

KARYA TULIS ILMIAH

***Clustered Regularly Interspaced Short Polindromic Repeats (CRISPR) untuk
Mengobati HIV/AIDS, Penyakit Genetik, Kanker dan Malaria dalam
Menghadapi Sustainable Development Goals (SDGs) pada 2030 di Indonesia***



OLEH :

MOHAMMAD QOIMAM BILQISTHI ZULFIKAR

6130015051

UNIVERSITAS NAHDLATUL ULAMA SURABAYA

2017

HALAMAN PENGESAHAN

1. Judul Karya Tulis Ilmiah : *Clustered Regularly Interspaced Short Palindromic Repeats (CRISPR) untuk mengobati HIV/AIDS, Penyakit Genetik, Kanker dan Malaria dalam menghadapi Sustainable Development Goals (SDGs) pada 2030 di Indonesia.*
2. Nama Penulis : Mohammad Qoimam Bilqisthi Zulfikar
3. NPM : 6130015051
4. Semester : 4 (Empat)
5. Program Studi : S1 Pendidikan Dokter
6. Fakultas : Kedokteran
7. Dosen Pembimbing : Dr. dr. Handayani, M.Kes.

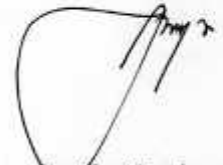
Surabaya, 10 April 2017

Wakil Rektor I
Bidang Akademik dan Kemahasiswaan



Prof. Drs. Kacung Marijan, M.A., Ph. D.

Dosen Pembimbing



Dr. dr. Handayani, M.Kes.

KATA PENGANTAR

Dengan menyebut nama Allah SWT yang Maha Pengasih lagi Maha Panyayang, kami panjatkan puja dan puji syukur atas kehadiran-Nya, yang telah melimpahkan rahmat, hidayah, dan inayah-Nya kepada kami, sehingga kami dapat menyelesaikan karya tulis ilmiah ini.

Karya tulis ilmiah disusun dengan maksimal dan mendapatkan bantuan dari berbagai pihak sehingga dapat memperlancar pembuatan karya tulis ilmiah ini. Untuk itu kami menyampaikan banyak terima kasih kepada semua pihak yang telah berkontribusi dalam pembuatan karya tulis ilmiah ini.

Terlepas dari semua itu, kami menyadari sepenuhnya bahwa masih ada kekurangan baik dari segi susunan kalimat maupun tata bahasanya. Oleh karena itu dengan tangan terbuka kami menerima segala saran dan kritik dari pembaca agar kami dapat memperbaiki karya tulis ilmiah ini.

Akhir kata kami berharap semoga karya tulis ilmiah inii dapat memberikan manfaat maupun inspirasi terhadap pembaca.

Surabaya, 10 April 2017

Penulis

DAFTAR ISI

Halaman Pengesahan	i
Kata Pengantar	ii
Daftar Isi	iii
BAB I PENDAHULUAN	
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Rumusan masalah.....	3
1.3. Tujuan.....	3
1.4. Manfaat.....	3
1.5. Metode.....	4
BAB II KAJIAN PUSTAKA	
2.1. Pengertian <i>Clustered Regularly Interspaced Short Polindromic Repeats</i> (CRISPR).....	5
2.2. Efisiensi Metode <i>Clustered Regularly Interspaced Short Polindromic</i> <i>Repeats</i> (CRISPR)	6
2.3. Metode CRISPR yang mengobati HIV/AIDS, penyakit genetik, kanker dan malaria	7
2.4. Kontribusi CRISPR terhadap tujuan Sustainable Development Goals (SDGs) di Indonesia	9
BAB III ANALISIS DAN SINTESIS	
3.1. Analisis Konsep Inovasi pada CRISPR dan SDGs dalam Upaya Kesehatan Masyarakat.....	11
3.2. Analisis Konsep Kesehatan Masyarakat di Indonesia.....	11
3.3. Analisa Konsep Pembangunan Masyarakat	13
BAB IV SIMPULAN DAN REKOMENDASI	15
DAFTAR PUSTAKA	17

BAB I PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Harapan hidup di banyak negara dewasa ini lebih dari enam puluh hingga tujuh puluh tahun, dua kali lipat dibandingkan pertengahan abad ke-10. *Lifesaving*, ketersediaan obat-obatan, vaksinasi, intervensi bedah, perbaikan sanitasi, kecukupan gizi dan kemudahan mengakses pusat kesehatan memberikan kontribusi langsung terhadap peningkatan kualitas hidup. Namun, tantangan masih tetap ada. Menurut WHO, Kanker menjadi momok mematikan bagi penderitanya dengan angka kematian 8,8 juta pada tahun 2015. HIV/AIDS, penyakit yang sampai saat ini belum dapat disembuhkan, membunuh 1,1 juta populasi dunia, Malaria dilaporkan telah menginfeksi 214 juta membunuh 438.000 manusia pada tahun 2015. Angka mortalitas dan morbiditas penyakit tersebut memiliki kemungkinan besar meningkat pada tahun-tahun berikutnya. Di sisi lain, penyakit genetik seperti Sindroma Down, Thalasemia, Anemia bulan sabit, buta warna dan 3000 penyakit genetik lainnya menjadi kekhawatiran di masyarakat luas. Lebih dari 90% kasus Sindroma Down yang terdeteksi dini pada ibu hamil di Eropa berakhir di meja operasi dengan melakukan pengguguran kandungan secara sengaja atau *abortus provokatus*. Hal tersebut mengemukakan bahwa masyarakat luas percaya penyakit genetik tidak dapat disembuhkan.

Pada tahun 2015, Kepala negara dengan perwalikan dari 189 negara Perserikatan Bangsa-bangsa (PBB) di dunia melanjutkan paradigma pembangunan global yang bermula *Millenium Development Goals* (MDGs) pada tahun 2000, menjadi *Sustainable Development Goals* (SDGs) pada tahun 2015. SDGs memiliki 5 pondasi yaitu manusia, planet, kesejahteraan, perdamaian, dan kemitraan yang ingin mencapai tiga tujuan mulia di tahun 2030 berupa

mengakhiri kemiskinan, mencapai kesetaraan dan mengatasi perubahan iklim. SDGs sendiri memiliki 17 tujuan dengan 169 target spesifik dengan *Good Health and Wellbeing* berada di urutan ketiga dalam targetnya kedepan. Diharapkan dengan adanya perbaikan kesehatan dan kesejahteraan manusia, yakni dengan menurunkan angka mortalitas dan morbiditas, secara tidak langsung akan memberikan dampak pada peningkatan kesejahteraan berkat penurunan beban biaya kesehatan yang akhirnya dapat mengakhiri kemiskinan dengan peningkatan produktivitas masyarakat. Masyarakat yang sehat menjadi kunci pembangunan berkelanjutan.

Clustered Regularly Interspaced Short Palindromic Repeats (CRISPR) bermula muncul dari publikasi pertama kalinya pada tahun 2013. CRISPR merupakan inovasi *editing genome* yang diadaptasi dari sistem pertahanan bakteri terhadap bakteriofag (virus yang menyerang bakteri). Ide ini dinyatakan dapat berkontribusi pada kesehatan dunia. Hal yang sering diungkapkan oleh peneliti dari rekayasa genetika ini adalah pengaplikasiannya yang membutuhkan waktu yang cepat, biaya yang murah, dan tingkat presisi yang tinggi dibandingkan dengan rekayasa genetika pada beberapa tahun sebelumnya yang membutuhkan waktu hingga bertahun-tahun dan tentunya membutuhkan biaya yang sangat mahal. Selain itu, CRISPR secara mengejutkan dapat menyembuhkan HIV/AIDS, Penyakit Genetik, Malaria hingga Kanker. Bagaimana CRISPR dapat dianggap sebagai inovasi yang sangat efisien, bagaimana CRISPR dapat menyembuhkan berbagai penyakit dan apa kontribusi CRISPR terhadap tujuan *Sustainable Development Goals (SDGs)* di Indonesia pada tahun 2030 adalah apa yang penulis coba telaah dalam karya tulis ini.

1.2. Rumusan Masalah

1. Bagaimana mekanisme pengaplikasian CRISPR yang dianggap efisien?
2. Bagaimana metode CRISPR dapat mengobati penyakit HIV/AIDS, Penyakit Genetika, Kanker dan Malaria
3. Apa kontribusi CRISPR terhadap tujuan *Sustainable Development Goals* (SDGs) di Indonesia

1.3. Tujuan

1. Mengetahui mekanisme pengaplikasian *Clustered Regularly Interspaced Short Palindromic Repeats* (CRISPR) yang dianggap efisien
2. Mengetahui metode *Clustered Regularly Interspaced Short Palindromic Repeats* (CRISPR) yang dapat mengobati penyakit HIV/AIDS, Penyakit Genetik, Kanker dan Malaria.
3. Mengetahui kontribusi *Clustered Regularly Interspaced Short Palindromic Repeats* (CRISPR) terhadap tujuan *Sustainable Development Goals* (SDGs) di Indonesia.

1.4. Manfaat

1. Secara teoritis memperkaya informasi mengenai *Clustered Regularly Interspaced Short Palindromic Repeats* (CRISPR) dan *Sustainable Development Goals* (SDGs).
2. Secara aplikatif memberikan solusi mengenai permasalahan dan kondisi masyarakat secara umum dengan pengaplikasian *Clustered Regularly Interspaced Short Palindromic Repeats* (CRISPR) dalam menghadapi *Sustainable Development Goals* (SDGs) di Indonesia.

1.5. Metode

Karya tulis ilmiah ini penulis buat dengan menggunakan metode studi kepustakaan serta observasi data dan informasi yang berkaitan dari berbagai sumber.

BAB II KAJIAN PUSTAKA

2.1 Pengertian Clustered Regularly Interspaced Short Palindromic Repeats (CRISPR)

CRISPR, merupakan singkatan dari *Clustered Regularly Interspaced Short Palindromic Repeats*, yang merupakan sebuah aplikasi *gene editing* yang sudah banyak digunakan untuk memodifikasi gen di beberapa sistem model terutama pada zigot hewan dan sel manusia (Sander, 2017).

CRISPR sendiri pertama kali ditemukan pada *E.coli*. Para peneliti mengamati pola yang unik pada gen bakteri tersebut. Pada bakteri ini, terjadi satu sekuens DNA yang berulang-ulang, dengan sekuens yang berbeda di antara pengulangan. Hal yang mereka anggap unik ini kemudian disebut dengan CRISPR (Ishino, 1987).

CRISPR sejatinya adalah bagian dari system defensif bakteri, di mana apabila bakteri tersebut terjangkit virus (bakteriofag), ia akan menyimpan bagian dari materi genetik virus tersebut untuk dikenali apabila virus tersebut kembali menyerang di lain waktu, dan juga untuk mempertahankan diri melawan virus tersebut. Pada pertahanan sekunder bakteri, terdapat suatu kelompok enzim yang disebut Cas atau *CRISPR-associated proteins*, yang dapat memotong DNA dan membuang virus-virus yang menginvasi. Terdapat banyak jenis enzim Cas, namun yang paling dikenal adalah enzim Cas9. CRISPR dan Cas9 kemudian membentuk sistem yang dapat mencegah replikasi DNA pada infeksi sekunder.. Secara garis besar, metode ini dapat dicontohkan seperti metode *copy-paste*. Enzim Cas9 memotong DNA, dan CRISPR bertugas dalam menunjukkan di mana

potongan yang harus dilakukan. Potongan DNA kemudian dapat disalin ke dalam gen di manapun peneliti menginginkannya.

2.2 Efisiensi Metode Clustered Regularly Interspaced Short Palindromic Repeats (CRISPR)

Jinek (Dalam Irion, 2014) mengungkapkan bahwa CRISPR dan Cas9, sistem yang saling berkaitan dalam *gene editing*, dinyatakan sebagai metode yang efisien pada gen yang memiliki kerusakan di banyak spesies. Pada penelitian yang dilakukan oleh Irion et. al. yang meneliti perbaikan gen albino pada zebrafish mengungkapkan bahwa CRISPR memiliki tingkat akurasi yang tinggi dengan waktu dan biaya yang tidak mahal. Analisis ini memberikan bukti penting dari prinsip modifikasi genom dalam model ini penting untuk penelitian biomedis vertebrata seperti manusia. Sekali pemotongan untai ganda yang dibuat dalam DNA, peneliti dapat menginduksi perbaikan, dan dengan demikian berpotensi mencapai hal-hal luar biasa, seperti mampu memperbaiki mutasi yang menyebabkan anemia sel sabit ataupun penyakit genetik lainnya. CRISPR dianggap mudah karena dewasa ini semua laboratorium bahkan dapat melakukannya dengan hanya memberikan salinan DNA dan meletakkan sistem pada sel hidup. Dibandingkan dengan metode rekayasa genetika terdahulu yang dianggap eksklusif karena tidak semua laboratorium dapat melakukannya karena dari segi lamanya waktu, alat yang terbatas maupun besarnya biaya yang dibutuhkan. Baru-baru ini perusahaan start-up yang telah didirikan untuk mengkomersilkan teknologi CRISPR, dan banyak kapitalis ventura yang telah berinvestasi di perusahaan-perusahaan ini karena CRISPR dianggap berpotensi merubah kesehatan dunia dengan munculnya keberhasilan di berbagai penelitian mengenai metode ini.

2.3 Metode (CRISPR) yang dapat mengobati penyakit HIV/AIDS, Penyakit Genetik, Kanker dan Malaria

HIV/AIDS berkaitan dengan invasi retrovirus terhadap T helper cell, salah satu sel darah putih yang bertanggung jawab dalam sistem imun adaptif. Pada 2016, Schumann berhasil menggunakan CRISPR untuk melakukan rekombinasi urutan yang tepat pada DNA sel T manusia utama untuk pertama kalinya di dalam tabung reaksi. Dari penelitiannya, metode ini sangatlah cepat merubah susunan DNA sel darah putih ini. Pendekatan baru memungkinkan para peneliti untuk membuat susunan gen kandidat yang berbeda dalam ratusan ribu T-helper cell sehat. Fitur utama dari sistem ini adalah cepat, aman, dan efisien. seperti sel-sel T yang disumbangkan hanya bisa bertahan hidup di luar tubuh selama dua sampai tiga minggu. Dibutuhkan waktu yang singkat untuk memberikan injeksi T sel kepada pasien sebagai terapi HIV/AIDS. Selain itu para peneliti menggunakan teknik baru untuk membuat mutasi gen CXCR4 dan CCR5, yang mengkodekan molekul reseptor pada strain yang berbeda dari virus HIV untuk menyelinap masuk dan menginfeksi sel-sel kekebalan tubuh..Menonaktifkan salah satu dari gen tersebut ternyata berhasil mencegah infeksi HIV dari sel T manusia oleh strain HIV yang relevan (Schumann, 2016). Hal yang sama dilakukan pada penyakit genetik, akan tetapi *Gene Editing* CRISPR/Cas9 ini dilakukan pada saat embrio. Sebelumnya dilakukan *Chromosome Mapping* untuk menentukan kromosom nomor berapa yang mengalami mutasi. Diibaratkan apabila kromosom nomor 21 mengalami mutasi yang kemungkinan besar bayi lahir dengan Sindroma Down, maka CRISPR/Cas9 dilakukan dengan menggunakan *Guiding RNA* untuk kromosom nomor 21. Setelah dilakukan *gene driving systems*, maka kode genetik yang termutasi akan dipotong dan digantikan dengan kode genetik yang sesuai.

Pada tanggal 28 Oktober 2016, Tiongkok telah merilis pertama kalinya CRISPR Percobaan *Gene Editing* pada manusia oleh ilmuwan Tiongkok di Universitas Sichuan melalui suntikan yang dapat melawan kanker pada sel-sel

darah putih modifikasi CRISPR dari seorang pasien yang menderita kanker paru-paru metastatik. Eksperimen tersebut menjadi garis pengalaman pertama baru-baru ini bagi Tiongkok, juga pada sel monyet modifikasi CRISPR pada awal 2014, dan diikuti embrio manusia yang juga dimodifikasi dalam teknologi CRISPR Mei 2016. Metode CRISPR yang berfokus pada kanker melibatkan mengambil satu set pemotong molekuler Cas9 dan *Guiding RNA* untuk memotong gen yang tidak diinginkan dalam sel kekebalan yang dapat membantu berkembang biak kanker. Sel-sel yang dimodifikasi kemudian dimasukkan kembali ke dalam pasien untuk menyerang kanker. Gene drive systems yang memungkinkan pewarisan Mendel Super Transgen memiliki potensi untuk memodifikasi populasi serangga selama jangka waktu beberapa tahun kedepan.

Andrew Hammond dan peneliti lainnya dalam sebuah jurnal ilmiah berjudul “*A CRISPR-Cas9 gene drive system targeting female reproduction in the malaria mosquito vector Anopheles gambiae*” menjelaskan konstruksi CRISPR-Cas9 endonuklease yang berfungsi sebagai *Gene drive systems* dalam *Anopheles gambiae*, vektor utama bagi malaria. Ia mengidentifikasi tiga gen (AGAP005958, AGAP011377 dan AGAP007280) yang memberikan sifat fenotipe resesif betina-sterilitas, dan dimasukkan ke dalam masing-masing lokus konstruksi CRISPR-Cas9 yang dirancang untuk menargetkan dan mengedit setiap gen. ia mengamati Setiap lokus yang ditargetkan mengalami perubahan gen yang kuat pada tingkat molekuler, dengan tingkat penularan kepada keturunan 91,4-99,6%. pemodelan populasi dan eksperimen di sebuah kandang berisikan nyamuk ini menunjukkan bahwa konstruksi CRISPR-Cas9 cenderung menargetkan salah satu lokus AGAP007280, yang mana rupanya perlu untuk memenuhi persyaratan minimum untuk mengubah gen reproduksi perempuan dalam populasi serangga berikutnya. Temuan ini mampu mempercepat pengembangan CRISPR-Cas9 untuk menekan populasi nyamuk yang membawa *Plasmodium sp.* sehingga nantinya parasit ini tidak memiliki host yang dapat menjadi transmisi penularan Malaria (Andrew, 2016).

2.4 Kontribusi CRISPR terhadap tujuan *Sustainable Development Goals* (SDGs) di Indonesia

Sejak penciptaan Millennium Development Goals (MDGs) telah ada prestasi bersejarah dalam mengurangi angka kematian anak, meningkatkan kesehatan ibu dan menanggulangi HIV / AIDS, TBC, malaria dan penyakit lainnya. Dalam 15 tahun, jumlah penderita yang baru terinfeksi HIV setiap tahun telah menurun 3.100.000-2.000.000 dan lebih 6,2 juta jiwa diselamatkan dari malaria. Sejak tahun 1990, angka kematian ibu turun 45 persen, dan di seluruh dunia telah terjadi penurunan lebih dari 50 persen pada kematian anak dapat dicegah secara global. Meskipun kemajuan yang luar biasa ini, AIDS adalah penyebab utama kematian di kalangan remaja di sub-Sahara Afrika, dan 22 juta orang yang hidup dengan HIV tidak mengakses *Antiretroviral Therapy* (ART) menyelamatkan nyawa. infeksi baru HIV terus meningkat di beberapa lokasi dan populasi yang biasanya terpinggirkan (UNDP, 2015).

Di Indonesia, HIV/AIDS pertama kali ditemukan di provinsi Bali pada tahun 1987. Hingga saat ini HIV/AIDS sudah menyebar di 386 kabupaten/kota di seluruh provinsi di Indonesia. Berbagai upaya sudah dilakukan oleh Pemerintah bekerjasama dengan berbagai lembaga di dalam negeri dan luar negeri. Berdasarkan laporan provinsi, jumlah (kumulatif) kasus infeksi HIV yang dilaporkan sejak 1987 sampai September 2014 yang terbanyak adalah Provinsi DKI Jakarta (32.782 kasus). Semakin meningkatnya kasus AIDS di Indonesia memiliki pola yang jelas berdasarkan kelompok umur, yakni pada usia 20-29, diikuti kelompok usia 30-39 tahun dan 40-49 tahun (KEMENKES RI, 2014).

Sedangkan pada kasus malaria, penduduk yang tinggal menetap di wilayah endemis malaria masih terjadi penularan setempat . Pada tahun 2014 terdapat 74% penduduk yang berada di wilayah bebas/tidak berisiko malaria, dan 3% yang

tinggal di wilayah risiko tinggi. Untuk prevalensi penyakit kanker di Indonesia, wilayah Indonesia keseluruhan memiliki persentase 1,4 per seribu penduduk sama dengan 330 ribu orang. Dengan perincian menurut provinsi, posisi paling tinggi terdapat di DI Yogyakarta dengan 4,1%, lalu di Jawa Tengah dengan 2,1%, diikuti oleh Bali dengan 2%, dan DKI Jakarta serta Bengkulu masing-masing 1,9%. (Riskesdas 2013).

SDGs pada poin ketiga, Good Health and Wellbeing, bercita-cita untuk memastikan kesehatan dan kesejahteraan untuk semua, termasuk komitmen yang berani untuk mengakhiri epidemi AIDS, tuberkulosis, malaria dan penyakit menular lainnya pada tahun 2030. CRISPR memberikan napas baru terhadap keberlangsungan program ini, dengan penelitian komprehensif yang dilakukan para peneliti bertujuan untuk mencapai cakupan kesehatan universal serta dengan kontribusi pemerintah dalam menyediakan akses ke aman dan efektif obat-obatan dan vaksin untuk semua. Mendukung penelitian dan pengembangan mengenai kesehatan adalah bagian penting dari proses ini serta memperluas akses terhadap obat-obatan yang terjangkau (UNDP, 2015).

BAB III

ANALISIS DAN SINTESIS

3.1. Analisis Konsep Inovasi pada CRISPR dan SDGs dalam Upaya Kesehatan Masyarakat

Menurut Kamus Besar Bahasa Indonesia (KBBI), Inovasi adalah pemasukan atau pengenalan hal-hal baru, pembaharuan, penemuan baru yang berbeda dari yang sudah ada atau yang sudah dikenal sebelumnya. Kata kuncinya adalah hal yang baru, pembaharu dan penemuan baru. Didalam kegiatan yang berorientasi kesehatan masyarakat sebetulnya banyak sekali kegiatan yang bisa di katakan sebagai kegiatan pembaharu. Upaya inovatif yang fungsinya sebagai penunjang kegiatan pokok yang sudah ada, didukung dengan program ambisius, SDGs, membuat pengobatan ataupun penatalaksanaan yang bersifat inovatif semakin banyak terealisasi. Seperti *Anti Retroviral Therapy (ART)* pada pengobatan HIV/AIDS yang merupakan salah satu *drug of choice* atau obat pilihan ditunjang dengan upaya inovatif CRISPR. Kanker yang salah satu penatalaksanaannya Kemoterapi dan Radioterapi dapat pula ditunjang dengan terapi CRISPR ini. Berbeda halnya dengan penyakit tersebut, Pengendalian infeksi Malaria pada pengaplikasian CRISPR merupakan upaya inovatif yang berkaitan langsung pada nyamuk *Anopheles sp.* sehingga dapat mengurangi penyebaran *Plasmodium sp.* yaitu parasit penyebab Malaria. Begitupula Penyakit Genetik yang berkaitan dengan perbaikan susunan DNA sehingga ketika bayi lahir, bayi tersebut memiliki kromosom yang taktermutasi ,

3.2. Analisis Konsep Kesehatan Masyarakat di Indonesia

Menurut Winslow (1920) seorang ahli kesehatan masyarakat mendefinisikan kesehatan masyarakat (*public health*) adalah ilmu dan seni mencegah penyakit, memperpanjang hidup, dan meningkatkan kesehatan melalui

usaha-usaha pengorganisasian masyarakat untuk meningkatkan sanitasi lingkungan, mengendalikan infeksi menular, pendidikan secara individual dalam hal hygiene perorangan, mengorganisasikan pelayanan medis dan perawatan untuk tercapainya diagnosis dini dan terapi pencegahan terhadap penyakit, Pengembangan sosial kearah adanya jaminan hidup yang layak dalam bidang kesehatan. CRISPR sendiri adalah metode dalam mengimplementasikan kesehatan masyarakat. Metode ini secara tidak langsung berkontribusi dalam mengendalikan infeksi menular, memberikan edukasi kepada masyarakat mengenai adanya metode baru yang dapat membantu mencegah ataupun menanggulangi penyakit. Hal tersebut diharapkan akan menciptakan masyarakat yang lebih sadar akan adanya inovasi yang berkembang disekitar dan juga meningkatkan keingintahuan masyarakat sehingga impian SDGs dalam menjadikan masyarakat yang sehat dan sejahtera dapat dilaksanakan.

Disisi lain, Ilmu Kesehatan Masyarakat adalah ilmu yang lebih menitikberatkan penanganan kasus-kasus pada upaya-upaya pencegahan, bukan pada upaya kuratif, sebab dalam Ilmu Kesehatan Masyarakat dikenal adanya 5 tahap pencegahan (*The Five Level of Prevention*) yang terdiri atas: Upaya Promotif (meningkatkan pemahaman kesehatan), Upaya Preventif (miningkatkan upaya pencegahan penyakit), Upaya Protektif (meningkatkan perlindungan terhadap penyakit), Upaya Kuratif (upaya penyembuhan terhadap penyakit), Upaya Rehabilitatif (upaya pemulihan). CRISPR adalah salah satu dari aplikasi upaya promotif yakni meningkatkan pemahaman kesehatan yang berkelanjutan. Masyarakat yang sadar akan pentingnya kesehatan akan menjadi semakin tertarik dengan adanya suatu inovasi. Perlu adanya sosialisasi terhadap sebuah penemuan metode seperti CRISPR ini sehingga tidak hanya mahasiswa kesehatan atau mahasiswa yang memiliki keterkaitan dengan bidang ini saja, namun dengan adanya upaya promotif secara kreatif dan unik membuat masyarakat tidak bosan-bosannya mengikuti perkembangan teknologi kesehatan yang ada. Contoh saja, dengan adanya video animasi di *Youtube* yang dewasa ini sudah dapat diakses

oleh masyarakat. Selain itu, CRISPR menjadi salah satu upaya preventif, upaya protektif dan upaya kuratif secara bersamaan. Hal tersebut dibuktikan dengan adanya uji coba terhadap Kanker di Tiongkok pada tahun 2016. Upaya tersebut juga dikuatkan dengan uji coba penanggulangan HIV/AIDS, Penyakit Genetik, Malaria, dan Kanker. Masyarakat dirasa membutuhkan angin segar seperti ilmu pengetahuan dan teknologi yang dapat memicu optimisme masyarakat yang sehat dan sejahtera. Tentunya masyarakat yang sehat dan sejahtera adalah salah satu tujuan dari terealisasinya *Sustainable Development Goals* di Indonesia dan seluruh dunia secara umum.

3.3. Analisa Konsep Pembangunan Masyarakat

Pembangunan masyarakat pada hakekatnya bertujuan meningkatkan taraf hidup masyarakat secara keseluruhan. Kesejahteraan, itulah yang menjadi tujuan pembangunan masyarakat. Pembangunan masyarakat selalu dikaitkan dengan masalah kemiskinan, yang dialami oleh sebagian masyarakat. Saat ini kemiskinan bukan hanya menjadi masalah Indonesia tapi sudah menjadi masalah dunia. Negara Indonesia identik dengan kemiskinan warga negaranya, namun di dalamnya negara Indonesia menginginkan negaranya ini berkembang dan maju. Masalah kemiskinan di Indonesia ditandai oleh rendahnya mutu kehidupan masyarakat yang ditunjukkan oleh indeks pembangunan masyarakat. Mutu kehidupan masyarakat berkaitan dengan kesehatan. Mutu kesehatan yang baik menjadi parameter baiknya pembangunan masyarakat. Apabila diibaratkan masyarakat yang memiliki kesehatan yang buruk akan meningkatkan beban layanan kesehatan. Selain itu, produktivitas menurun karena tentu sehat adalah kebutuhan primer yang tidak bisa ditawar. Bandingkan produktivitas masyarakat di Eropa dan di Afrika, tentu saja berbeda. Salah satu penyebab terbesarnya yakni kesehatan yang menyimpang.

CRISPR adalah jembatan pembangunan masyarakat. Diluar dari kontroversialnya yang berkaitan dengan etika karena pengembangannya yang bisa

dikatakan sangat pesat dan bahkan melewati batas, CRISPR adalah teknologi yang apabila dihentikan akan menimbulkan bahaya yang lebih besar. Dengan regulasi dari World Health Organization (WHO) dan Pemerintah yang bijak dapat menumbuhkan perkembangan keilmuan yang baik pula, serta menghindari ilegalitas.

Dalam mengukur Pembangunan Masyarakat, kita juga dapat melihat dari Indeks Pembangunan Manusia (IPM) / Human Development Index (HDI). IPM adalah pengukuran perbandingan dari harapan hidup, melek huruf, pendidikan dan standar hidup untuk semua negara seluruh dunia. IPM digunakan untuk mengklasifikasikan apakah sebuah negara adalah negara maju, negara berkembang atau negara terbelakang dan juga untuk mengukur pengaruh dari kebijaksanaan ekonomi terhadap kualitas hidup. Indonesia sendiri merupakan Negara berkembang yang apabila angka harapan hidup, melek huruf, pendidikan, dan standar hidup meningkat dapat merubah status negara Indonesia menjadi negara maju. Penulis mengansumsi pada tahun 2030 apabila Malaria, HIV/AIDS, Penyakit Genetik, dan Kanker dapat diatasi dengan baik, tentu Indonesia akan menjadi negara yang lebih sejahtera. Harapannya kasus Endemis Malaria di Indonesia Timur akan menjadi kasus yang dapat diatasi, HIV/AIDS yang di berbagai daerah yang dapat dikendalikan, Kanker yang dapat disembuhkan dan Kasus Penyakit Genetika yang menurun. Selain itu, Joko Widodo, Presiden Indonesia mengemukakan tiga program yang akan menjadi prioritas pada pemerintah. Yakni Indonesia Sehat dan Cerdas, Pembenahan infrastruktur vital di daerah-daerah, dan revolusi mental. Dalam menjalankan prioritas pertama, Indonesia Sehat dan Cerdas, Jokowi pun berkomitmen dalam mengawasi keberlanjutan program *Sustainable Development Goals* (SDGs). Tentunya hal tersebut menyatakan bahwa tujuan negara dalam meningkatkan kesehatan dan kesejahteraan masyarakat sesuai dengan tujuan Persatuan Bangsa-bangsa.

BAB IV

SIMPULAN DAN REKOMENDASI

SDGs memiliki 5 pondasi yaitu manusia, planet, kesejahteraan, perdamaian, dan kemitraan yang ingin mencapai tiga tujuan mulia di tahun 2030 berupa mengakhiri kemiskinan, mencapai kesetaraan dan mengatasi perubahan iklim. SDGs sendiri memiliki 17 tujuan dengan 169 target spesifik dengan *Good Health and Wellbeing* berada di urutan ketiga dalam targetnya kedepan. Diharapkan dengan adanya perbaikan kesehatan dan kesejahteraan manusia, yakni dengan menurunkan angka mortalitas dan morbiditas, secara tidak langsung akan memberikan dampak pada peningkatan kesejahteraan berkat penurunan beban biaya kesehatan yang akhirnya dapat mengakhiri kemiskinan dengan peningkatan produktivitas masyarakat. Masyarakat yang sehat menjadi kunci pembangunan berkelanjutan. CRISPR merupakan inovasi *editing genome* yang diadaptasi dari sistem pertahanan bakteri terhadap bakteriofag (virus yang menyerang bakteri). Ide ini dinyatakan dapat berkontribusi pada kesehatan dunia. Hal yang sering diungkapkan oleh peneliti dari rekayasa genetika ini adalah pengaplikasiannya yang membutuhkan waktu yang cepat, biaya yang murah, dan tingkat presisi yang tinggi dibandingkan dengan rekayasa genetika pada beberapa tahun sebelumnya yang membutuhkan waktu hingga bertahun-tahun dan tentunya membutuhkan biaya yang sangat mahal. Dengan adanya regulasi dari Persatuan Bangsa-bangsa dan Pemerintah, dukungan dari peneliti dan masyarakat, serta kontribusi dana yang adekuat bukan tidak mungkin CRISPR dapat menjadi solusi terdepan dalam menghadapi permasalahan kesehatan yang semakin rumit kedepan. Berdasarkan analisis inovasi dalam upaya kesehatan, analisis konsep kesehatan masyarakat, dan

1. Kepada pemerintah, kajian lebih dalam mengenai inovasi CRISPR perlu dilakukan. Indonesia tampak belum mengembangkan inovasi ini. Meskipun dianggap baru, inovasi ini sangat berkembang cepat. Dengan sumber daya manusia yang semakin berkualitas, bukan tidak mungkin

pemerintah Indonesia. Hal tersebut untuk mencegah adanya penyalahgunaan seperti untuk keperluan komersil; estetika, dll.

2. Kepada masyarakat, sebagai lingkungan inti penentu, mendukung penuh, mengawasi dan memberikan kontribusi setidaknya saran terhadap inovasi CRISPR dan mendukung program SDGs, terutama *Good Health and Wellbeing* sehingga tercipta masyarakat yang sadar akan adanya perkembangan ilmu pengetahuan dan kesehatan Indonesia dan dunia secara umum
3. Kepada peneliti dan pengembang, sebagai pengintervensi inovasi, terus mengembangkan penelitian mengenai CRISPR yang sejatinya sangat berguna dalam mengurangi kasus HIV/AIDS, Penyakit Genetik, Kanker, dan Malaria di Indonesia dan dunia secara umum. Serta mendalami efek jangka panjang mengenai pengaplikasian inovasi ini yang sampai saat ini belum diteliti lebih lanjut.

DAFTAR PUSTAKA

- Andrew_Hammond, (2016). A CRISPR-Cas9 gene drive system targeting female reproduction in the malaria mosquito vector *Anopheles gambiae*, *Nature Biotechnology* 34, 78–83.
- Gaj, T., et.al. (2013). ZFN, TALEN, and CRISPR/Cas-based methods for genome engineering. *Trends Biotechnol.* 31, 397-405. doi:10.1016/j.tibtech.2013.04.004
- Ishino, Y et al. (1987). “Nucleotide Sequence Of The *Iap* Gene, Responsible For Alkaline Phosphatase Isozyme Conversion In *Escherichia Coli*, And Identification Of The Gene Product.”. *Journal of Bacteriology*: 169.12 5429-5433. Web.
- Mukherjee, Sy. “China has Launched the First-Ever CRISPR Gene-Editing Trial in Humans.” *Fortune*. 16 November 2016. <http://fortune.com/2016/11/15/first-crispr-trial-humans-china/> (diakses pada 1 April 2017)
- Sander, Jeffry D and J Keith Joung. (2014) “CRISPR-Cas Systems For Editing, Regulating And Targeting Genomes”. *Nature Biotechnology* 32.4: 347-355. Web. 24 Jan. 2017.
- UNDP. 2015. Goal 3: Good Health and Well-Being. <http://www.undp.org/content/gcp/en/home/2030agenda/post-2015-development-agenda/goal-3.html> (diakses pada 1 April 2017)
- Uwe Irion, Jana Krauss, Christiane Nüsslein-Volhard.2014. Precise and efficient genome editing in zebrafish using the CRISPR/Cas9 system *Development* 2014 141: 4827-4830; doi: 10.1242/dev.115584