



**MODUL K3 BIOTEKNOLOGI
(IBK 512)**

**MODUL SESI 2
BAHAYA BIOLOGI (BIOHAZARD)**

DISUSUN OLEH

Dr. HENNY SARASWATI, S.Si, M.Biomed

Universitas
Esa Unggul

UNIVERSITAS ESA UNGGUL

2020

BAHAYA BIOLOGI (BIOHAZARD)

A. Kemampuan Akhir Yang Diharapkan

Setelah mempelajari modul ini, diharapkan mahasiswa mampu :

1. Mahasiswa memahami bahaya Biologi yang berhubungan dengan Bioteknologi.
2. Mahasiswa mampu mengidentifikasi bahaya Biologi yang berhubungan dengan Bioteknologi.
3. Mahasiswa mampu mengkaji kasus yang berhubungan dengan bahaya biologi.

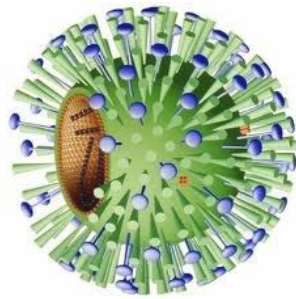
B. Uraian dan Contoh

1. Pengertian Bahaya Biologi

Pada pertemuan kedua ini, kita akan mulai memasuki topik-topik pembelajaran yang telah disampaikan di pertemuan pertama. Kali ini kita akan membahas mengenai Bahaya Biologi atau dalam bahasa Inggris disebut dengan Biohazard.

Mengapa kita membahas mengenai bahaya biologi ini? Hal ini dikarenakan bahaya biologi sangat erat kaitannya dengan Bioteknologi. Seorang bioteknolog akan sangat sering berhubungan dengan bahaya-bahaya biologi. Apakah anda pernah berhadapan dengan bahaya biologi? Apakah anda mengetahui macam-macam bahaya biologi? Nah, perkuliahan kali ini akan membantu kita mengetahui apa itu bahaya biologi dan macam-macamnya. Diharapkan dari perkuliahan ini anda dapat mengidentifikasi bahaya biologi di sekitar anda dan bagaimana kita bisa meminimalisir resikonya.

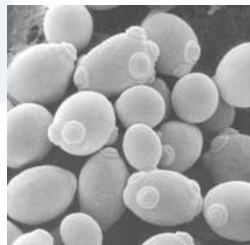
Jadi apa sebenarnya bahaya biologi itu? Bahaya biologi atau biohazard adalah suatu agen yang diduga atau telah diketahui **menyebabkan penyakit pada manusia, hewan atau tanaman**. Apa saja contoh-contoh biohazard ini? Macam-macam biohazard antara lain **virus, bakteri, yeast/khamir dan parasit**.



Virus



Bakteri



Yeast/khamir

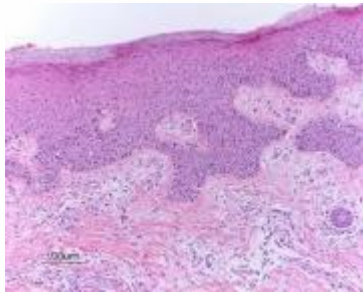


Parasit

Gambar 1. Beberapa macam biohazard

Selain contoh-contoh di atas, terdapat juga contoh lain yang termasuk dalam biohazard, seperti **jaringan (*tissue*)**, **tulang**, **DNA rekombinan**, **darah**, **sel manusia atau hewan yang dikultur** dan **hewan coba**. Jaringan (*tissue*) seringkali didapatkan jika kita melakukan pekerjaan dengan spesimen dari manusia maupun hewan. Jenis jaringan bermacam-macam tergantung dari pekerjaan kita, seperti kulit, otot, dan lain-lain. Kita juga bisa melakukan pekerjaan dengan tulang yang didapatkan dari manusia maupun hewan. Kedua jenis biohazard ini memiliki bahaya berupa penyakit yang ada didalamnya. Risiko yang kita dapatkan adalah tertular penyakit tersebut. Hal yang sama juga ada pada biohazard berupa darah, sel organisme yang dikulturnya maupun hewan coba. Biohazard berupa DNA rekombinan seringkali didapatkan jika kita melakukan rekayasa genetika, menggunakan DNA. Hasil dari kegiatan ini adalah DNA yang telah mengalami modifikasi, sehingga dapat mengandung gen-gen yang dapat berdampak pada kesehatan manusia, hewan maupun tumbuhan. Rekayasa pada DNA dapat juga berpengaruh pada fungsional tubuh manusia, hewan maupun tumbuhan. Risiko

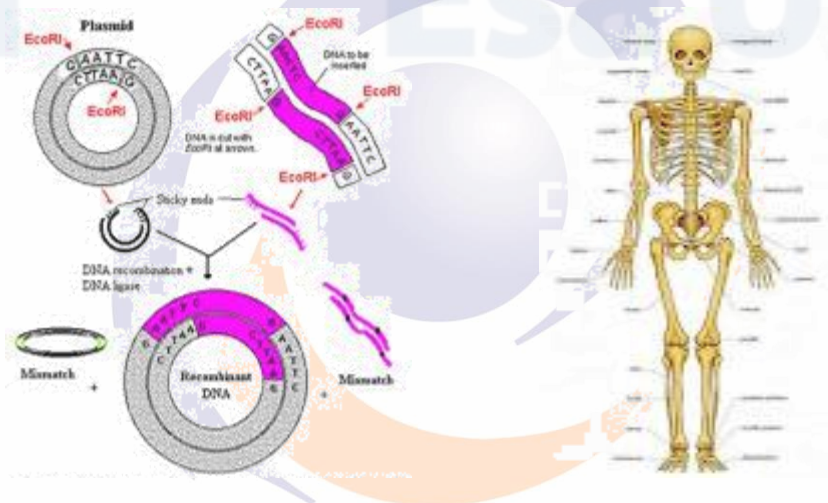
yang terjadi jika DNA rekombinan ini dapat masuk ke dalam sel adalah menghasilkan dampak penyakit atau ketidaknormalan fungsi tubuh.



Jaringan



Darah



DNA rekombinan

Tulang

Gambar 2, Beberapa bahan yang juga menjadi biohazard.

Selain bahan-bahan biohazard di atas, terdapat juga racun sebagai bahan biohazard. Telah awam diketahui bahwa racun sangat berbahaya bagi kelangsungan hidup organisme, apalagi bagi kita. Racun dapat mengakibatkan kematian bagi manusia. Racun ini bisa berasal hewan, tumbuhan bahkan juga mikroorganisme. Contoh hewan-hewan yang bisa mengeluarkan racun yang berbahaya bagi manusia adalah ular, tarantula, dan masih banyak contoh lainnya.

Sedangkan dari tanaman dikenal tanaman yang bernama Poison Oak (*Toxicodendron pubescens*) yang dapat menimbulkan reaksi gatal, kemerahan dan meepuh pada kulit. Banyak lagi contoh tanaman-tanaman yang dapat menghasilkan racun, ada yang bersifat mematikan ada pula yang menghasilkan gejala ringan.

Dapatkah anda menyebutkan 3 spesies tanaman lain yang dapat menghasilkan racun dan berdampak pada manusia?



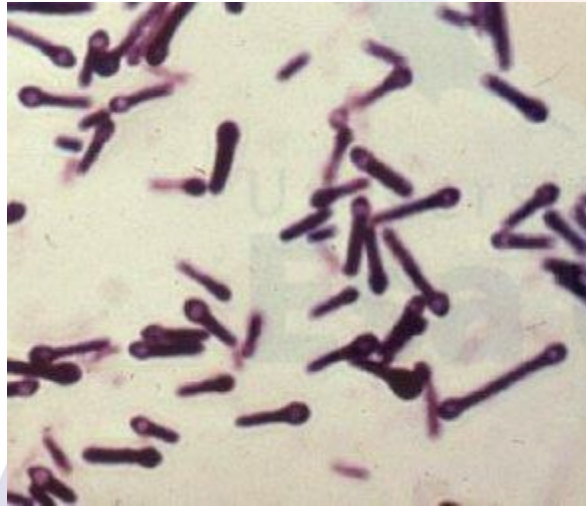
Gambar 3. Daun poison oak (*Toxicodendron pubescens*) yang beracun bagi manusia.



Gambar 4. Kulit yang memerah dan melepuh karena terkena daun poison oak

Sedangkan mikroba banyak sekali yang dapat menghasilkan racun dan dapat menimbulkan penyakit pada manusia bahkan kematian. Contoh mikroba yang

dapat menghasilkan racun adalah *Clostridium tetani*. Bakteri ini menghasilkan racun yang dinamakan tetanospasmin mengakibatkan kejang pada individu serta dapat menyebabkan kematian. Bakteri ini banyak sekali terdapat di tanah dan mudah menginfeksi individu, terutama yang mengalami luka.



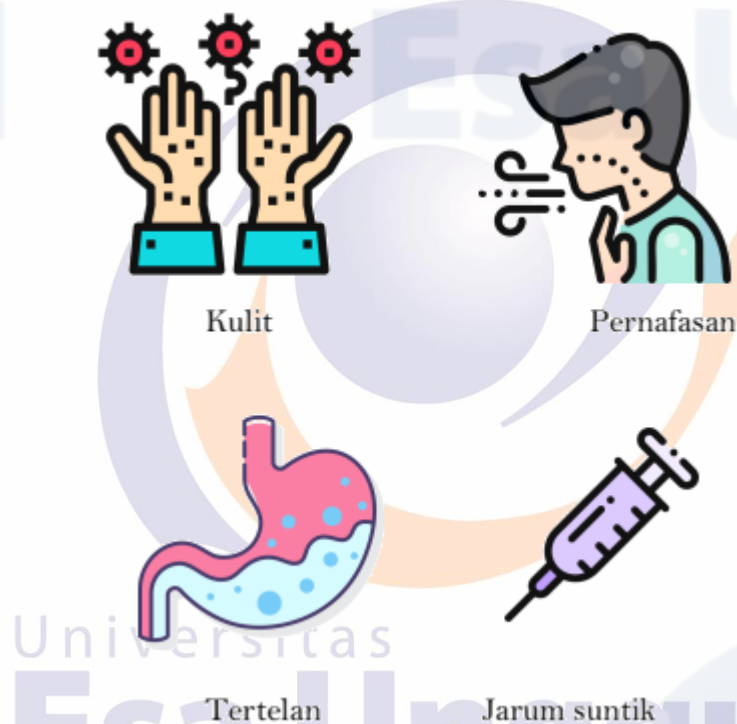
Gambar 5. Hasil pewarnaan gram *Clostridium tetani*.

Jika diamati ternyata banyak sekali biohazard di sekitar kita. Mengapa kita harus waspada terhadap biohazard ini? Pertanyaan ini mudah sekali dijawab dengan melihat paparan di atas. Biohazard ini dapat menimbulkan penyakit bahkan kematian pada manusia, sehingga sebisa mungkin kita meminimalisasi risiko biohazard ini.

Selain di lingkungan, biohazard juga dapat kita temui di laboratorium. Pada laboratorium, biohazard dapat membahayakan pekerjaannya sehingga harus dikontrol risikonya. Terdapat beberapa kasus infeksi dari mikroba yang terdapat di laboratorium kepada pekerja di dalamnya. Sebagai contoh, di Singapura pada tahun 2003 terjadi peristiwa infeksi virus SARS pada salah satu mahasiswa yang sedang melakukan riset di laboratorium. Hal ini terjadi karena penanganan biohazard berupa virus SARS tidak dilakukan dengan baik. Ada juga contoh kasus terinfeksi salah satu peneliti Rusia ketika melakukan riset dengan menggunakan virus Ebola di laboratorium. Peneliti ini mengalami infeksi karena terjadi kecelakaan kerja dimana dia secara tidak sengaja menyuntikkan virus Ebola ke dalam tubuhnya sendiri. Dalam waktu yang sangat singkat (\pm 2 minggu), peneliti

ini akhirnya meninggal. Contoh-contoh ini semakin menegaskan betapa biohazard harus ditangani secara baik sehingga tidak membahayakan bagi manusia.

Lalu, bagaimanakan biohazard ini dapat masuk ke dalam tubuh manusia dan akhirnya menyebabkan penyakit? Biohazard ini dapat masuk ke dalam tubuh manusia melalui beberapa jalur masuk, antara lain (a). tertelan (ingesti), (b). pernafasan, (c). jarum suntik (inokulasi) dan (d). melalui kulit terserap ke dalam tubuh. Jika biohazard ini berupa mikroba, maka setelah berada di dalam tubuh manusia, mereka akan berkembang biak dan akhirnya dapat ditularkan ke individu lainnya.



Gambar 6. Jalur masuk biohazard ke dalam tubuh.

Beberapa benda dalam kehidupan sehari-hari ternyata ada beberapa alat atau aktivitas yang bisa membantu masuknya biohazard ke dalam tubuh kita. Bagaimana caranya? Hal ini bisa terjadi apabila ada biohazard yang menempel pada bahan-bahan ini kemudian tangan kita menyentuhnya. Maka apa yang terjadi? Sudah bisa ditebak bukan. Biohazard berpindah ke tangan kita. Setelah itu, biohazard masuk ke tubuh kita melalui jalur masuk yang sudah dijelaskan. Sekarang dapatkah anda menebak alat-alat atau bahan-bahan apa saja yang bisa membantu masuknya

biohazard ke tubuh kita? Anda benar kalau menebak telepon, handle pintu, toilet duduk dan lain-lain yang sering kita temui sehari-hari. Disinilah pentingnya mencuci membersihkan tangan sebelum menyentuh muka atau makan.

Transmission routes you might not think off

Think about your hands before you touch any of the following:



Gambar 7. Alat-alat dan aktivitas yang membantu masuknya biohazard ke tubuh kita.

Sekarang kita akan secara spesifik melihat apa-apa saja yang menjadi biohazard di lingkungan kerja yang berhubungan dengan bioteknologi. Jika membicarakan bioteknologi, maka tidak akan pernah lepas dari istilah laboratorium. Banyak sekali kegiatan yang berhubungan dengan bioteknologi yang dilakukan di laboratorium, seperti rekayasa genetika, menumbuhkan bakteri, melakukan perbanyakan gen dan lain-lain. Maka tidak salah kalau kita akan melihat beberapa biohazard yang bisa ditemui di laboratorium.

Beberapa biohazard di laboratorium antara lain Genetically Modified Organism (GMO), material genetik, hewan coba, mikroorganisme maupun kultur sel hewan. Dapatkah anda menyebutkan 5 lagi contoh biohazard di laboratorium yang sering kita temui di laboratorium?



Genetically Modified Organism (GMO)



Material genetik (DNA)



Hewan coba



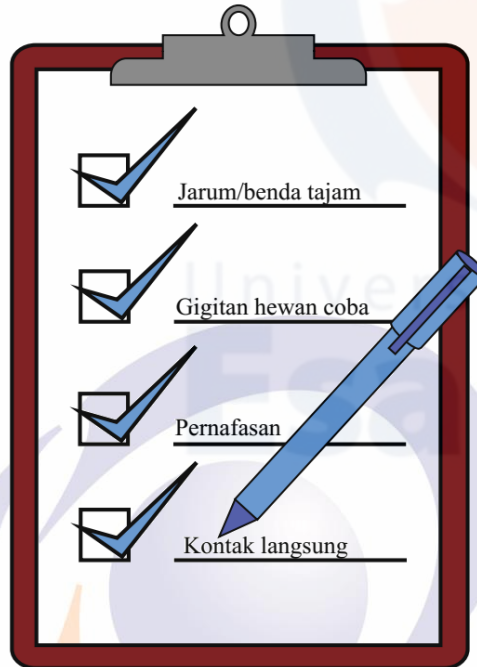
Mikroorganisme

Gambar 8. Beberapa biohazard yang bisa kita temui di laboratorium

Lalu bagaimanakah bahaya-bahaya biologi ini bisa masuk ke tubuh kita? Seperti yang dijelaskan sebelumnya bahwa jalur masuk biohazard ada bermacam-macam. Jadi di laboratorium macam-macam biohazard ini bisa masuk ke tubuh kita **melalui jarum suntik/benda tajam lain (inokulasi percutaneous), gigitan hewan coba (abrasi), pernafasan, kontak langsung dengan material infeksius dan tertelan.**

Tentu saja kita ingin menghindari risiko dari bahan-bahan berbahaya ini saat bekerja di laboratorium bukan? Perlu diketahui bahwa saat bekerja di laboratorium, pasti ada Prosedur Operasional Standar tentang bekerja yang aman dan nyaman di laboratorium. Aturan ini berlaku secara umum dan harus diketahui oleh setiap orang yang bekerja di laboratorium. Aturan ini juga memuat bahaya-bahaya biologi apa saja yang mungkin akan dihadapi ketika bekerja di dalam laboratorium. Selain itu dijelaskan pula bagaimana meminimalisasi risiko yang dihadapi serta mitigasi

kecelakaan seperti apa yang bisa kita lakukan. Idealnya, semua individu yang akan bekerja di laboratorium mendapatkan pengarahan dan pelatihan tentang bagaimana bekerja secara aman dan nyaman di laboratorium.



Gambar 9. Beberapa cara biohazard bisa masuk ke dalam tubuh kita.

Beberapa cara bisa kita gunakan untuk meminimalisir risiko dari biohazard yang kita temui di laboratorium, seperti menggunakan biocontainment (contoh : Alat Pelindung Diri), melakukan kajian risiko (*risk assessment*), melaksanakan prinsip *biosafety* dan *biosecurity*, bekerja dengan mempraktekkan *Good Laboratory Practice* (GLP), pekerja harus menguasai teknik laboratorium yang digunakan, penanganan limbah yang tepat serta selalu melakukan desinfeksi dan sterilisasi. Beberapa langkah ini perlu dijabarkan dalam pertemuan tersendiri, namun beberapa diantaranya kita akan pelajari dalam beberapa pertemuan mata kuliah ini.

Sekarang kita akan fokus pada mikroorganisme yang berperan sebagai biohazard di laboratorium. Tahukan anda jenis-jenis mikroba apa saja yang berperan sebagai biohazard? Semua mikroorganisme dapat berperan sebagai biohazard, yaitu virus, bakteri, jamur/fungi dan protista. Virus sangat dikenal sebagai agen yang dapat menyebabkan penyakit. Jika kita berbicara virus, maka yang ada di pemikiran kita adalah penyebab penyakit. Sangat jarang kita

membicarakan sisi manfaat virus. Demikian juga bakteri. Mikroorganisme yang satu ini sebenarnya justru sangat membantu kehidupan manusia, seperti berperan dalam siklus nitrogen maupun dalam proses penguraian bahan organik. Namun, sisi kerugianlah yang banyak disorot.



Gambar 10. Penggunaan alat pelindung diri, teknik laboratorium yang baik serta penanganan limbah yang baik dapat meminimalisasi risiko dari biohazard di laboratorium.

Pada lingkungan laboratorium bioteknologi, virus dan bakteri sering digunakan terutama dalam metode rekayasa genetika. Semisal dalam riset tentang vaksin untuk infeksi tertentu, maka dalam risetnya akan digunakan bagian dari virus tersebut untuk menghasilkan vaksin baru. Akan ada proses perbanyakan virus, ada praktek perbanyakan bagian infeksius virus, dimana hal ini akan berperan sebagai biohazard. Demikian juga dengan bakteri, dalam riset di laboratorium bakteri akan banyak digunakan. Mikroba ini cukup sering digunakan karena berbagai keunggulannya seperti mudah ditumbuhkan, tidak memerlukan media yang khusus dan jenis spesiesnya sangat banyak. Di sisi lain bakteri ini sangat berbahaya bagi kesehatan pekerja.

Badan Kesehatan Dunia (WHO) telah mengelompokkan mikroba berdasarkan risikonya, demikian juga dengan institusi lain seperti Kementerian Kesehatan Amerika Serikat (National Health Institute, NIH). Kedua institusi ini mengklasifikasikan mikroba menjadi **4 kelompok risiko**. Namun, kedua institusi ini memiliki sedikit perbedaan untuk kriteria yang diberikan pada setiap kelompok risiko. Berikut adalah kelompok risiko mikroorganisme :

Risk Group	NIH	WHO
1	Agen yang tidak menyebabkan penyakit pada manusia dewasa	Tidak ada atau rendahnya risiko agen terhadap individu dan komunitas. Mikroorganisme tidak menyebabkan penyakit pada manusia dan hewan
2	Agen menyebabkan penyakit pada manusia dan jarang berakibat fatal. Tersedia tindakan preventif dan terapeutik untuk penyakit ini.	Risiko terhadap individu sedang; terhadap komunitas rendah. Suatu patogen yang dapat menyebabkan penyakit pada manusia dan hewan tetapi bukan bahaya yang serius bagi pekerja lab, komunitas dan stock pangan atau lingkungan. Paparan di laboratorium dapat menyebabkan infeksi yang serius tetapi tindakan preventif dan terapeutiknya tersedia dan risiko penyebaran infeksi terbatas.
3	Agen yang menyebabkan penyakit yang serius dan mematikan pada manusia Tindakan preventif dan terapeutik biasanya tidak ada Risiko terhadap individu tinggi dan komunitas rendah	Risiko terhadap individu tinggi dan komunitas rendah Patogen biasanya menyebabkan penyakit yang serius terhadap manusia dan hewan. Penyakit ini biasanya tidak menular dari satu individu ke individu yang lain. Tindakan preventif dan terapeutik tersedia.
4	Agen menyebabkan penyakit yang serius pada manusia. Tindakan preventif dan terapeutik biasanya tidak tersedia. Risiko terhadap individu tinggi dan risiko terhadap komunitas tinggi	Risiko terhadap individu tinggi ; terhadap komunitas tinggi. Patogen yang biasanya menyebabkan penyakit yang serius pada hewan dan manusia. Dapat tertular dari satu individu ke individu yang lain.

Beberapa contoh spesies yang masuk dalam kelompok risiko antara lain sebagai berikut :

Tabel 2. Contoh-contoh spesies yang masuk dalam kelompok risiko tertentu.

Risk Group 1	Risk Group 2	Risk Group 3	Risk Group 4
<ul style="list-style-type: none"> × <i>E. coli</i> K12 × <i>Lactobacillus spp.</i> × Asporogenic <i>Bacillus subtilis</i> × Adenovirus-associated virus (AAV) types 1-4 	<ul style="list-style-type: none"> × <i>E. coli</i> × <i>Neisseria meningitidis</i> × <i>Treponema pallidum</i> × <i>Cryptococcus neoformans</i> 	<ul style="list-style-type: none"> × <i>Brucella spp.</i> × <i>Coxsiella burnetti</i> × <i>Mycobacterium tuberculosis</i> × <i>Coccidioides immitis</i> 	<ul style="list-style-type: none"> × Lassa virus × Machupo virus × Ebola virus × Marburg virus

Seperti yang anda lihat ternyata terdapat spesies-spesies organisme yang dikelompokkan pada kelompok risiko tertentu. Namun, pada beberapa daerah atau negara yang berbeda, daftar spesies yang masuk ke kelompok risiko bisa berbeda-beda. Semisal di negara tertentu *Mycobacterium tuberculosis* masuk ke kelompok risiko 3, tetapi pada negara yang lain spesies ini masuk ke kelompok risiko yang lain. Mengapa hal ini bisa terjadi? Jadi selain kriteria-kriteria yang telah ditetapkan oleh NIH dan WHO, terdapat juga beberapa pertimbangan untuk mengklasifikasikan organisme tertentu dalam kelompok risiko. Pertimbangan-pertimbangan tersebut antara lain : (1) **patogenesitas suatu organisme atau kemampuan organisme menyebabkan penyakit**, (2) **cara penyebaran organisme dan macam-macam inangnya**, (3) **stabilitas organisme di lingkungan**, (4) **dosis infeksius organisme**, (5) **ketersediaan penanganan preventif** dan (6) **ketersediaan pengobatan yang efektif**.

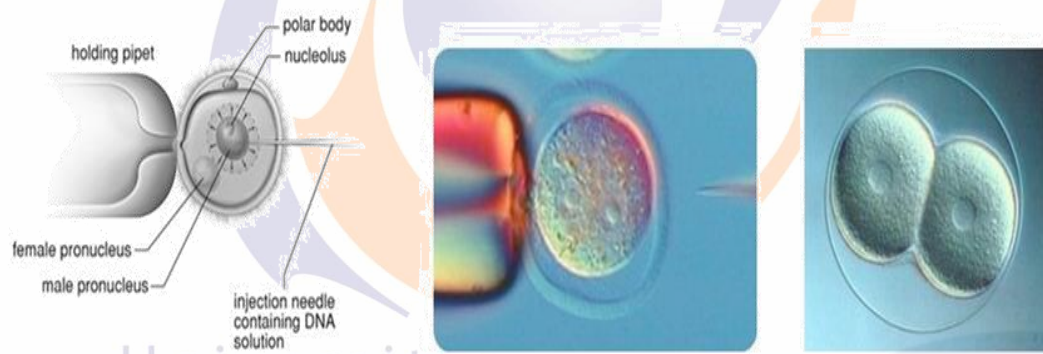


Gambar 11. Hal-hal yang menjadi pertimbangan dalam klasifikasi kelompok risiko mikroorganisme

Patogenesitas atau kemampuan suatu mikroba menyebabkan penyakit sangat berperan dalam pengelompokan mikroorganisme dalam suatu kelompok risiko. Jika di suatu negara suatu mikroba menyebabkan penyakit dengan gejala sangat berat

sedangkan di negara menyebabkan penyakit yang ringan, maka pengelompokannya bisa berbeda. Kemudian mengenai cara penyebaran organisme, apakah melalui udara/droplet, kontak langsung, dan lain-lain. Jika suatu negara memiliki kondisi cara penyebaran penyakit yang efektif, berbeda dengan negara lain, maka mikroorganisme itu akan dimasukkan ke kelompok risiko yang lebih tinggi dibandingkan dengan negara lain. Demikian seterusnya, hingga pertimbangan adanya pengobatan yang tersedia dalam negara itu. Sudah banyak diketahui bahwa negara-negara berkembang dan miskin tidak dapat mengakses jenis pengobatan untuk penyakit tertentu yang disebabkan oleh mikroba, sehingga kelompok risiko mikroba tersebut akan lebih tinggi pada negara-negara ini.

Selain mikroorganisme, terdapat biohazard lain yang ada di laboratorium, yaitu *Genetic Modified Organisme* (GMO). Biohazard ini berupa organisme yang dimodifikasi menggunakan teknik rekayasa genetika seperti kloning, mikroinjeksi, makroinjeksi, fusi sel atau hibridisasi sel hidup yang secara alamiah tidak terjadi.



Gambar 12. Proses mikroinjeksi.

Untuk biohazard jenis ini dilakukan pula pengelompokan risiko. Tentu saja dengan pertimbangan tertentu. Hal-hal tersebut antara lain karakter dari inang seperti patogenesisnya, virulensinya, dosis infeksiya, resistensinya terhadap antibiotik, spektrum spesies yang bisa diinfeksiya, ketersediaan vaksin serta antimikroba lain. Kemudian juga karakter dari vektor yang digunakan seperti *enhancer*, promotor dan adanya Poly A. Kemudian sekuen donor yang digunakan perlu juga diperhatikan seperti produk gen seperti protein yang toksik dan lain-lain. Kondisi lingkungan juga dipertimbangkan dalam pengelompokan GMO dalam kelompok risiko tertentu.

Contoh pertimbangan dalam mengelompokkan GMO pada kelompok risiko adalah pada bakteri penghasil racun tetanus. Pada GMO ini inang yang digunakan adalah *Escherichia coli* atau *Clostridium*, vektor yang digunakan adalah plasmid rekombinan dari mamalia, gen donor adalah gen racun tetanus, lingkungan yang berperan seperti suhu atau kelembapan dan GMO ini dikultur dalam jumlah yang sangat besar.

Demikian saja perkuliahan kita mengenai bahaya-bahaya biologi (biohazard) yang dapat kita temui dalam kehidupan sehari-hari atau di laboratorium. Semoga ini meningkatkan pengetahuan anda dalam memahami bahaya biologi.

C. Latihan

- a. Apakah bahaya biologi atau biohazard itu?
- b. Mengapa laboratorium menjadi tempat yang berbahaya bagi pekerjanya?
- c. Berapa kelompok risiko yang untuk mikroba?

D. Kunci Jawaban

- a. Suatu agen yang berpotensi untuk menyebabkan penyakit pada manusia, hewan atau tumbuhan.
- b. Karena di laboratorium terdapat banyak bahaya biologi atau biohazard yang berdampak pada pekerjanya.
- c. Ada 4 kelompok risiko untuk mikroorganisme berdasarkan kriteria dari WHO atau NIH.

A. Daftar Pustaka

1. Gunawan, 2013. Safety Leadership. Dian Rakyat
2. PRVKP FKU-RSCM. 2016. Biosafety & Biosecurity di dalam Laboratorium Biomedik dan dalam Praktek Teknik Biomedik.