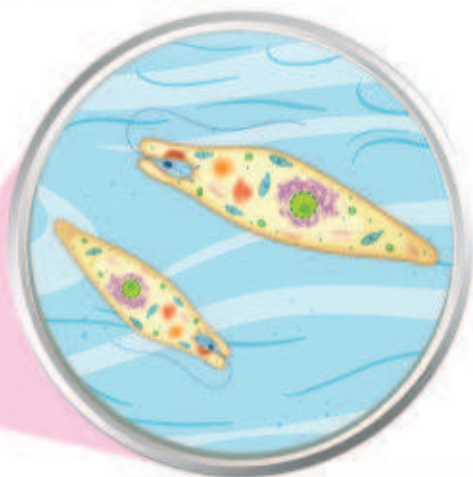


Editor: Arif Nurkanto, PhD.



MIKROBIOLOGI

DALAM RISET



Penulis:

Dr. Rina Hidayati Pratiwi, M.Si.

Riri Novita Sunarti, M.Si.

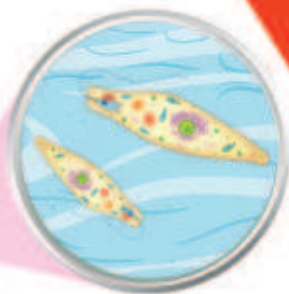
Dr. Shafa Noer, M.Si.

Dr. Niken Dharmayanti, A.Pi., M.Si.

Nur Hidayah, S.Si., M.Biotech.

Dr. Resmi Rumenta Siregar, S. ST, Pi, M.Si.

Intan Chairun Nisa, S.Si. M.Biotech.



MIKROBIOLOGI DALAM RISET

Mikrobiologi adalah sebuah cabang dari ilmu biologi yang mempelajari mikroorganisme. Objek kajiannya adalah semua makhluk (hidup) yang hanya bisa detil dilihat dengan bantuan mikroskop, seperti bakteri, khamir, kapang, protozoa, sianobakteria, dan virus. Mikrobiologi menjadi penting untuk dipelajari karena mikroorganisme ada di berbagai tempat dengan kondisi ekstrim sekalipun, dimana masing-masing mikroorganisme tersebut ada yang dapat menyebabkan penyakit dan ada pula yang berguna untuk pangan. Dengan mempelajari mikrobiologi, kita dapat membuat makanan yang stabil dan efisien untuk proses pengolahan dan pengawetan pangan, seperti dalam hal probiotik ataupun fermentasi. Mikroorganisme dapat menyebabkan penyakit, namun ada juga mikroorganisme yang berperan untuk deteksi serta identifikasi agensia penyakit dan hingga saat ini berkembang menjadi upaya pemberantasan dan pencegahan penyakit melalui penemuan bahan kimia antimikrobia maupun antibiotik. Sampai saat ini pun, kajian potensi aplikasi mikroorganisme mencakup berbagai bidang yakni bidang kesehatan, pertanian, lingkungan, industri, pangan, material baru, dan bioteknologi. Alhasil, studi dan riset ilmiah keanekaragaman mikroorganisme pun menjadi bagian tidak terpisahkan dari studi keanekaragaman makhluk hidup yang telah mengalami perkembangan dari jaman ke jaman.

Buku ini memiliki keunggulan karena didesain selain memberikan teori namun juga memberikan bentuk praktek yang bisa dilakukan untuk mengkaji dan menganalisis segala aspek yang berkaitan dengan dunia mikroorganisme secara mendalam secara *in vitro*.



0858 5343 1992
eurekamediaaksara@gmail.com
Jl. Banjaran RT.20 RW.10
Bojongsari - Purbalingga 53362



EC00202342606



MIKROBIOLOGI DALAM RISET

Dr. Rina Hidayati Pratiwi, M.Si.

Riri Novita Sunarti, M.Si.

Dr. Shafa Noer, M.Si.

Dr. Niken Dharmayanti, A.Pi., M.Si.

Nur Hidayah, S.Si., M.Biotech.

Dr. Resmi Rumenta Siregar, S. ST. Pi, M.Si.

Intan Chairun Nisa, S.Si. M.Biotech.



eureka
media aksara

PENERBIT CV. EUREKA MEDIA AKSARA

MIKROBIOLOGI DALAM RISET

Penulis : Dr. Rina Hidayati Pratiwi, M.Si.
Riri Novita Sunarti, M.Si.
Dr. Shafa Noer, M.Si.
Dr. Niken Dharmayanti, A.Pi., M.Si.
Nur Hidayah, S.Si., M.Biotech.
Dr. Resmi Rumenta Siregar, S. ST. Pi, M.Si.
Intan Chairun Nisa, S.Si. M.Biotech.

Editor : Arif Nurkanto, PhD.

Desain Sampul : Eri Setiawan

Tata Letak : Via Maria Ulfah

ISBN : 978-623-151-079-2

No. HKI : EC00202342606

Diterbitkan oleh : **EUREKA MEDIA AKSARA, MEI 2023**
ANGGOTA IKAPI JAWA TENGAH
NO. 225/JTE/2021

Redaksi :
Jalan Banjaran, Desa Banjaran RT 20 RW 10 Kecamatan Bojongsari
Kabupaten Purbalingga Telp. 0858-5343-1992
Surel : eurekamediaaksara@gmail.com
Cetakan Pertama : 2023

All right reserved

Hak Cipta dilindungi undang-undang
Dilarang memperbanyak atau memindahkan sebagian atau seluruh
isi buku ini dalam bentuk apapun dan dengan cara apapun,
termasuk memfotokopi, merekam, atau dengan teknik perekaman
lainnya tanpa seizin tertulis dari penerbit.

KATA SAMBUTAN

Assalamualaikum Wr. Wb.

Alhamdulillah, saya menyambut sangat baik dengan kehadiran buku berjudul "**Mikrobiologi dalam Riset**" ditulis bersama oleh dosen dengan berlatar belakang Mikrobiologi, yaitu Dr. Rina Hidayati Pratiwi, M.Si., Riri Novita Sunarti, M.Si., Dr. Shafa Noer, M.Si., Dr. Niken Dharmayanti, A.Pi., M.Si., Nur Hidayah, S.Si., M.Biotech., Dr. Resmi Rumenta Siregar, S. ST. Pi, M. Si., dan Intan Chairun Nisa, S.Si., M.Biotech. Buku "**Mikrobiologi dalam Riset**" ini pun dieditorkan oleh Arif Nurkanto, PhD, yang merupakan pakar di bidang Mikrobiologi.

Mikrobiologi merupakan ilmu yang mempelajari seputar Mikroorganisme, dimana makhluk hidup jasad renik tersebut tersebar luas di alam dan memainkan peran sangat penting di lingkungan atau ekosistem. Usaha memahami peran mikrobia dalam kehidupan manusia dan organisme lainnya serta di ekosistem, kita perlu mengenal biodiversitas mikrobia dengan ciri dan karakteristiknya serta memahami pertumbuhan, metabolisme, dan genetika sehingga mikrobia dapat dikembangkan untuk berbagai tujuan untuk bermanfaat bagi kehidupan manusia dan pelestarian lingkungan.

Materi dasar Mikrobiologi di Perguruan Tinggi itu sendiri, diantaranya ada sejarah dan cakupan mikrobiologi; struktur dan fungsi: sel prokariotik dan eukariotik; karakteristik bakteri, jamur, protozoa, mikroalga, dan virus; kultur dan pertumbuhan mikroba; transpor nutrisi melewati membran sel; metabolisme dalam konservasi energi dan biosintesis; genetika mikroba dan rekayasa genetika; evolusi dan sistematika mikroba; serta aplikasi mikrobia dalam bidang lingkungan, pangan, dan kedokteran. Dalam buku Mikrobiologi dalam Riset, penulis-penulis berusaha menyajikan semua materi tersebut secara dinamis namun tetap sistematis dan terstruktur.

Secara kontain, buku ini cukup berbobot, berisi materi dasar Mikrobiologi yang disajikan dengan soal latihan sehingga dapat membantu mahasiswa untuk memahami Mikrobiologi secara

mendasar. Menariknya dari buku Mikrobiologi dalam Riset, penulis-penulis mencoba menyisipkan metode penelitian bersumber dari artikel-artikel penelitian jurnal ilmiah sehingga hal ini merupakan keunikan dan dapat memberikan warna berbeda dari buku yang selama ini ada di pasaran.

Akhirnya, semoga buku ini dapat membawa manfaat bagi para pembaca dan pengguna sesuai dengan harapan kita bersama. Harapannya lainnya adalah penulisan buku-buku dalam bahasa Indonesia, terutama buku tentang Mikrobiologi di masa yang akan datang lebih banyak lagi.

Saya selaku Guru Besar di bidang Mikrobiologi mengucapkan selamat atas lahirnya buku ini. Semoga buku Mikrobiologi dalam Riset dapat bermanfaat sebagai bahan bacaan dan rujukan bagi para mahasiswa dan akademisi khususnya peminatan bidang Mikrobiologi.

Sekali lagi selamat dan semoga dapat terus berkarya demi kejayaan bangsa dan negara.

Wassalamualaikum Wr. Wb.

Depok, 10 April 2023

Prof. Dr. Wibowo Manguwardoyo, M.Sc.
Guru Besar Mikrobiologi, Departemen Biologi,
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam,
Universitas Indonesia.

KATA PENGANTAR

Puji syukur kami haturkan ke hadirat Tuhan Yang Maha Kuasa, karena atas bantuan-Nyalah, maka seluruh proses penyusunan buku yang berjudul **MIKROBIOLOGI DALAM RISET**, ini dapat terselesaikan dengan baik. Buku ini disusun sebagai upaya memenuhi kebutuhan berbagai kalangan, terutama untuk mahasiswa-mahasiswa yang menempuh mata kuliah: Mikrobiologi, Mikrobiologi Pangan, Mikrobiologi Kedokteran, Mikrobiologi dan Parasitologi, pada berbagai program studi di perguruan tinggi dan yang sedang mengerjakan penelitian Mikrobiologi untuk tugas akhir. Buku ini memuat materi-materi yang disusun untuk memenuhi kebutuhan mahasiswa sesuai dengan silabus mata kuliah Mikrobiologi. Namun demikian, jika materi-materi-materi yang tersaji dalam buku ini, masih belum memenuhi kebutuhan mahasiswa sesuai isi silabus pada mata kuliah-mata kuliahnya, maka disarankan untuk mencari materi-materi tersebut pada buku-buku atau sumber-sumber lain.

Materi-materi yang dibahas di dalam buku ini adalah: Pendahuluan/Sejarah Perkembangan Mikrobiologi; Karakterisasi Suatu Mikroorganisme; Bakteri; Fungi; Virus; Protozoa; Sianobakteria; Nutrisi, Medium, dan Cara Pembuatannya; Genetika Mikroorganisme; Metabolisme Mikroorganisme; Ekologi Mikroorganisme; Pertumbuhan Mikroorganisme; Pengelolaan dan Pengendalian Pertumbuhan Mikroorganisme; dan Aplikasi Mikrobiologi dalam Kehidupan Manusia.

Dalam proses penyusunan buku ini, penulis mengambil sumber dari beberapa artikel jurnal yang *update* akan metodenya. Namun demikian, isi buku ini masih belum sempurna. Oleh karena itu, penulis sangat mengharapkan kritik dan saran yang konstruktif dari para pembaca, untuk perbaikan isi buku ini dalam terbitan berikutnya. Pada kesempatan ini penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada berbagai pihak yang telah membantu penyusunan buku ini. Penyusun berharap, isi buku yang sederhana

ini dapat memenuhi kebutuhan berbagai pihak, terutama para mahasiswa dan dosen/peneliti yang memerlukannya.

Semoga...

Jakarta, Maret 2023

Tim Penyusun

DAFTAR ISI

KATA SAMBUTAN	iii
KATA PENGANTAR	v
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR	xii
BAB 1 PENDAHULUAN.....	1
A. Prinsip Dasar Mikrobiologi.....	3
B. Sejarah Penelitian Mikrobiologi.....	5
C. Sistematika dan Keragaman Mikroorganisme	10
D. Latihan Soal	23
E. Daftar Pustaka.....	23
BAB 2 KARAKTERISASI SUATU MIKROORGANISME.....	25
A. Karakteristik Morfologi.....	25
B. Karakteristik Biokimia.....	29
C. Karakteristik Molekuler	42
D. Latihan Soal	51
E. Daftar Pustaka.....	53
BAB 3 BAKTERI.....	54
A. Morfologi dan Karakteristik.....	54
B. <i>Escherichia coli</i>	57
C. <i>Bacillus subtilis</i>	60
D. <i>Staphylococcus aureus</i>	66
E. Contoh Metode Riset untuk Bakteri.....	68
F. Latihan Soal	72
G. Daftar Pustaka.....	72
BAB 4 FUNGI.....	74
A. Morfologi dan Karakteristik.....	74
B. <i>Saccharomyces Cerevisiae</i>	75
C. Genus <i>Aspergillus</i> dan <i>Fusarium</i>	78
D. <i>Candida albicans</i>	81
E. Contoh Metode Riset untuk Fungi	85
F. Latihan Soal	95
G. Daftar Pustaka.....	95

BAB 5 VIRUS.....	97
A. Morfologi Virus	98
B. Karakteristik Virus	101
C. Siklus Hidup Litik	104
D. Siklus Hidup Lisogenik	117
E. Latihan Soal.....	120
F. Daftar Pustaka	123
BAB 6 PROTOZOA	124
A. Morfologi.....	126
B. Karakteristik.....	127
C. Klasifikasi Protozoa.....	128
D. Latihan Soal.....	140
E. Daftar Pustaka	141
BAB 7 SIANOBAKTERIA	142
A. Karakteristik.....	142
B. Klasifikasi	147
C. Peran Menguntungkan Sianobakter Bagi Kehidupan.....	148
D. Contoh Metode Riset untuk Sianobakteria	151
E. Latihan Soal.....	153
F. Daftar Pustaka	154
BAB 8 NUTRISI, MEDIUM, DAN CARA PEMBUATANNYA.....	155
A. Pendahuluan.....	155
B. Medium Umum	156
C. Medium Selektif/Diferensial.....	161
D. Medium Alternatif.....	170
E. Latihan Soal.....	177
F. Daftar Pustaka	177
BAB 9 GENETIKA MIKROORGANISME	179
A. Struktur DNA dan Informasi Genetik.....	180
B. Replikasi DNA.....	185
C. Struktur dan Sintesa Protein.....	189
D. Ekspresi Gen	192
E. Latihan Soal:.....	195
F. Daftar Pustaka	195

BAB 10 METABOLISME MIKROBA	196
A. Metabolisme	196
B. Anabolisme dan Katabolisme	197
C. Jalur dalam Metabolisme	199
D. Energetik dan Enzim	207
E. Konsep Oksidasi-Reduksi	209
F. Latihan Soal	211
G. Daftar Pustaka	211
BAB 11 EKOLOGI MIKROORGANISME	213
A. Teknik pada Ekologi Mikroorganisme.....	213
B. Habitat Mikroorganisme	215
C. Interaksi Mikroorganisme dengan Lingkungannya	219
D. Contoh Metode Riset dalam Bidang Ekologi Mikroorganisme	235
E. Latihan Soal	237
F. Daftar Pustaka	238
BAB 12 PERTUMBUHAN MIKROORGANISME	240
A. Pendahuluan	240
B. Pembahasan Materi	240
C. Latihan Soal	255
D. Daftar Pustaka	257
BAB 13 PENGELOLAAN DAN PENGENDALIAN PERTUMBUHAN MIKROORGANISME	258
A. Pendahuluan	258
B. Pengendalian Mikroorganisme Secara Fisika.....	258
C. Pengendalian Mikroorganisme Secara Kimia	261
D. Antibiotik.....	264
E. Contoh Metode/Protokol yang Digunakan dalam Pengendalian Mikroorganisme.....	265
F. Latihan Soal	267
G. Daftar Pustaka	267
BAB 14 APLIKASI MIKROBA DALAM KEHIDUPAN.....	268
A. Kesehatan dan Pangan	269
B. Pertanian Dan Lingkungan.....	275
C. Industri dan Material Baru.....	302

D. Latihan Soal.....	308
E. Daftar Pustaka	315
GLOSARIUM.....	318
TENTANG PENULIS.....	321

DAFTAR TABEL

Tabel 1. Karakteristik Bakteri <i>B. subtilis</i>	63
Tabel 2. Perbedaan Karakter Sel Alga, Sianobakter dan Bakteri.....	145
Tabel 3. Komposisi Media Pertumbuhan Sianobakter (Sumber: Castenholz, 2015).....	152
Tabel 4. MPN	256
Tabel 5. Pengendalian Mikroorganisme Secara Fisika.....	259
Tabel 6. Pengendalian Mikroorganisme Secara Kimia	262
Tabel 7. Penggolongan Antibiotik	265
Tabel 8. Metode Umum untuk Pengendalian Mikroba	266

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.	Bentuk Dasar Sel Bakteri (Tortora, 2010)	28
Gambar 2.	Bentuk, Ukuran Sel Dan Uji Gram	31
Gambar 3.	a. Uji Fermentasi Glukosa; b. Uji Fermentasi Sukrosa	32
Gambar 4.	Uji Indol	34
Gambar 5.	Uji MR	35
Gambar 6.	Uji VP	36
Gambar 7.	Uji Urease	39
Gambar 8.	Prinsip Dasar Reaksi PCR	44
Gambar 9.	Hasil PCR dari Bakteri <i>Salmonella</i> (Takahisa Miyamoto, 1999)	45
Gambar 10.	Struktur Sel Bakteri	56
Gambar 11.	Mikrograf TEM dari Sebuah Spora Sel <i>Bacillus subtilis</i> (Batang Skala = 200 nm) (Layman et al. 2020)	62
Gambar 12.	Khamir <i>Saccharomyces Cerevisiae</i>	77
Gambar 13.	Koloni dan Konidia <i>Aspergillus</i> Spesies 1 dan Spesies 2 (Sukmawati et al. 2018)	78
Gambar 14.	Morfologi <i>Aspergillus</i> sp.	79
Gambar 15.	Koloni dan Konidia <i>Fusarium oxysporum</i>	80
Gambar 16.	Koloni <i>Candida albicans</i> : (a) Permukaan koloni <i>C. albicans</i> pada medium SDA; (b) Produksi blastospore melalui proses budding; (c) Pseudohyphae <i>C. albicans</i> ; (d) True hyphae <i>C. albicans</i> ; (e) Klamidospora pada terminal pseudohyphae	82
Gambar 17.	Bagian Penyusun Virus	99
Gambar 18.	Siklus Litik	105
Gambar 19.	Fase Lisis Daun Litik	110
Gambar 20.	Proses Daur Litik dan Lisogenik	111
Gambar 21.	Siklus Lisogenik	118
Gambar 22.	Protozoa	126
Gambar 23.	Rhizopoda	130
Gambar 24.	Mastigophora/Flagellata	132
Gambar 25.	Sporozoa	133

Gambar 26. Ciliata	135
Gambar 27. Struktur Sel Sianobakter. a) Penampang Melintang, b) Penampang Membujur	144
Gambar 28. Pertumbuhan Fungi Di Medium PDA: (A) Kapang, (B) Khamir (Shutterstock.com).....	156
Gambar 29. Pertumbuhan Aktinomisetes di Medium SCA.....	165
Gambar 30. Rosalind Franklind dan foto difraksi sinar-X DNA	180
Gambar 31. Model Struktur Heliks Ganda dan Struktur Untai DNA	181
Gambar 32. DNA Supercoiled	184
Gambar 33. Replikasi DNA.....	188
Gambar 34. Anabolisme dan Katabolisme	199
Gambar 35. Jalur EMP (Embden-Meyerhof Parnas Pathway) atau Glikolisis.....	201
Gambar 36. Siklus Krebs	203
Gambar 37. Pembelahan Biner Bakteri	241
Gambar 38. Kurva Pertumbuhan Bakteri	242
Gambar 39. Slide Bilik Hitung Petroff-Hausser	248
Gambar 40. Kisi-kisi Bilik Petroff-Hausser	248
Gambar 41. Ilustrasi Serial Dilusi	250
Gambar 42. Metode Pour Plate.....	251
Gambar 43. Metode Spread Plate	252
Gambar 44. Contoh Metode Most Probable Number (MPN)	253
Gambar 45. Bakteri <i>Salmonella thyposa</i>	270
Gambar 46. Bakteri <i>Clostridium tetani</i>	270
Gambar 47. Bakteri <i>Shigella dysenteriae</i>	271
Gambar 48. Bakteri <i>Diplococcus pneumonia</i>	271
Gambar 49. Mikroorganisme <i>Rhizopus oryzae</i> pada Tempe	274
Gambar 50. Bakteri Azotobacter.....	284
Gambar 51. Scanning Elektron Mikroskop.....	286
Gambar 52. Kolonisasi Rambut Akar pada Tanaman Jagung oleh Strain <i>T. harzianum</i> T22 (Harman,2000. Plant Disease 84: 377-393).....	287
Gambar 53. Bakteri <i>Bacillus subtilis</i> (allaboutfeed.net).....	293
Gambar 54. Bakteri <i>Thiobacillus ferroxidans</i>	297
Gambar 55. Bakteri <i>Aspergillus</i> sp.....	304

Gambar 56. Bakteri <i>Penicillium</i> sp.....	305
Gambar 57. Bakteri <i>Corynebacterium glutamicum</i>	305

BAB

1

PENDAHULUAN

Dr. Rina Hidayati Pratiwi, M.Si.
Universitas Indraprasta PGRI, Jakarta

Setelah Mempelajari Bab ini, Anda akan mengetahui tentang:

- A. Prinsip Dasar Mikrobiologi
- B. Sejarah Penelitian Mikrobiologi
- C. Sistematika dan Keragaman Mikroorganismen
 1. Bakteri
 2. Fungi
 3. Virus
 4. Alga/ Ganggang
 5. Protozoa

Dalam kehidupan sehari-hari kita banyak menjumpai adanya penyakit pada manusia, hewan dan tumbuhan; keracunan makanan, basinya makanan hingga pembusukan sampah. Baik kejadian yang menguntungkan maupun kejadian yang merugikan, semua itu merupakan suatu proses yang dilakukan oleh mikroorganismen. Mikroorganismen merupakan organismen yang sangat kecil (jasad renik) yang strukturnya tidak dapat dilihat dengan mata telanjang seperti contohnya bakteri, fungi dan alga mikroskopik, protozoa, dan virus. Mikroorganismen-mikroorganismen tersebut memiliki peranan yang sangat penting dalam keberlangsungan hidup di muka bumi ini. Oleh karena itulah, kita perlu mempelajari mikroorganismen. Ilmu pengetahuan yang mempelajari dan menelaah dunia mikroorganismen disebut dengan Mikrobiologi.

- Subandi, H.M. 2010. Mikrobiologi (Perkembangan, Kajian, dan Pengamatan dalam Perspektif Islam). Remaja Rosdakarya, Bandung.
- Waluyo, L. 2004. Mikrobiologi Umum. Universitas Muhammadiyah Malang (UMM) Press, Malang.
- Waluyo, L. 2005. Mikrobiologi Lingkungan. Universitas Muhammadiyah Malang (UMM) Press, Malang.
- Widodo, L.U., Kusharyati, D.F., Peramiarti, I. 2004. Praktikum Mikrobiologi. Universitas Terbuka, Jakarta.

BAB 2

KARAKTERISASI SUATU MIKROORGANISME

Riri Novita Sunarti, M.Si.
UIN Raden Fatah, Palembang

Dalam modul ini akan membahas topik tentang karakterisasi suatu mikroorganisme. Mikroorganisme merupakan semua makhluk yang berukuran beberapa mikron atau lebih kecil lagi. Yang termasuk golongan ini adalah bakteri, cendawan atau jamur tingkat rendah, ragi yang menurut sistematik masuk golongan jamur, ganggang, hewan bersel satu atau protozoa, dan virus yang hanya nampak dengan mikroskop elektron. Setelah mempelajari mata kuliah ini anda diharapkan mampu untuk:

1. Menjelaskan tentang karakterisasi morfologi
2. Menjelaskan tentang biokimia
3. Menjelaskan kkarakterisasi molekuler

A. Karakteristik Morfologi

Mikroorganisme merupakan semua makhluk yang berukuran beberapa mikron atau lebih kecil lagi. Yang termasuk golongan ini adalah bakteri, cendawan atau jamur tingkat rendah, ragi yang menurut sistematik masuk golongan jamur, ganggang, hewan bersel satu atau protozoa, dan virus yang hanya nampak dengan mikroskop elektron.

Mikroorganisme umumnya terdapat di mana-mana, seperti di dalam tanah, di lingkungan akuatik, berkisar dari aliran air sampai lautan, dan atmosfer Mikroorganisme tersebut mempunyai beberapa peranan salah satunya mikroorganisme yang hidup dalam tanah dapat membantu pembentukan

E. Daftar Pustaka

- Djide, MN., Sartini. 2008. DasarDasar Mikrobiologi Teknologi Laboratorium Kesehatan. Makassar: Fakultas Farmasi Universitas Hasanuddin.
- Lay, BW. 1994. Analisis Mikroba di Laboratorium. Rajawali Pers. Jakarta.
- Pelczar, MJ., Chan, ECS. 1986. Dasar- Dasar Mikrobiologi. UI Press. Jakarta.
- Sambrook J, Fritch, EF, and Maniatis T. 1989. Molecular Cloning: A Laboratory Manual. Volumes 1-3. Second Edition. Cold Spring Harbor Laboratory Press., Cold Spring Harbor.
- Schmidt H, Hensel M. 2004. Pathogenicity islands in bacterial pathogenesis. Clin Microbiol Rev 17: 14-56.
- Shabarinath S, H Sanath Kumar, Rekha Khushiramani, Indrani Karunasagar, Iddya Karunasagar. 2007. Detection and characterization of Salmonella associated with tropical seafood. International Journal of Food Microbiology 114 (2007) 227-233
- Shanmugasamy M, Thenmozhi V, Johnson R. 2011. InvA gene specific PCR for detection of Salmonella from broilers. Vet. World, Vol.4 (12):562-56

BAB

3

BAKTERI

Dr. Rina Hidayati Pratiwi, M.Si.
Universitas Indraprasta PGRI, Jakarta

Dalam modul ini akan membahas topik tentang karakterisasi suatu bakteri. Bakteri merupakan salah satu kelompok mikroorganisme yang berukuran beberapa mikron. Terdapat banyak spesies bakteri di alam ini baik yang menguntungkan maupun yang merugikan. Setelah mempelajari bab 3 ini, Anda diharapkan mampu untuk:

1. Menjelaskan tentang morfologi dan karakteristik dari bakteri
2. Memahami beberapa spesies bakteri yang umum digunakan sebagai bakteri uji di penelitian Mikrobiologi, seperti *Escherichia coli*, *Bacillus subtilis*, dan *Staphylococcus aureus*

A. Morfologi dan Karakteristik

Bakteri berasal dari bahasa Latin bacterium; jamak: bacteria adalah kelompok organisme yang tidak memiliki membran inti sel. Organisme ini termasuk ke dalam domain prokariota dan berukuran sangat kecil (mikroskopik). Hal ini menyebabkan organisme ini sangat sulit untuk dideteksi, terutama sebelum ditemukannya mikroskop. Dinding sel bakteri sangat tipis dan elastis, terbentuk dari peptidoglikan yang merupakan polimer unik yang hanya dimiliki oleh golongan bakteri. Fungsinya dinding sel adalah memberi bentuk sel, memberi perlindungan dari lingkungan luar dan mengatur pertukaran zat-zat dari dan ke dalam sel. Teknik pewarnaan Gram adalah untuk menunjukkan perbedaan yang

Setelah dilakukan pengujian hingga hari ke-56 dapat dilihat bahwa masing-masing formulasi tepung menunjukkan bahwa mereka memiliki bau dan juga tekstur yang berbeda. Pada *Bacillus* sp. berbahan dasar (a) Tepung beras + glukosa + urea + CMC, (b) Tepung tapioka + glukosa + urea + CMC, (c) Tepung jagung + glukosa + urea + CMC, (d) Tepung + glukosa + urea + CMC. Didapatkan Populasi *Bacillus* sp. setelah formulasi pertumbuhan populasi tertinggi dari 1 hsi hingga 56 hsi terdapat pada *Bacillus* sp. dalam formulasi tepung beras yaitu sebesar $4,9 \times 10^{14}$ cfu/g pada 14 hsi sedangkan populasi terendah pada *Bacillus* sp. dalam formulasi tepung talk yaitu sebesar $1,1 \times 10^8$ cfu/g pada 56 hsi,

F. Latihan Soal

1. Apakah yang membedakan Eubacteria dengan Archaeobacteria?
2. Apa fungsi plasmid pada sel bakteri?
3. Sebutkan spesies bakteri yang menguntungkan. Jelaskan apa keuntungannya?
4. Sebutkan spesies bakteri yang merugikan. Jelaskan apa kerugiannya?

G. Daftar Pustaka

- Djide, MN., Sartini. 2008. DasarDasar Mikrobiologi Teknologi Laboratorium Kesehatan. Makassar: Fakultas Farmasi Universitas Hasanuddin.
- Lay, BW. 1994. Analisis Mikroba di Laboratorium. Rajawali Pers. Jakarta.
- Layman, M.L., Ramsey, C.L., Newman, S.E. 2020. Potential Surrogates for Evaluation of Decontamination Methods Under Field Study Conditions or BSL-2 Biosecurity Lab Conditions: A Review. *Global Journal of Agricultural Innovation, Research & Development* 6: 1-9.
- Pelczar, MJ., Chan, ECS. 1986. Dasar-Dasar Mikrobiologi. UI Press. Jakarta.

- Schmidt H, Hensel M. 2004. Pathogenicity islands in bacterial pathogenesis. *Clin Microbiol Rev* 17: 14-56.
- Shabarinath S, H Sanath Kumar, Rekha Khushiramani, Indrani Karunasagar, Iddy Karunasagar. 2007. Detection and characterization of Salmonella associated with tropical seafood. *International Journal of Food Microbiology* 114 (2007) 227-233.
- Suhartiningsih, K. 2020. Viabilitas *Bacillus* sp. Sebagai Agen Antagonis Patogen Tanaman Dalam Formulasi Berbahan Dasar Tepung. *Jurnal pengendalian hayati*. 3(1): 29-37.
- Wardhana, DK, Safitri, DA, Annisa, S, Effendi, MH, Harijani, N. 2021. Deteksi Cemaran *Escherichia coli* dengan metode Most Probable Number (MPN) pada Daging Ayam di Pasar Kota Surabaya. Vol.4 No.1, 118-124. Fakultas Kedokteran Hewan, Universitas Airlangga, Surabaya.
- Zakia, B, et al. 2015. Deteksi Keberadaan Bakteri *Escherichia coli* O157:H7 pada Feses Penderita Diare dengan Metode Kultur dan PCR. *JST Kesehatan*, 5(2): 184 - 192.

BAB

4

FUNGI

Dr. Rina Hidayati Pratiwi, M.Si.
Universitas Indraprasta PGRI, Jakarta

Dalam modul ini akan membahas topik tentang karakterisasi suatu fungi. Fungi merupakan salah satu kelompok mikroorganisme yang memiliki ukuran makroskopis dan mikroskopis. Terdapat banyak spesies fungi di alam ini baik yang menguntungkan maupun yang merugikan. Setelah mempelajari bab 4 ini, anda diharapkan mampu untuk:

1. Menjelaskan tentang morfologi dan karakteristik dari fungi
2. Memahami beberapa spesies dan genus fungi yang umum digunakan dalam penelitian di bidang Mikrobiologi, seperti *Saccharomyces cerevisiae*, genus *Aspergillus* dan *Fusarium*, serta genus *Candida*.

A. Morfologi dan Karakteristik

Kingdom Fungi atau sehari-hari kita menyebutnya jamur, memiliki ciri-ciri yang berbeda dari organisme lainnya. Ciri-ciri tersebut dilihat dari struktur tubuh maupun cara reproduksinya. Jamur merupakan organisme eukariot. Anggotanya ada yang uniseluler dan ada pula yang multiseluler. Jamur tidak memiliki klorofil, yang berfungsi dalam fotosintesis. Dengan kata lain, jamur tidak dapat menyintesis makanannya. Oleh karena itu, jamur dikelompokkan sebagai organisme heterotrof. Jamur memperoleh makanan dengan cara absorpsi, yaitu dengan menyekresikan suatu enzim. Kemudian, enzim tersebut berfungsi menghancurkan makanan yang ada di luar tubuhnya.

$$I = \frac{(r1 - r2)}{(r1)} \times 100\%$$

Keterangan:

I = persentase hambatan,

r1 = jari-jari koloni *Fusarium* sp.

I = persentase hambatan yang tumbuh ke arah berlawanan dengan tempat cendawan, r2 = jari-jari koloni *Fusarium* sp. yang tumbuh ke arah cendawan nematofagus. Catatan: bila koloni pertumbuhan *Fusarium* sp. sudah tertutup oleh koloni cendawan antagonis, maka dianggap persentase penghambatan cendawan antagonis (I) = 100%.

F. Latihan Soal

1. Sebutkan spesies jamur yang menguntungkan. Jelaskan apa keuntungannya?
2. Sebutkan spesies jamur yang merugikan. Jelaskan apa kerugiannya?
3. Khamir *Candida albicans* adalah spesies cendawan patogen dari golongan deuteromycota. Spesies cendawan ini merupakan penyebab infeksi oportunistik yang disebut kandidiasis pada kulit, mukosa, dan organ dalam manusia. Apa maksud dari infeksi oportunistik?
4. Jelaskan apa persamaan dan perbedaan antara khamir dengan kapang?
5. Apa yang dimaksud dengan jamur mikroskopis dan jamur makroskopis?

G. Daftar Pustaka

- Andriastini, DA, Ramona, Y, Proborini, MW. 2018. Hambatan in vitro cendawan antagonis pada *Fusarium* sp., penyebab penyakit pada tanaman buah naga *Hylocereus undatus* HAW. Britton and Rose. *Jurnal Metamorfosa* V (2): 224-233.
- Djide, MN., Sartini. 2008. Dasar-Dasar Mikrobiologi Teknologi Laboratorium Kesehatan. Makassar: Fakultas Farmasi Universitas Hasanuddin.

- Indrayati, S, Sari, RI. 2018. Gambaran *Candida albicans* pada Bak Penampung Air di Toilet SDN 17 Batu Banyak Kabupaten Solok. *Jurnal Kesehatan Perintis (Perintis's Health Journal)* 5(2): 133-138.
- Kustyawati, ME, Sari, M, Haryati T. 2013. Efek Fermentasi dengan *Saccharomyces Cerevisiae* Terhadap Karakteristik Biokimia Tapioka. *AGRITECH*, 33(3): 281-287.
- Lay, BW. 1994. Analisis Mikroba di Laboratorium. Rajawali Pers. Jakarta.
- Pelczar, MJ., Chan, ECS. 1986. Dasar-Dasar Mikrobiologi. UI Press. Jakarta.
- Sukmawati, D., Wahyudi, P., Rahayu, S., Moersilah, Handayani, T., Rustam, K.Y., Puspitasari, S.I. 2018. Skrining Kapang *Aspergillus* spp. Penghasil Aflatoksin pada Jagung Pipilan di Daerah Bekasi, Jawa Barat. *AL-KAUNIYAH; Journal of Biology*, 11(2): 151-162.

BAB

5

VIRUS

**Riri Novita Sunarti, M.Si.
UIN Raden Fatah, Palembang**

Virus adalah suatu jasad renik yang berukuran sangat kecil dan hanya dapat dilihat dengan mikroskop elektron yang menginfeksi sel organisme biologis. Virus hanya dapat bereproduksi (hidup) didalam sel yang hidup dengan menginvasi dan memanfaatkan sel tersebut karena virus tidak memiliki perlengkapan seluler untuk bereproduksi sendiri. Virus merupakan parasit obligat intraseluler. Virus mengandung asam nukleat DNA atau RNA saja tetapi tidak kombinasi keduanya, dan yang diselubungi oleh bahan pelindung terdiri atas protein, lipid, glikoprotein, atau kombinasi ketiganya.

Istilah virus biasanya merujuk pada partikel-partikel yang menginfeksi sel-sel eukariota (organisme multisel dan banyak jenis organisme sel tunggal) dan istilah bakteriofaga atau faga dipakai untuk virus yang menyerang jenis-jenis sel prokariota (bakteri dan organisme lain yang tidak berinti sel). Selama siklus replikasi dihasilkan banyak sekali salinan asam nukleat dan protein selubung virus. Protein-protein selubung tadi dirakit untuk membentuk kapsid yang membungkus dan menstabilkan asam nukleat virus terhadap lingkungan ekstra sel serta memfasilitasi perlekatan penetrasi virus saat berkontak dengan sel-sel baru yang rentan.

Virus merupakan agen infeksius terkecil (diameter sekitar 20 nm hingga 300 nm) dan hanya mengandung satu jenis asam nukleat (RNA atau DNA) sebagai genom mereka. Asam nukleat tersebut terbungkus dalam suatu selubung protein yang dikelilingi sebuah

F. Daftar Pustaka

- Budiarti, S., Sunarti, R. N., Listya, S. A. P., & Rusmana, I. (2019). Biological characteristics and lytic effectiveness of phages isolated from domestic wastewater against indigenous salmonella spp. *Journal of Environmental Biology*. <https://doi.org/10.22438/jeb/40/1ZMRN-804>
- Chibani-chennou, S., Chibani-chennou, S., Sidoti, J., Sidoti, J., Bruttin, A., Bruttin, A., Kutter, E., Kutter, E., Bru, H., & Bru, H. (2004). In Vitro and In Vivo Bacteriolytic Activities of. *Society*, 48(7), 2558–2569. <https://doi.org/10.1128/AAC.48.7.2558>.
- Clokic, M., & Kropinski, A. M. (2001). Bacteriophages: Methods and Protocols. Volume 2. In *Springer Protocols* (Vol. 531, Issue 1). https://doi.org/10.1007/978-1-62703-239-1_1
- Di, M., & Rasidin, R. (2018). GAMBARAN JAMUR *Candida sp.* DALAM URINE PENDERITA DIABETES MELLITUS DI RSUD dr. RASIDIN PADANG 1. 5.
- Iswandi. (2016). FAGE LITIK SPESIFIK *Escherichia coli* PADA LIMBAH CAIR PASAR TRADISIONAL DI KOTA BANDA ACEH. *Jurnal Biotik*, 4(2), 95–99.
- Jawet, Melnick, and Adelberg. (2014). Mikrobiologi Kedokteran Edisi 25. Jakarta : Buku Kedokteran EGC.
- Kate Rittenhouse, Olson and Ernesto De Nardin. (2017). Immunologi dan Serologi Klinis
- Kovács, Á. T. (2019). *Bacillus subtilis*. *Trends in Microbiology*, xxx(xxx), 10–11. <https://doi.org/10.1016/j.tim.2019.03.008>
- Kuswiyanto. (2016). Buku Ajar Virologi Untuk Analisis Kesehatan. Jakarta : Buku kedokteran EGC
- Mizana, D. K., Suharti, N., & Amir, A. (n.d.). Artikel Penelitian Identifikasi Pertumbuhan Jamur *Aspergillus Sp* pada Roti Tawar yang Dijual di Kota Padang Berdasarkan Suhu dan Lama Penyimpanan. 5(2), 355–360.
- Modern. (2008). Jakarta: Buku Kedokteran.
- Soedarto. (2010). Virologi Klinik. Surabaya: Sagung Seto
- Tom Elliott. (2013). Mikrobiologi kedokteran dan Infeksi Edisi 4. Jakarta: Penerbit Buku kedokteran EGC.

BAB

6

PROTOZOA

**Dr. Niken Dharmayanti, A.Pi., M.Si.
Politeknik Ahli Usaha Perikanan Jakarta**

Protozoa berasal dari kata *protos* yang berarti pertama dan *zoon* yang berarti hewan sehingga disebut sebagai hewan pertama. Protozoa adalah hewan pertama atau mudahnya hewan tingkat rendah yang hanya bersel satu. Protozoa merupakan kingdom protista yang menyerupai hewan, tersusun atas sel tunggal uniseluler, ukuran protozoa antara 3-1000 μm dan merupakan organisme mikroskopis bersifat heterotof.

Habitat protozoa yaitu di tempat yang berair yang kaya zat organik contohnya *Amoeba proteus*, baik air tawar maupun air asin, ada yang hidup *solitaire* bebas berenang di air, menempel di suatu tempat, parasite pada tanaman dan hewan maupun manusia sebagai simbiosis dan merugikan karena sebagai penyebab penyakit bahkan ada yang menguntungkan dikarenakan ikut membantu menghancurkan atau membusukkan organisme yang telah mati. Meskipun mereka sering dipelajari dalam zoologi, mereka dianggap sebagai bagian dari dunia mikroba karena mereka uniseluler dan mikroskopis.

Protozoa terkenal karena kemampuannya untuk bergerak secara independen, karakteristik yang ditemukan di sebagian besar spesies. Protozoa biasanya tidak memiliki kemampuan untuk fotosintesis, meskipun genus *Euglena* terkenal untuk motilitas serta fotosintesis (dan karena itu dianggap sebagai alga dan protozoa). Meskipun sebagian besar protozoa bereproduksi dengan metode aseksual, reproduksi seksual telah diamati pada beberapa spesies.

E. Daftar Pustaka

- Englund PT, Sher A (eds): The Biology of Parasitism. A Molecular and Immunological Approach. Alan R. Liss, New York, 1988.
- Goldsmith R, Heyneman D (eds): Tropical Medicine and Parasitology. Appleton and Lange, East Norwalk, CT, 1989 .
- Lee JJ, Hutner SH, Bovee EC (eds): An Illustrated Guide to the Protozoa. Society of Protozoologists, Lawrence, KS, 1985 .
- Kotler DP, Orenstein JM. Prevalence of Intestinal Microsporidiosis in HIV-infected individuals referred for gastrointestinal evaluation. J Gastroenterol. 1994;89:1998. [PubMed]
- Neva FA, Brown H: Basic Clinical Parasitology, 6th edition, Appleton & Lange, Norwalk, CT, 1994 .

BAB

7

SIANOBAKTERIA

Intan Chairun Nisa, S.Si. M.Biotech
Universitas Negeri Malang

Dalam modul ini akan membahas topik tentang karakter Sianobakter dari aspek morfologi makroskopis dan mikroskopis, ekologis, serta biokimia. Selain itu juga akan menggolongkan Sianobakter berdasarkan karakter mdibahas peran menguntungkan dan merugikan Sianobakter bagi kehidupan. Setelah mempelajari bab 7 ini, anda diharapkan mampu untuk:

1. Membedakan Sianobakter dengan golongan mikroorganisme yang lain.
2. Mengkarakterisasi Sianobakter berdasarkan morfologi seluler, habitat, kemampuan fotosintesis, reproduksi sel, metabolit sekunder dan toksisitas.
3. Mengelompokkan jenis Sianobakter berdasarkan bentuk dan keberadaan filamen menurut *Bergey's determination*
4. Menganalisis peran Sianobakter bagi kehidupan.

A. Karakteristik

1. Karakteristik Seluler Sianobakter

Sianobakter diklasifikasikan dalam Kerajaan Monera (Prokariotik), Divisi Eubacteria, Kelas Sianobakter. Diperkirakan ada 150 genus Sianobakter yang mengandung sekitar 2000 spesies, dimana sekitar 46 telah dilaporkan bersifat toksikogenik.

F. Daftar Pustaka

- Castenholz, R. W. 2015. General characteristics of the Cyanobacteria. *Bergey's Manual of Systematics of Archaea and Bacteria*: 1-23.
- Ku, C. S., Yang, Y., Park, Y., & Lee, J. 2013. Health benefits of blue-green algae: prevention of cardiovascular disease and nonalcoholic fatty liver disease. *Journal of Medicinal Food*. 16(2): 103-111.
- Chittora, D., Meena, M., Barupal, T., Swapnil, P., & Sharma, K. (2020). Cyanobacteria as a source of biofertilizers for sustainable agriculture. *Biochemistry and biophysics reports*, 22: 100737.
- Pathak, J., Maurya, P. K., Singh, S. P., Häder, D. P., & Sinha, R. P. (2018). Cyanobacterial farming for environment friendly sustainable agriculture practices: innovations and perspectives. *Frontiers in Environmental Science*. 6: 7.
- Garcia-Pichel, F. 2009. Cyanobacteria. In *Encyclopedia of microbiology* (pp. 107-124). Elsevier Inc..
- Vidal, L., Ballot, A., Azevedo, S. M. F. O., Padisák, J., & Welker, M. 2021. Introduction to cyanobacteria. *Toxic Cyanobacteria in Water*, 2nd ed.; Chorus, I., Welker, M., Eds, 163-211.
- Zakhia, F., Jungblut, A. D., Taton, A., Vincent, W. F., & Wilmotte, A. 2008. Cyanobacteria in cold ecosystems. *Psychrophiles: from biodiversity to biotechnology*, 121-135.
- Percival, S. L., & Williams, D. W. 2014. Cyanobacteria. In *Microbiology of waterborne diseases* (pp. 79-88). Academic Press.

BAB 8 | NUTRISI, MEDIUM, DAN CARA PEMBUATANNYA

Dr. Rina Hidayati Pratiwi, M.Si.
Universitas Indraprasta PGRI, Jakarta

Dalam modul ini akan membahas topik tentang nutrisi untuk memenuhi kebutuhan suatu mikroorganisme dan bagaimana jika dibuat dalam suatu medium, baik medium umum maupun medium selektif/diferensial. Mikroorganisme merupakan makhluk hidup yang juga membutuhkan nutrisi untuk pertumbuhan dan perkembangannya.

Medium dibuat untuk mengkondisikan mikroorganisme agar dapat tumbuh karena medium berisikan nutrisi yang dibutuhkan oleh mikroorganisme. Setelah mempelajari bab 7 ini, anda diharapkan mampu untuk:

1. Menjelaskan tentang pentingnya nutrisi untuk pertumbuhan mikroorganisme
2. Memahami tentang medium umum dan mengetahui fungsi dari masing-masing komposisinya
3. Memahami tentang medium selektif dan mengetahui fungsi dari masing-masing komposisinya
4. Mengetahui cara pembuatan medium umum dan medium khusus

A. Pendahuluan

Media adalah campuran nutrien atau zat makanan yang dibutuhkan oleh mikroorganisme untuk pertumbuhan. Media selain untuk menumbuhkan mikroba juga dibutuhkan untuk isolasi & inokulasi mikroba serta untuk uji fisiologi dan biokimia

E. Latihan Soal

1. Syarat-syarat apa saja yang perlu dipenuhi agar mikroba dapat tumbuh dengan baik dalam suatu medium?
2. Sebutkan dan jelaskan apa saja yang menjadi bahan dasar pembuatan medium pertumbuhan mikroba?
3. Mengapa *Nutrient Agar* mejadi medium umum untuk pertumbuhan bakteri?
4. Jelaskan apa perbedaan medium padat dengan medium cair?
5. Jelaskan apa perbedaan medium umum dengan medium diferensial?

F. Daftar Pustaka

- Agar, M., Atmojo, A., Agar, M., & Agar, M. (2016). Media MacConkey Agar. Diakses 31 Mei 2022.
- Angraeni Pratiwi Diah, Marhamah, Djayasinga Rodhiansyah. (2021). "Pengaruh Pemanasan Berulang Terhadap Kualitas Media Plate Count Agar (PCA) Di Laboratorium Bakteriologi Jurusan Analis Kesehatan". Jurnal Medika Malahayati. Vol 6. No 4. Page 220-226.
- Anonim. (2016). Medical Laboratory Technologist.
- Atmojo, Andi Tri. (2019). Media EMB Agar. Medlab.id.
- Im Toy, B. A., & Puspita, D. (2019). "Media Cair Sebagai Media Pertumbuhan Jamur Akar Putih (*Rigidoporus microporus*)". Jurnal Biosains dan Edukasi, 1(1), 1-4.
- Medical Laboratory Technologist, (2016). Media Potato Dextrose Agar (PDA). Diakses pada 1 juni 2022.
- Nurlaela, S., SUNARTI, T. C., & MERYANDINI, A. (2016). Formula media pertumbuhan bakteri asam laktat *Pediococcus pentosaceus* menggunakan substrat whey tahu. Jurnal Sumberdaya Hayati, 2(2), 31-38.
- Pelczar, MJ., Chan, ECS. 1986. Dasar- Dasar Mikrobiologi. UI Press. Jakarta.
- Prayekti, E., & Fahira, N. N. (2022). "Media Pertumbuhan Alternatif Dari Tepung Ampas Untuk Pertumbuhan *Penicillium* sp". CELEBES BIODIVERSITAS, 5(1), 42-47.
- Rianto, M. B. M. R. (2018). Pertumbuhan *Candida* sp. dan *Aspergillus* sp. dari Bilasan Bronkus Penderita

Tuberkulosis Paru pada Media Bekatul. *Jurnal Ilmu Alam dan Lingkungan*, 9(18), 74-82.

Shabarinath S, H Sanath Kumar, Rekha Khushiramani, Indrani Karunasagar, Iddya Karunasagar. 2007. Detection and characterization of Salmonella associated with tropical seafood. *International Journal of Food Microbiology* 114 (2007) 227-233.

Shanmugasamy M, Thenmozhi V, Johnson R. 2011. InvA gene specific PCR for detection of Salmonella from broilers. *Vet. World*, Vol.4 (12):562-56

Technologist, M. (2016). Media Plate Count Agar (PCA). Diakses 1 Juni 2022, dari <https://teknologilaboratoriummedik.blogspot.com/2016/11/media-plate-count-agar-pca.html?m=1>.

BAB

9

GENETIKA MIKROORGANISME

Nur Hidayah, S.Si., M.Biotech.
Politeknik Ahli Usaha Perikanan Jakarta

Sifat hereditas organisme dikendalikan oleh gen. Semua organisme memiliki genome yang merupakan seluruh komponen dari gen pada suatu organisme, sedangkan kromosom merupakan materi genetik utama dalam prokaryote yang berperan penting dalam mengendalikan fungsi gen. Sama halnya dengan organisme yang lain, mikroorganisme juga memiliki struktur yang memegang peranan penting dalam proses penurunan sifat dan pembawa informasi yang berkaitan dengan ciri spesifik dari suatu mikroorganisme. Gen juga berperan penting dalam proses penggandaan dan pertambahan populasi atau koloni mikroba. Gen tersusun atas DNA yang memberikan instruksi tertentu dalam mengkode suatu protein dalam sel. Instruksi diterjemahkan dari urutan basa nitrogen yang dimiliki oleh DNA menjadi urutan asam amino suatu protein tertentu. Sintesis protein dan makromolekul merupakan hal yang penting dalam membentuk struktur dan fungsi suatu sel. Hal ini juga terjadi pada mikroorganisme, salah satu contohnya adalah *Escherichia coli* yang merupakan mikroorganisme dari golongan bakteri yang sering digunakan sebagai sampel dalam pengujian biologi molekuler. Urutan basa nitrogen genom *E.coli* telah diuji sekuensing dan merupakan mikroorganisme yang dapat menggambarkan karakteristik mikroba secara lengkap.

yang bisa menjadi topik riset bidang genetika, tidak hanya berfokus pada gen, tetapi juga bisa diteliti dari sisi protein, mRNA, DNA dan komponen lain.

E. Latihan Soal:

1. Ikatan apa yang terbentuk antar basa nitrogen penyusun DNA?
2. Jelaskan struktur DNA tipe A dan tipe B!
3. Jelaskan tiga hipotesis yang berkembang mengenai replikasi DNA!
4. Jelaskan tahapan proses replikasi DNA!
5. Ikatan apa yang terbentuk antar asam amino penyusun polipeptida?
6. Jelaskan 4 tipe struktur protein!
7. Apa yang dimaksud operon dan promoter?
8. Apa yang dimaksud renaturasi dan denaturasi?
9. Jelaskan tahapan sintesis protein!
10. Regulasi apa saja yang terjadi pada ekspresi gen? Jelaskan!

F. Daftar Pustaka

- Yuwono, Triwibowo. 2005. Biologi Molekular. Erlangga: Jakarta.
- Campbell, Neil A., Reece, Jane B., Urry, Lisa A., Cain, Michel L., Wasserman, Steven A., Minorsky, Peter V., Jackson, Robert B. 2010. Biologi. Edisi Kedelapan jilid 1. Erlangga: Jakarta.
- Madigan, Michael T., Martinko, John M., Stahl, David A., Clark, David P. 2012. Brock Biology of Microorganisms – 13th ed. Benjamin Cummings: San Francisco.
- Noer, Shafa. 2021. Identifikasi Bakteri secara Molekular Menggunakan 16S rRNA. Edubiologia Biological Science and Education Journal. ISSN online 2774-6267. 1 (1): 1-6.

BAB 10

METABOLISME MIKROBA

Dr. Resmi Rumenta Siregar, S. ST. Pi, M. Si.
Politeknik Ahli Usaha Perikanan

A. Metabolisme

Setiap makhluk hidup termasuk mikroba tidak luput dari sebuah proses dalam kehidupannya. Proses itulah yang secara sederhana diartikan sebagai metabolisme. Metabolisme berasal dari kata *metabole* yang artinya perubahan atau proses. Dengan demikian, metabolisme adalah serangkaian reaksi kimia yang berlangsung di dalam sel hidup pada tubuh setiap makhluk hidup. Dalam arti yang lebih luas metabolisme merupakan semua proses kimiawi yang dilakukan oleh organisme atau semua reaksi yang melibatkan transformasi energi kimia di dalam makhluk hidup untuk menghasilkan energi untuk sintesis komponen-komponen sel dan untuk kegiatan-kegiatan seluler seperti pergerakan.

Proses metabolisme terjadi sebagai upaya makhluk hidup dalam menghasilkan energi yang diperlukannya untuk kelangsungan kehidupannya. Mikroba melakukan proses metabolisme untuk mensintesis makromolekul yang merupakan komponen utama sel. Makromolekul dapat berupa protein, karbohidrat, asam nukleat dan lemak. Senyawa yang dihasilkan dari metabolisme ini disebut metabolit primer (Manitto, 1981), yang sangat esensial bagi pertumbuhan sel mikroba sekaligus merupakan penghasil tenaga dan biasanya terbentuk selama fase eksponensial (Jawetz, 1978; Stanbury dan Whitaker, 1987). Proses metabolisme terjadi pada hampir semua organisme,

F. Latihan Soal

1. Jelaskan apa yang dimaksud dengan reaksi katabolisme?
2. Jelaskan langkah-langkah reaksi dalam jalur glikolisis!
3. Jelaskan produksi ATP dalam jalur glikolisis!
4. Jelaskan apa yang dimaksud dengan fermentasi!
5. Jelaskan langkah-langkah reaksi pada siklus TCA!
6. Jelaskan produksi ATP pada respirasi satu molekul glukosa secara aerobik!
7. Jelaskan apa yang dimaksud dengan reaksi anabolisme?
8. Jelaskan untuk keperluan apa sajakah, ATP yang digunakan oleh sel bakteri?

G. Daftar Pustaka

- Alberts, B., A. Johnson, J. Lewis, M. Raff, K. Roberts, and P. Walter. 2008. *Molecular Biology of The Cell*. 5th Edition. Garland Science. New York.
- Campbell, N.A., J.B. Reece, L.A. Urry, M.L. Cain, S.A. Wasserman, P.V. Minorsky, and R.B. Jackson. 2011. *Campbell Biology*. 9th Edition. Benjamin Cummings. San Francisco.
- Chan, V.L.; Sherman, P.M.; Bourke, B. 2006. *Bacterial Genome and Infectious Diseases*. Totowa, New Jersey: Humana Press.
- Dale, J.; Park, S. 2003. *Molecular Genetics of Bacteria*. England: Entjang, I. 2003. *Mikrobiologi dan Parasitologi*. Bandung: PT. Citra Aditya Bakti.
- Fardiaz, S. 1989. *Analisis Mikrobiologi Pangan*. Bogor: PAU Pangan dan Gizi, IPB.
- Fardiaz, S., 1992. *Mikrobiologi Pangan*. Jakarta: PT. Gramedia Pustaka Utama.
- Gupte, S. 1990. *Mikrobiologi Dasar*. Alih Bahasa: Julius E.S. Jakarta: Bina Rupa Aksara.
- Hastuti, U.S. 2012. *Penuntun Praktikum Mikrobiologi*. Malang: UMM Press.
- Jawetz, E., Melnick, J.L.; Adelberg, A. 1986. *Mikrobiologi untuk Profesi Kesehatan*. Alih Bahasa: H. Tonang. Jakarta: EGC.

- Joklik, W.K.; Willett, H.P.; Amos, D.B.; Wilfert, C.M. 1988. *Zinsser Mikrobiology*. Singapore: Prentice Hall International Inc.
- Madigan, M.T., J.M. Martinko, D.A. Stahl, and D.P. Clark. 2012. *Brock Biology of Microorganisms*. 13th Edition. Benjamin Cummings. San Francisco.
- Muliawan, S.Y. 2009. *Bakteri Intraselular Obligat*. Jakarta: Erlangga.
- Murray, R.K., D.K. Granner, P.A. Mayes, and V.W. Rodwel. 2003. *Biokimia Harper* (Alih bahasa oleh Andry Hartono). EGC. Jakarta.
- Murray, P.R.; Drew, W.L.; Kobayashi, G.S.; Thompson, J.H. 1990. *Medical Microbiology*. CV. MOSBY COMPANY.
- Pelczar, M.J., Chan, C.S. 1986. *Dasar-Dasar Mikrobiologi 1*. Alih Bahasa: Ratna Siri Hadioetomo, dkk. Jakarta: UI Press.
- Pelczar, M.J., Chan, C.S. 1986. *Dasar-Dasar Mikrobiologi 2*. Alih Bahasa: Ratna Siri Hadioetomo, dkk. Jakarta: UI Press.
- Tortora, G.J.; Funke, B.R.; Case, C.L. 2010. *Microbiology*. Sanfrancisco: Benjamin Cummings.
- Waluyo, L. 2011. *Mikrobiologi Umum*. Penerbit Universitas Muhammadiyah Malang.
- Wiley. Davis, B.D., et al. 1990. *Microbiology*. Singapore: Harper & Row Publisher.

BAB 11

EKOLOGI MIKROORGANISME

Dr. Shafa Noer, M.Si
Universitas Indraprasta PGRI

Ekologi berasal dari bahasa Yunani : Oikos (*house hold* atau *dwelling*) dan logos (*law*) yang secara umum dapat diartikan sebagai ilmu yg mengeksplorasi hubungan antara organisme dengan lingkungan biotik dan abiotiknya. Jika dikaitkan dengan mikroorganisme, maka Ekologi Mikroorganisme dapat didefinisikan sebagai ilmu yg khusus mengkaji hubungan mikroorganisme dengan lingkungan biotik dan abiotiknya.

Terminologi Ekologi Mikroorganisme mulai banyak dipelajari sejak awal tahun 1960-an. Tiga puluh tahun kemudian, Ekologi Mikroorganisme ini semakin berkembang seiring dengan meningkatnya perhatian atau kekhawatiran masyarakat terhadap dampak mikroorganisme pada lingkungan. Peran mikroorganisme dalam membantu memelihara kualitas lingkungan mulai dirasa penting dan memerlukan pengkajian yang lebih dalam. Berbagai penelitian terkait Ekologi Mikroorganisme pun terus berkembang sampai saat ini.

A. Teknik pada Ekologi Mikroorganisme

Secara umum, terdapat dua teknik pendekatan dalam menganalisa komunitas mikroorganisme pada suatu lingkungan, yaitu pendekatan *Culture Dependent* dan *Culture Independent*. Berikut akan dijelaskan pengertian dan perbedaan antara kedua teknik tersebut.

dan enzim yang dihasilkannya dalam kaitannya dalam membantu pencernaan hewan.

3. Kemajuan teknologi saat ini memungkinkan penelitian ekologi mikroorganisme dengan sampel yg berasal dari lingkungan yg ekstrim. Carilah satu artikel ilmiah yang meneliti tentang ekologi mikroorganisme pada lingkungan ekstrim dengan teknologi metagenomik, lalu buat ringkasan secara lengkap mengenai teknik yang digunakan tersebut.

F. Daftar Pustaka

- Baharum S.N., Beng E.K., Mokhtar M.A.A. 2010. Marine microorganism: potential application and challenges. *J of Biological Sci*, 10(6) : 555-564.
- Dugat-Bony E., Biderre-Petit C., Jaziri F., David M.M., Denonfoux J., Lyon D.Y. 2012. In situ TCE degradation mediated by complex dehalorespiring communities during biostimulation processes. *Microb Biotechnol*, 5:642-653
- Guschin D.Y., Mobarry B.K., Proudnikov D., Stahl D.A., Rittmann B.E., Mirzabekov A.D. 1997. Oligonucleotide microchips as genosensors for determinative and environmental studies in microbiology. *Appl Environ Microbiol*, 63:2397-2402
- Joux, F., Bertrand J.C., Rutger D.W., Vincent G., Laurent I., Philippe L., Vale´rie M., Philippe N., Pierre P., Patrick R., Christian T., dan Laurent U. 2015. Environmental Microbiology: Fundamentals and Applications: Microbial Ecology. Springer Science+Business Media Dordrecht.
- Mansfield J., Genin S., Magori S., Citovsky V., Sriariyanum M., Ronald P., Dow M., Verdier V., Beer S.V., Machado M.A., Toth I., Salmond G., Foster G.D. 2012. Top 10 plant pathogenic bacteria in molecular plant pathology. *Mol Plant Pathol*, 13(6): 614-29.
- Miyamoto T., dan Homma H. 2021. D-Amino acid metabolism in bacteria. *J Biochem*, 170(1): 5-13.
- Saiki R.K., Gelfand D.H., Stoffel S., Scharf S.J., Higuchi R., Horn G.T., Mullis K.B., Erlich H.A. 1988. Primer-directed enzymatic amplification of DNA with a thermostable DNA polymerase. *Science*, 239: 487-491.

- Schena M., Shalon D., Davis R.W., Brown P.O. 1995. Quantitative monitoring of gene expression patterns with a complementary DNA microarray. *Science*, 270:467-470.
- Zhou, Q., Li K., Jun X., dan Bo L. 2009. Role and functions of beneficial microorganisms in sustainable aquaculture. *Bioresour Technol*, 100: 3780-3786.

BAB 12

PERTUMBUHAN MIKROORGANISME

Dr. Shafa Noer, M.Si
Universitas Indraprasta PGRI

A. Pendahuluan

Seperti makhluk hidup lainnya, mikroorganisme juga melakukan pertumbuhan dan perkembangan. Dalam kondisi lingkungan yang sesuai, mikroorganisme dapat melakukan pertumbuhan dengan sangat cepat. Hal ini dapat merupakan hal yang menguntungkan (misalnya pada produksi enzim dan bioethanol dari mikroorganisme) maupun hal yang merugikan (misalnya dalam proses kontaminasi makanan atau penyebaran penyakit infeksi). Maka dari itu, penting untuk mengetahui sifat pertumbuhan mikroorganisme sehingga kita dapat memprediksi serta mengontrol pertumbuhannya untuk berbagai kepentingan pada kondisi yang sesuai.

B. Pembahasan Materi

1. Pembelahan Sel Bakteri

Bakteri melakukan proses reproduksi aseksual yang dikenal sebagai pembelahan biner, di mana satu sel terbagi menjadi dua sel yang berukuran sama. Proses pembelahan biner dimulai dengan pemanjangan sel, yang melibatkan pembesaran membran sel dan dinding sel serta peningkatan volume sel. Sel mulai mereplikasi DNA-nya, sebagai persiapan untuk memiliki dua salinan kromosom untuk setiap sel yang baru terbentuk. Setelah nukleoid dipisahkan ke setiap ujung sel memanjang, pembentukan septum selesai,

D. Daftar Pustaka

- Buckley, Gabe. 2021. Binary Fission - Definition, Steps and Examples. Diakses dari: <https://biologydictionary.net/binary-fission/> pada tanggal 21 Februari 2023
- Hagemann, Birger. 2017. Numerical and Analytical Modeling of Gas Mixing and Bio-Reactive Transport during Underground Hydrogen Storage. Diakses dari : https://www.researchgate.net/publication/323825297_Numerical_and_Analytical_Modeling_of_Gas_Mixing_and_Bio-Reactive_Transport_during_Underground_Hydrogen_Storage pada tanggal 22 Februari 2023
- Libretexts. 2022. Diakses dari: [https://bio.libretexts.org/Bookshelves/Microbiology/Microbiology_\(OpenStax\)/](https://bio.libretexts.org/Bookshelves/Microbiology/Microbiology_(OpenStax)/) pada tanggal 12 Januari 2022
- Panseri, S., Cunha, C., D'Alessandro, T., Sandri, M., Giavaresi, G., Marcacci, M., Hung, C.T., & Tampieri, A. 2012. Intrinsically superparamagnetic Fe-hydroxyapatite nanoparticles positively influence osteoblast-like cell behaviour. *Journal of Nanobiotechnology*, 10, 32 - 42.
- Supriya. 2023. Diakses dari: <https://biologyreader.com/bacterial-growth-factors.html> pada tanggal 22 Februari 2023

BAB 13

PENGELOLAAN DAN PENGENDALIAN PERTUMBUHAN MIKROORGANISME

Dr. Shafa Noer, M.Si
Universitas Indraprasta PGRI

A. Pendahuluan

Mikroorganisme dapat tumbuh dengan pesat dalam kondisi lingkungan yang sesuai. Agar tidak menimbulkan kerugian bagi manusia maupun lingkungan, pertumbuhan ini harus dikendalikan dan dikelola dengan baik. Pengelolaan dan pengendalian ini dapat menghilangkan sama sekali mikroorganisme (*cide*) atau hanya menghambat pertumbuhannya (*static*).

Protokol paling ekstrim untuk pengendalian mikroorganisme bertujuan untuk melakukan sterilisasi, yaitu pembunuhan total semua sel vegetatif, endospora, dan virus dari lingkungan yang ditargetkan. Protokol sterilisasi umumnya dilakukan untuk penelitian di laboratorium, kebutuhan medis, kebutuhan manufaktur, dan industri makanan. Pada bidang-bidang tersebut dibutuhkan kondisi yang benar-benar bebas dari mikroorganisme. Beberapa cara digunakan dalam pengendalian mikroorganisme. Dalam bab ini akan dibahas beberapa cara pengendalian tersebut.

B. Pengendalian Mikroorganisme Secara Fisika

Sejak zaman dahulu, manusia telah menggunakan berbagai metode fisik untuk mengontrol mikroorganisme dalam proses pengawetan makanan. Metode umum yang digunakan meliputi penggunaan suhu tinggi, radiasi, filtrasi, dan

Metode/ Protokol	Definisi	Contoh Aplikasi	Agen yang digunakan
<i>Degerming</i>	Mengurangi kepadatan mikroorganisme pada kulit atau jaringan melalui gosokan lembut atau keras dengan penggunaan bahan kimia ringan	Mencuci tangan	Sabun, <i>alcohol swab</i>

(Sumber : Libretext, 2022)

F. Latihan Soal

1. Apakah ada perbedaan hasil dan metode penyimpanan antara susu yang dipasteurisasi dengan HTST dan UHT? Jelaskan jawaban Anda.
2. Apakah meletakkan makanan di lemari es dapat membunuh bakteri pada makanan? Jelaskan jawaban Anda.
3. Apakah filtrasi membran dengan filter berdiameter 0,2- μm akan menghilangkan virus dari larutan? Jelaskan jawaban Anda.
4. Apa itu resistensi antibiotik? Jelaskan mengapa dapat terjadi resistensi antibiotik.
5. Bagaimana perkembangan pencarian zat antimikroorganisme baru saat ini? Lakukan penelusuran riset terkini dan buat resume pembahasannya.

G. Daftar Pustaka

- Libretexts. 2022. Diakses dari: [https://bio.libretexts.org/Bookshelves/Microbiology/Microbiology_ \(OpenStax\)/](https://bio.libretexts.org/Bookshelves/Microbiology/Microbiology_(OpenStax)/) pada tanggal 12 Januari 2022
- McDonnell, G., & Russell, D. (1999). Antiseptics and disinfectants: Activity, action, and resistance

BAB 14

APLIKASI MIKROBA DALAM KEHIDUPAN

**Riri Novita Sunarti, M.Si.
UIN Raden Fatah Palembang**

Aplikasi mikroorganisme di era modern saat ini sangat luas. Mikroorganisme dapat diterapkan secara langsung maupun dimanipulasi untuk kepentingan manusia. Pemanfaatan mikroorganisme dengan perkembangan teknologi modern menciptakan inovasi dalam bidang pertanian, perikanan, pangan, industri, kesehatan, dan lingkungan. Pertanian saat ini memanfaatkan mikroorganisme dalam meningkatkan kesuburan tanah, kualitas hasil pertanian, dan penanggulangan hama secara alami (biopestisida).

Bidang pangan memanfaatkan mikroba dalam menciptakan sumber pangan alternatif di masa depan (spirulina, yeast digunakan sebagai salah satu penghasil protein tinggi). Bidang industri digunakan sebagai bioremediasi pada limbah industri. Bidang kesehatan mikroorganisme dapat digunakan untuk produksi hormon, protein atau enzim tertentu, terapi gen, vaksin DNA, dan obat hasil metabolit sekunder mikroba. Bidang lingkungan secara umum mikroorganisme berperan dalam menjaga keseimbangan daur biogeokimia.

Pada bab ini akan dibahas tentang peranan mikroorganisme dalam bidang pertanian, pangan, kesehatan, industri, lingkungan, dan material baru.

12. Sebutkan beberapa hasil fermentasi yang dilakukan oleh fungi!
13. Jelaskan peranan bakteri di bidang industri!
14. Sebutkan dan jelaskan dua metode dalam bioremediasi!
15. Jelaskan secara singkat apa yang anda ketahui tentang *Trichoderma*!

E. Daftar Pustaka

- Afifi, Ruhana. (2018). *Peranan Mikroorganisme Dalam Bidang Kesehatan*. Fakultas Keguruan Ilmu Pendidikan: Universitas Kuningan.
- Amum, S. R.t. (2005). *Biotechnology An Introction*. Edition 2. Miami University. ISBN 0-534- 49296-7. USA. p. : 323.
- Andoko, A. (2002). *Budidaya Padi Secara Organik*. Jakarta: Penebar Swadaya.
- Avivi, S .(2001). Sistem Pertanian Organik: Berdasarkan Standar CODEX dan Prosedur Sertifikasinya. *Jurnal Agribisnis*, Volume V, No 2. Jakarta.
- Baker, K.F. and R.J.Cook. (1982). *Biological Control of Plant Patogens*. The American society. St. Paul, Minnesota.
- Barus T., Wati, L., Melani Suwanto, A., Yogiara. (2017). Diversity of protease-producing *Bacillus* spp. From Fresh Indonesian tempeh based on 16S Rrna gene sequence. *HAYATI Journal of Bioscience* 24 (1):35-40. DOI:10.1016/j.hjb.2017.05.001.
- Bence, K.A. Kvenvolden and M.C. Kennicutt, (1996). *Organic Geochemistry Applied to Environ*.
- Brim, H., Mc Farlan SC, Fredrickson JK, Minton KW, Zhai M, Wackeit LP and Daly MJ. 92000). *Engineering Deinococcus Radiodurans for Metal Remediation in Radioactive Mixed Waste Environments*, *Nature Biotechnology*. 18 (1): 85-90.
- Departemen Pertanian. (2004). *Pedoman Penyelenggaraan Penyuluhan Pertanian dalam Era Otonomi Daerah*. Jakarta: Badan Pengembangan Sumberdaya Manusia Pertanian, Departemen Pertanian.
- Douds D.D and Patricia D Millner. (1999). *Biodiversity Of Arbuscular Mycorrhizal Fungi In Agroecosystems*.

- Agriculture, Ecosystems and Environment. Vol 74. Hal 77-93.
- Fakih, M. (2003). *Runtuhnya Teori Pembangunan dan Globalisasi*. Insist, Yogyakarta.
- Fibriana, Fidia & Amalia, Andin Vita. (2016). Potensi Kitchen Microbiology Untuk Meningkatkan Keterampilan Teknik Hands-on Dalam Pembelajaran Mikrobiologi. *Unnes Science Education Journal*, Vol 5 No.1, Hal 1210-1216.
- Harman, G., E., (1991). *Trichoderma spp., including T. harzianum, T. viridae, T. koningii*,
- Jenie, B. S. L. (1998). *Sanitasi dalam Industri Pangan*. Bogor: PAU Pangan dan Gizi, IPB.
- Laila, 3. (2003). *Proses Adopsi Inovasi Pestisida Hayati (Pestisida Ramah Lingkungan)*. Bandung: Fakultas Pertanian Unpad.
- Lugtenberg B.J.J and Lev V Kravchenko. (1999). Tomato Seed And Root Exudate Sugars: Composition, Utilization By Pseudomonas Biocontrol Strains And Role In Rhizosphere Colonization. *Environmental Microbiology*. Vol 1 (5). Hal 439-446.
- Novizan. (2002). *Membuat dan Memanfaatkan Pestisida Ramah Lingkungan..* Jakarta: Agromedia Pustaka.
- Peters, A.F. (1991). Field and culture studies of *Streblonema-Macrocystis* new species *Ectocarpales Phaeophyceae* from Chile, a sexual endophyte of giant kelp. *Phycologia*, 30, 365-377.
- Pratiwi, Rina Hidayati. (2019). Peranan Mikroorganisme Endofit Dalam Dunia Kesehatan: Kajian Pustaka. *Jurnal Ilmiah Matematika dan Pengetahuan Alam*, Vol 16 No. 1, Hal 21-32.
- Radita, Rahmadina., Antonius, Suwanto., Wahyudi, Aris Tri & Rusmana, Iman. (2017). Analisis Mikrobiologi dan Metagenom Bakteri Selama Proses Produksi Tempe. *Disertasi*. Institut Pertanian Bogor.
- Raphaella Diah Imaningrum Susanti, Anna Chatarina Sri Purna Suswati, dan Sari Perwita Rahmanti Ignatia. (2003). *Pemberdayaan Petani Perempuan dalarn Penerapan Sistem Pertanian Lestari*. Malang: Dioma.
- Reijntjes, C., Bartus, H., dan Water-Bayer. (1992). *Pertanian Masa Depan*. Yogyakarta: Kanisius.

- Rizqah, Ziyadatu., Setyaningsih, Maryanti & Maryani. (2019). Hubungan Pengetahuan Mikrobiologi dengan Sikap Peduli terhadap Kesehatan Pada Mahasiswa Pendidikan Biologi. *Bioeduscience*, Vol. 03, No.1: 07-13.
- Sharma, A. K. (2002). *Organic farming*. India: Central Arid Zone Research institute Jodhpur. Agrobios.
- Sudaryatiningsih, C., Supyani. (2009). Linoleic and linolenic acids analysis of soybean tofu with *Rhizopus oryzae* and *Rhizopus oligosporus* as coagulant. *Nusantara Bioscience*, 1 (3):110-116. DOI: 10.13057/nusbiosci/n010302.
- Sulistiyowati, A. (1999). *Pertanian Organik dalam Sejarah Peradaban*. Wacana, edisi 17 Mei-Juni 1999, Jakarta.
- Suwahyono Untung dan Wahyudi Pryo, (2004). Penggunaan Biofungisida Pada Usaha Perkebunan. Infor @iptek.net.id.
- T. hamatun and other spp. *Deuteromycetes, Moniliales (aseksual classification system) (Ascomycetes, Hypocreales, usually Hypocrea spp., are sexual anamorphs, this life stage is lacking or unknown for biocontrol strains)*. Cornell University
- Wahjono, Hendro. (2007). *Peran Mikrobiologi Klinik pada Penanganan Penyakit Infeksi*. Semarang: Universitas Diponegoro.
- Widyastuti, S.M., Sumardi dan N.Hidayat.(1998). *Kemampuan Trichoderma spp. Untuk pengendalian hayati jamur akar putih pada Acasia mangium secara in vitro*. Buletin Kehutanan. Fak.Kehutanan, UGM.Yogyakarta.No.36, hal.25-38.
- Yuniastri, Ratih., Ismawati & Putri, Rika Diananing. (2018). Mikroorganisme Dalam Pangan. *Cemara*, Vol 15 No. 2, Hal 15-20.
- Singkoh, Marina F.O & Umboh Stella D. (2019). Mikrobiologi Industri. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan: Universitas Sam Ratulang
- Pelczar, Michael J., dan Chan, E. C. S., (1986)., 190-191. Dasar-Dasarm Mikrobiologi. Universitas Indonesia. UI-Press. Jakarta.

GLOSARIUM

- Analisis phospholipid fatty acids* : adalah teknik yang banyak digunakan untuk mengestimasi biomassa total mikroorganisme dengan dasar komponen penyusun mikroorganisme.
- Bakteri : makhluk hidup terkecil bersel tunggal, terdapat di mana-mana, dapat berkembang biak dengan kecepatan luar biasa dengan jalan membelah diri, ada yang berbahaya dan ada yang tidak, dapat menyebabkan peragian, pembusukan, dan penyakit.
- Bakteriofaga : merupakan virus yang menyerang bakteri
- Bioremediasi : penggunaan metode biologi untuk memulihkan tanah yang tercemar, khususnya penambahan bakteri dan organisme lain yang menghancurkan atau menetralkan zat pencemar dalam tanah.
- Culture Dependent* : mikroorganisme yang dapat ditumbuhkan dengan medium yang sesuai dalam lingkungan yang sesuai.
- Culture Independent* : mikroorganisme yang tidak dapat ditumbuhkan dengan medium buatan dalam laboratorium.
- Daur Litik : pada fase akhir siklus replikasi, sel yang menjadi inang dalam replikasi virus akan mengalami lisis (mati)
- Daur Lisogenik : virus yang tidak menyebabkan bakteri mengalami lisis
- Disinfektan : bahan kimia yang digunakan untuk mencegah infeksi atau pencemaran oleh jasad renik; pembasmi kuman penyakit.
- DNA *Microarrays* : adalah satu set segmen DNA spesifik yang melekat pada matriks padat.
- DNA polymerase : Enzim yang mengkatalis pemanjangan DNA baru pada garpu replikasi dengan

	cara penambahan nukleotida ke rantai yang sudah ada.
Hibridisasi	: Pembentukan satu atau lebih individu hybrid.
Inokulasi	: pembiakan bakteri pada suatu pembenihan.
Insetisida	: senyawa kimia yang digunakan untuk membunuh serangga (biasanya dengan mengusapkan atau menyemprotkannya).
Kapsid	: merupakan selubung/mantel protein yang membungkus materi genetik berupa asam nukleat.
Kontaminasi	: pencemaran (khususnya karena kemasukan unsur luar).
Lisis	: tahap ketika partikel virus keluar dari sel inang dengan merusak sel tersebut
Metagenomik	: adalah suatu ilmu yang mempelajari seluruh DNA dari suatu ekosistem secara lengkap.
Mikrobiologi Industri:	suatu usaha memanfaatkan mikroba sebagai komponen untuk industri atau mengikut sertakan mikroba dalam proses, yang bertujuan untuk menghasilkan produk bernilai ekonomi dan bermanfaat.
<i>Molecular Fingerprints</i>	: adalah metode untuk mengidentifikasi suatu organisme berdasarkan acuan genetik molekuler.
Nukleokapsid	: merupakan unit struktural berupa protein yang membungkus genom virus bedanya dengan kapsid adalah kalau kapsid terletak di luar namun jika nukleokapsid itu terletak di dalam atau menyelubungi genom virus secara langsung.
Pertanian Organik	: sistem produksi pertanian yang menggunakan bahan-bahan alami dan

menghindari atau membatasi penggunaan bahan kimia sintetis.

- Reaksi rantai polymerase (polymerase chain reaction, PCR): Suatu teknik untuk perbanyak DNA in vitro dengan cara menginkubasi dengan primer khusus, molekul DNA, polimerase, dan nukleotida.
- Rekayasa Genetik : rekayasa ilmu dalam cabang biologi yang berhubungan dengan prinsip keturunan dan variasi pada binatang dan tumbuhan jenis yang sama.
- RNA : Asam nukleat yang terdapat dalam nucleus dan juga sitoplasma yang berfungsi dalam sintesis protein.
- Rodentisida : setiap zat yang merupakan racun bagi binatang pengerat, terutama tikus.
- Tetanus : penyakit akibat infeksi luka oleh bakteri *Clostridium tetan* dengan gejala kejang-kejang
- Virion : merupakan partikel virus lengkap, beberapa contoh seperti (papovavirus, picornavirus, adenovirus dll yang merupakan virion dengan nukleokapsid), virus kompleks lain yang memiliki struktur nukleokapsid dengan kapsid yang membungkusnya adalah (Herpesvirus, Orthomyxovirus). Virion berfungsi mengantarkan genom virus dari sel hospes satu ke lainnya.

TENTANG PENULIS



Dr. Rina Hidayati Pratiwi, M.Si

Universitas Indraprasta PGRI, Jakarta

Penulis merupakan staf pengajar perguruan tinggi di Universitas Indraprasta PGRI, Jakarta, program studi Pendidikan Biologi (S1) dan Pendidikan MIPA (S2). Penulis juga sebagai dosen Luar Biasa di Universitas Terbuka dan juga trainer Mikrobiologi. Pendidikan S-1 diperoleh penulis dari Jurusan Biologi, Institut Pertanian Bogor (IPB). Di Universitas yang sama, penulis juga menyelesaikan pendidikan masternya (S-2) pada Program Studi Bioteknologi melalui program beasiswa BPPS Dikti. Pendidikan S-3 diselesaikan di Jurusan Biologi, Universitas Indonesia (UI) tahun 2016 menggunakan beasiswa BPPDN Dikti. Dari skripsi hingga disertasi, riset yang penulis lakukan ialah di bidang Mikrobiologi Kesehatan. Bidang keilmuannya dalam bidang Microbial prospecting, kemopropecting dan pendidikan Mikrobiologi. Hingga saat ini, penulis juga aktif melakukan penelitian dalam berbagai bidang Mikrobiologi dan *drug discovery* dari hibah riset Kementerian, baik KemenristekDikti maupun Kemendikbud-Ristek. Penggunaan mikroorganisme, baik dari mikroorganisme fage maupun bakteri endofit untuk menghasilkan suatu obat menjadi fokus dari bidang risetnya. Selain menulis buku, penulis juga aktif menulis di berbagai jurnal ilmiah internasional dan nasional. Saat ini penulis juga aktif sebagai editor dan reviewer di jurnal nasional maupun internasional serta reviewer penelitian Dikti.

E-mail penulis: rina.hp2012@gmail.com. Researchgate penulis: <https://www.researchgate.net/search/publication?q=rina%20hidayati%20pratiwi>



Riri Novita Sunarti, M.Si.

Penulis dilahirkan di Bandung, 19 November 1977 merupakan dosen Prodi Biologi Fakultas Sains dan Teknologi UIN Raden Fatah Palembang sejak tahun 2014. Pendidikan S1 ditempuh di Universitas Sriwijaya pada tahun 1997 pada Jurusan Biologi, pendidikan S2 ditempuh di Institut Pertanian Bogor pada tahun 2009 pada Departemen Biologi Mayor Mikrobiologi. Saat ini masih menempuh pendidikan S3 pada Program Pascasarjana Doktor Ilmu MIPA (Kekhususan Biologi) Universitas Sriwijaya. Bidang kajian penelitian yang diambil Virologi, Pernah mengampu mata kuliah diantaranya: Mikrobiologi, Mikrobiologi lingkungan, Mikrobiologi Pangan, Mikologi, Virologi, Kultur Jaringan Tumbuhan, dan Ekologi Tumbuhan. Selain mengajar, beliau juga aktif dalam bidang penelitian dan publikasi baik tingkat nasional dan internasional, adapun judul publikasi yang telah dipublikasi internasional antara lain: Biological characteristics and lytic effectiveness of phages isolated from domestic wastewater against indigenous *Salmonella* spp. Characteristics of nano-size MgO prepared using aqueous extract of different parts of *Moringa oleifera* plant as green synthesis agents, dan Diversity of Antibiotic-Resistant *Escherichia coli* from Rivers in Palembang City, South Sumatra, Indonesia, Selain itu beliau juga menulis buku, antara lain: Studi Bioinsektisida Daun Pepaya Pada Kutu Daun di Daerah Pagar Alam Sumatera Selatan ISBN : 9786020778983, Studi Pita Tanam Organik (PTO) aplikasi PTO pada tanaman padi lahan gambut di daerah Sumatera Selatan ISBN : 9786232500624, Efektivitas adsorpsi logam berat pada limbah cair dengan menggunakan serbuk hasil samping ekstrak kelor (*Moringa oleifera*) ISBN : 9786232502161.



Dr. Shafa Noer, M.Si

Penulis lahir di Jakarta pada tanggal 21 Maret 1986 dari Ayah Mohammad Noer, ph.D dan Ibu Farhanah Salim S.S. Penulis menempuh studi S1 nya (2004-2008) di Fakultas Biologi, bidang kekhususan Biologi Industri, Universitas Nasional. Pada tahun 2009 sampai dengan 2011, penulis melanjutkan studi S2 di Fakultas MIPA, bidang kekhususan Bioteknologi, Universitas Indonesia. Penulis menempuh studi doktoral di Departemen Biologi Universitas Indonesia dengan bidang fokus mikrobiologi dan lulus pada tahun 2022. Pada tahun 2011 sampai tahun 2012 penulis sempat bekerja di Laboratorium Teknologi Bioindustri, BPPT, Puspiptek Serpong. Mulai dari tahun 2013 sampai sekarang, penulis menjadi dosen tetap di Prodi Pendidikan Biologi, Universitas Indraprasta PGRI. Beberapa penelitian di bidang mikrobiologi yang dilakukan oleh penulis diantaranya adalah Seleksi Bakteri Penghasil Enzim Xilanase Alkalotermofilik, Kloning Gen Xilanase Alkalotermofilik pada *E.coli* dan Karakterisasi Produk Gennya, Efektifitas Tanaman *Ruta angustifolia* Terhadap Penghambatan Biofilm Mikroba Patogen Oral dan lain-lain. Alamat respondensi di shafa_noer@yahoo.co.id



Dr. Niken Dharmayanti, A.Pi., M.Si

Penulis lahir di Semarang tanggal 17 November 1964. Penulis merupakan dosen pada Program Studi S2 Pemanfaatan Sumberdaya Perikanan, Program Pasca Sarjana, Politeknik Ahli Usaha Perikanan. Penulis memperoleh gelar D4 Ahli Perikanan di Jurusan Teknologi Pengolahan Hasil Perikanan, Sekolah Tinggi Perikanan pada tahun 1991. Gelar Magister di Program Studi Teknologi Hasil Perikanan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Perikanan, Institut Pertanian Bogor (IPB) pada tahun 2007, serta menyelesaikan Program Doktor di Program Studi Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

Universitas Indonesia (UI) pada tahun 2019. Sejak tahun 1992 Penulis mengajar matakuliah Mikrobiologi Dasar, Analisis Mikrobiologi Hasil Perikanan, Bioteknologi dan Teknologi Pengolahan Hasil Perikanan di Politeknik Ahli Usaha Perikanan (Poltek AUP).

Eksplorasi Ilmu Mikrobiologi terus dikembangkan hingga kini oleh penulis baik dari Mikroba, Bakteri, Simbion Bakteri, Rumput Laut, Tanaman Pesisir, Biota Laut, Ikan maupun non ikan. Sebagai dosen aktif penulis melakukan publikasi hasil penelitian pada seminar nasional, seminar internasional, dan jurnal ilmiah. Publikasi ilmiah yang dihasilkan penulis misalnya Isolasi dan Identifikasi Ekstrak Methanol dari Tanaman Pesisir sebagai Inhibitor Enzim Topoisomerase II, Isolasi dan Identifikasi Bahan Aktif Anti Mikroba dari Rumput Laut *Sargassum sp.* Isolasi dan Identifikasi Bahan Aktif Anti Kanker dari Biota Laut dan Tanaman Pesisir, Bioaktif *Sargassum sp.* Sebagai Alternatif Pengganti Klorin dalam Industri Pengolahan Udang. Penapisan Anti Bakteri Ekstraksi Mangrove Tancang dan Uji Genotoksitasnya, Bahan Aktif dari Simbion Bakteri pada Rumput Laut, Keanekaragaman Rumput Laut Liar di Banten, Karakteristik Struktur Alginat *Sargassum sp.*, Potensi Antibakteri dari Simbion Bakteri Rumput Laut Coklat di Perairan Jawa Bagian Barat.

Penulis saat ini aktif melaksanakan Tri Dharma Perguruan Tinggi dengan mengajar, membimbing dan meneliti di bidang Bioteknologi dan Mikrobiologi Terapan maupun melakukan Pengabdian Masyarakat di desa-desa nelayan sesuai dengan tugas pokok dan fungsi dosen di Politeknik Ahli Usaha Perikanan, sebagai dosen Perguruan Tinggi Vokasi dalam melaksanakan tugas tidak lepas dari ruang lingkup mikrobiologi terutama dalam bidang pengolahan hasil perikanan. Penulis saat ini menjalankan tugas dosen dengan tugas tambahan menjadi Ketua Program Studi Pemanfaatan Sumberdaya Perikanan, Program Pasca Sarjana Politeknik Ahli Usaha Perikanan dan ikut mengelola Laboratorium Mikrobiologi Terapan di Politeknik Ahli Usaha Perikanan.



Nur Hidayah, S.Si., M.Biotech.

Penulis lahir di Pati, Jawa Tengah, pada tanggal 05 Desember tahun 1990. Penulis lahir dari pasangan Bapak Sardi dan Ibu Sukesi, yang keduanya tidak mengenal bangku Pendidikan formal. Berbekal semangat tidak ingin seperti bapak dan ibu yang buta huruf, penulis mengenyam Pendidikan dasar hingga sekolah menengah atas di kampung kelahiran, di pelosok kabupaten Pati, Jawa Tengah. Lecutan semangat dan dorongan dari orang tua membawa penulis terus mendapatkan prestasi selama di sekolah hingga memperoleh beasiswa Pendidikan sarjana dari Kementerian Agama dan beasiswa Pendidikan program megister dari Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan.

Saat ini penulis merupakan dosen pada program studi Teknologi Pengolahan Hasil Perikanan, Politeknik Ahli Usaha Perikanan Jakarta. Penulis memperoleh gelar sarjana sains dari Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya, dari jurusan Biologi dengan minat Mikrobiologi. Penulis juga memperoleh gelar magister biotechnology dari Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta dari program studi Bioteknologi, Sekolah Pascasarjana UGM dengan bidang penelitian bioteknologi industry, khususnya produksi enzim lipase oleh fungi.

Sebagai dosen politeknik, penulis mengajar mata kuliah bidang mikrobiologi dan bioteknologi dan juga mata kuliah yang berkaitan dengan pengujian mutu dan keamanan pangan. Tidak dipungkiri sebagai dosen Lembaga Pendidikan vokasi penulis lebih konsentrasi dalam bidang praktik dan ketrampilan teknis dalam pengujian mutu dengan tidak melupakan aspek teoritis. Penulis juga berperan sebagai sekretaris pusat kajian mutu dan keamanan pangan pada Program Studi Teknologi Pengolahan Hasil Perikanan, Politeknik AUP Jakarta.

Sebagai dosen, penulis juga tetap melaksanakan penelitian dan publikasi hasil penelitian pada seminar nasional, seminar internasional, dan jurnal ilmiah. Publikasi ilmiah yang dihasilkan penulis tidak lepas dari ruang lingkup mikrobiologi terutama

dalam bidang pengolahan hasil perikanan. Sebagian besar hasil penelitian penulis dibidang bioteknologi pengolahan rumput laut dan bahan alam kelautan. Terutama pemanfaatannya sebagai sumber antioksidan, sumber anti bakteri, anti fungi serta profiling senyawa fitokimia dan faktor fisikokimia.



Dr. Resmi Rumenta Siregar, S. St. Pi. M. Si,

Penulis lahir di Silantomjulu, Sumatera Utara, pada tanggal 27 Agustus 1976. Penulis lahir dari pasangan Bapak Haposan Siregar dan Ibu Menti Pakpahan yang bekerja sebagai seorang petani. Penulis menempuh pendidikan Sekolah Dasar (SD) di Desa Silantomjulu, di Kabupaten Tapanuli Utara. Pendidikan Menengah Pertama ditempuh di SMP Negeri 1 Sipirok sampai tahun pertama. Karena satu dan lain hal, penulis pindah ke Jakarta meninggalkan orangtua tercinta. Berbekal semangat yang tinggi untuk terus maju, penulis meneruskan Pendidikan Menengah Pertama di SMP Negeri 6 Bekasi, Jawa Barat, dan melanjutkan Pendidikan Menengah Atas di SMA Negeri 4 Bekasi, dan lulus tahun 1996. Pendidikan Diploma 4 ditempuh di Sekolah Tinggi Perikanan Jakarta (saat ini berubah nama menjadi Politeknik Ahli Usaha Perikanan), dan lulus tahun 2000.

Prestasi yang diperoleh selama menempuh kuliah menjadikan penulis langsung dipilih sebagai calon dosen di Sekolah Tinggi Perikanan, dan mulai tahun 2002 menjadi Dosen Tetap di Politeknik Ahli Usaha Perikanan pada Program Studi Teknologi Pengolahan Hasil Perikanan. Penulis memperoleh gelar Magister Sains dari Universitas Indonesia pada tahun 2007, jurusan Biologi dengan minat Sains Hayati. Melihat peluang yang sangat besar serta berbekal semangat untuk terus berkkiprah di dunia pendidikan, penulis melanjutkan pendidikan doktor di Fakultas Perikanan, Institut Pertanian Bogor, dan lulus tahun 2021.

Sebagai dosen, penulis mengajar mata kuliah Mikrobiologi Hasil Perikanan, Sanitasi dan Higiene Industri Pengolahan Hasil Perikanan, dan beberapa mata kuliah yang berkaitan dengan mutu

dan keamanan produk perikanan. Selain tugas pokok mengajar, penulis juga aktif melakukan kegiatan penelitian dan pengabdian kepada masyarakat, dengan bidang yang berkaitan dengan ruang lingkup mata kuliah yang diampu. Penulis juga aktif mengikuti seminar ilmiah serta mempublikasikan hasil penelitian pada seminar nasional, seminar internasional, dan jurnal ilmiah. Sebagai tugas tambahan, saat ini penulis menjadi Kepala Laboratorium Mikrobiologi Terapan dan Kepala Pusat Kajian Mutu dan Keamanan Pangan Politeknik AUP Jakarta.



Intan Chairun Nisa, S.Si., M. Biotech.

Penulis lahir di Surabaya pada tanggal 6 Februari 1993. Pendidikan S1 ditempuh di Jurusan Biologi Universitas Airlangga Surabaya tahun 2010-2014, kemudian melanjutkan pendidikan S2 di Program Studi Bioteknologi Universitas Gadjah Mada tahun 2015-2017. Tahun 2018- 2021, menjadi dosen muda di jurusan Teknologi Laboratorium Medik Universitas Maarif Hasyim Latif Sidoarjo, dan tahun 2021 hingga sekarang menjadi dosen di program studi Universitas Negeri Malang. Beberapa mata kuliah yang diampu seperti mikrobiologi, teknologi bioproses, metabolit sekunder tumbuhan, dan kultur jaringan. Bidang keahlian yang ditekuni adalah bioteknologi industri dan lingkungan. Bidang penelitian mencakup biofertilizer, biopestisida, skrining antibakteri, biosurfaktan dan teknologi fermentasi. Pengalaman organisasi seperti pengurus himpunan mahasiswa, badan eksekutif mahasiswa dan anggota perkumpulan bioteknologi.



REPUBLIK INDONESIA
KEMENTERIAN HUKUM DAN HAK ASASI MANUSIA

SURAT PENCATATAN CIPTAAN

Dalam rangka perlindungan ciptaan di bidang ilmu pengetahuan, seni dan sastra berdasarkan Undang-Undang Nomor 28 Tahun 2014 tentang Hak Cipta, dengan ini menerangkan:

Nomor dan tanggal permohonan : EC00202342606, 8 Juni 2023

Pencipta

Nama : **Dr. Rina Hidayati Pratiwi, M.Si., Riri Novita Sunarti, M.Si. dkk**
Alamat : Perumahan Bilabong, Blok G21, Nomor 9, Rt 03, Rw 16, Cimanggis, Bojong Gede, Bogor, 16920, Bogor, Jawa Barat, 16920

Kewarganegaraan : Indonesia

Pemegang Hak Cipta

Nama : **Dr. Rina Hidayati Pratiwi, M.Si., Riri Novita Sunarti, M.Si. dkk**
Alamat : Perumahan Bilabong, Blok G21, Nomor 9, Rt 03, Rw 16, Cimanggis, Bojong Gede, Bogor, 16920, Bogor, Jawa Barat, 16920

Kewarganegaraan : Indonesia

Jenis Ciptaan : **Buku**

Judul Ciptaan : **Mikrobiologi Dalam Riset**

Tanggal dan tempat diumumkan untuk pertama kali : 26 Mei 2023, di Purbalingga

Tanggal dan tempat diumumkan untuk pertama kali di wilayah Indonesia atau di luar wilayah Indonesia

Jangka waktu perlindungan : Berlaku selama hidup Pencipta dan terus berlangsung selama 70 (tujuh puluh) tahun setelah Pencipta meninggal dunia; terhitung mulai tanggal 1 Januari tahun berikutnya.

Nomor pencatatan : 000475531

adalah benar berdasarkan keterangan yang diberikan oleh Pemohon.

Surat Pencatatan Hak Cipta atau produk Hak terkait ini sesuai dengan Pasal 72 Undang-Undang Nomor 28 Tahun 2014 tentang Hak Cipta.

a.n. MENTERI HUKUM DAN HAK ASASI MANUSIA
Direktur Hak Cipta dan Desain Industri



Anggoro Dasananto
NIP. 196412081991031002

Disclaimer:

Dalam hal permohonan memberikan keterangan tidak sesuai dengan surat pernyataan, Menteri berwenang untuk mencabut surat pencatatan permohonan.