Selain itu, teknologi baru seperti penggunaan enzim lain selain Cas9 dan teknologi gen pengeditan lainnya juga dapat membantu meningkatkan efisiensi proses rekayasa genetik.
2. Pengujian dan evaluasi risiko yang ketat: Diperlukan evaluasi risiko yang ketat dalam pengembangan hewan unik melalui rekayasa genetik, termasuk uji coba pada hewan percobaan untuk memperkirakan efek samping dan memastikan keamanan dan kesejahteraan hewan yang dimodifikasi genetik.
3. Diskusi etika yang mendalam: Diskusi yang melibatkan ahli etika, ilmuwan, dan masyarakat luas perlu dilakukan untuk membahas masalah etika terkait rekayasa genetik hewan dan menemukan solusi yang dapat diterima oleh semua pihak.

Dalam menghasilkan hewan unik melalui rekayasa genetika, perlu dilakukan pendekatan yang hati-hati dan terstruktur, dengan memperhatikan masalah efisiensi, risiko kesehatan, dan masalah etika. Dengan memperhatikan tantangan tersebut, teknologi CRISPR-Cas9 dapat digunakan untuk menghasilkan hewan dengan karakteristik unik dan meningkatkan pemahaman kita tentang biologi hewan.

BAB III PENUTUP

3.1 Kesimpulan

Berdasarkan paparan sebelumnya, dapat disimpulkan bahwa rekayasa genetika ikan arwana glow in the dark dengan penyisipan DNA ubur-ubur menggunakan teknologi CRISPR-Cas9 memiliki potensi dan implikasi yang besar. Beberapa potensi yang dapat diperoleh meliputi keuntungan komersial dalam industri perikanan hias, serta potensi pengembangan dalam bidang riset dan pengembangan teknologi rekayasa genetika pada hewan lainnya.

Namun, penggunaan teknologi rekayasa genetika seperti CRISPR-Cas9 pada hewan masih memunculkan beberapa permasalahan etis seperti risiko kesejahteraan hewan, masalah keamanan pangan, serta kemungkinan dampak lingkungan. Oleh karena itu, diperlukan regulasi yang ketat dan etis dalam penggunaan teknologi ini.

Selain itu, meskipun teknologi CRISPR-Cas9 telah terbukti efektif dalam menghasilkan ikan arwana glow in the dark, masih diperlukan penelitian lebih lanjut untuk memastikan keamanan dan keberlanjutan dari spesies baru ini. Dalam hal ini, perlu dilakukan penelitian lanjutan mengenai efek jangka panjang dari penggunaan teknologi ini pada ikan arwana, serta pengembangan strategi untuk meminimalkan dampak negatif pada lingkungan dan kesehatan manusia.

Dengan demikian, pengembangan ikan arwana glow in the dark dengan teknologi CRISPR-Cas9 menunjukkan potensi yang besar dalam pengembangan industri perikanan hias dan riset. Namun, perlu diingat bahwa penggunaan teknologi ini harus dilakukan dengan etis dan memperhatikan dampaknya terhadap kesehatan hewan, manusia, dan lingkungan.

3.2 Saran

Berikut beberapa saran untuk makalah tentang rekayasa genetika ikan arwana glow in the dark dengan penyisipan DNA ubur-ubur menggunakan teknologi CRISPR-Cas9:

1. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut untuk memperdalam pemahaman tentang teknologi CRISPR-Cas9 dan aplikasinya pada rekayasa genetika ikan arwana. Dalam makalah, sebaiknya dilakukan penjelasan yang lebih rinci tentang prinsip kerja CRISPR-Cas9 dan bagaimana teknologi ini diaplikasikan pada rekayasa genetika ikan arwana.

2. Makalah sebaiknya juga membahas masalah etika yang muncul dalam penggunaan teknologi rekayasa genetika pada hewan dan bagaimana cara mengatasi masalah ini. Hal ini dapat membantu membuka ruang diskusi dan memperlihatkan pandangan penulis terhadap masalah tersebut.
3. Sebaiknya, makalah juga membahas potensi dampak lingkungan dan kesehatan yang mungkin terjadi akibat penggunaan teknologi CRISPR-Cas9 pada ikan arwana. Hal ini dapat membantu membuka kesadaran terhadap pentingnya pengembangan teknologi yang bertanggung jawab secara etis dan memperhatikan dampak terhadap lingkungan dan kesehatan manusia.
4. Makalah dapat memberikan contoh kasus penggunaan teknologi CRISPR-Cas9 pada hewan atau tumbuhan lain selain ikan arwana, yang juga memiliki potensi dalam pengembangan industri perikanan dan pertanian. Hal ini dapat membantu pembaca untuk memperoleh pemahaman yang lebih komprehensif mengenai teknologi rekayasa genetika.
5. Sebagai kesimpulan, sebaiknya makalah memberikan rekomendasi terkait pengembangan teknologi rekayasa genetika pada hewan yang bertanggung jawab secara etis dan berkelanjutan, serta bagaimana teknologi ini dapat dimanfaatkan untuk kepentingan manusia dan lingkungan secara positif.

DAFTAR PUSTAKA

- Jinek, M dkk. (2012). *Programmable nucleases for genome engineering in human cells*. *Science*. 337(6096): 816-821. DOI: 10.1126/science.1225829.
- Ma'ruf, M., Purwito, A., & Mariska, I. (2021). *Pengembangan Teknologi Genom Editing CRISPR/Cas9 untuk Meningkatkan Ketahanan Tanaman Padi terhadap Cekaman Abiotik*. *Jurnal Agrotek Tropika*, 9(1), 29-38.
- Ma'arif, B. (2019). *CRISPR - Inovasi Biologi Molekuler dan Medis yang Kontroversial*. *WARTAZOA*, 29(3), 145-153. <https://doi.org/10.14334/wartazoa.v29i3.2007>
- Zeng, L dkk. (2023). *Defected lipid rafts suppress cavin1-dependent IFN- α signaling endosome in paroxysmal nocturnal hemoglobinuria*. *International Immunopharmacology*, 115, 109468.
- Hussein, M dkk. (2023). *A CRISPR-Cas Cure for HIV/AIDS*. *International Journal of Molecular Sciences*, 24(2), 1563. <https://doi.org/10.3390/ijms24021563>.
- Erwin Fajar Hasrianda M.Sc. (2020). *Level Baru Teknologi Rekayasa Genetika Setelah Era CRISPR CAS-9*. dari Kompas.com. https://www.kompas.com/sains/read/2020/09/07/182900923/level_baru-teknologi-rekayasa-genetika-setelah-era-crispr-cas-9?page=all#page4
- Jannah, M dkk. (2021). *Metode Biologi Molekuler*. Bandung: Widina Bhakti Persada
- Cina Hentikan Penelitian Bayi Hasil Rekayasa Genetika*. (2018). Diakses pada 17 Maret 2023, dari <https://www.bbc.com/indonesia/dunia-46396137>
- Maloshenok, G dkk. (2023, February 20). *Visualizing the Nucleome Using the CRISPR-Cas9 System: From in vitro to in vivo*. Diakses pada 17 Maret 2023, dari <https://link.springer.com/article/10.1134/S0006297923140080>
- Maranda, V dkk. (2023, Januari 1). *A CRISPR Platform for Targeted In Vivo Screens*. Diakses pada 17 Maret 2023, dari https://link.springer.com/protocol/10.1007/978-1-0716-2914-7_24

Hussein, M dkk. (2023, Januari 13). *A CRISPR-Cas Cure for HIV/AIDS*. Diakses pada 17 Maret 2023, dari <https://www.mdpi.com/1422-0067/24/2/1563>

Zeng, L dkk. (2022, November 12). *Defected lipid rafts suppress cavin1-dependent IFN- α signaling endosome in paroxysmal nocturnal hemoglobinuria*. Diakses pada 17 Maret 2023, dari <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1567576922009535>

Heidy, J. (2022). *Pengeditan Genom: Potensi CRISPR Untuk Terapi Pada Penyakit*. Diakses pada 17 Maret 2023, dari <https://www.alomedika.com/pengeditan-genom-potensi-CRISPR-untuk-terapi-pada-penyakit>

<https://www.instagram.com/reel/CphcAeagwYL/?igshid=YmMyMTA2M2Y=>

<https://pixabay.com/>