



Andree Saylendra, SP.,M.Si.
Putra Utama, SP.,MP.
Endang Sulistyorini, SP.,M.Si.

MIKROBIOLOGI

MIKROBIOLOGI

Andree Saylendra, SP.,M.Si.

Putra Utama, SP.,MP.

Endang Sulistyorini, SP.,M.Si.



Tahta Media Group

UU No 28 tahun 2014 tentang Hak Cipta

Fungsi dan sifat hak cipta Pasal 4

Hak Cipta sebagaimana dimaksud dalam Pasal 3 huruf a merupakan hak eksklusif yang terdiri atas hak moral dan hak ekonomi.

Pembatasan Pelindungan Pasal 26

Ketentuan sebagaimana dimaksud dalam Pasal 23, Pasal 24, dan Pasal 25 tidak berlaku terhadap:

- i. penggunaan kutipan singkat Ciptaan dan/atau produk Hak Terkait untuk pelaporan peristiwa aktual yang ditujukan hanya untuk keperluan penyediaan informasi aktual;
- ii. Penggandaan Ciptaan dan/atau produk Hak Terkait hanya untuk kepentingan penelitian ilmu pengetahuan;
- iii. Penggandaan Ciptaan dan/atau produk Hak Terkait hanya untuk keperluan pengajaran, kecuali pertunjukan dan Fonogram yang telah dilakukan Pengumuman sebagai bahan ajar; dan
- iv. penggunaan untuk kepentingan pendidikan dan pengembangan ilmu pengetahuan yang memungkinkan suatu Ciptaan dan/atau produk Hak Terkait dapat digunakan tanpa izin Pelaku Pertunjukan, Produser Fonogram, atau Lembaga Penyiaran.

Sanksi Pelanggaran Pasal 113

1. Setiap Orang yang dengan tanpa hak melakukan pelanggaran hak ekonomi sebagaimana dimaksud dalam Pasal 9 ayat (1) huruf i untuk Penggunaan Secara Komersial dipidana dengan pidana penjara paling lama 1 (satu) tahun dan/atau pidana denda paling banyak Rp100.000.000 (seratus juta rupiah).
2. Setiap Orang yang dengan tanpa hak dan/atau tanpa izin Pencipta atau pemegang Hak Cipta melakukan pelanggaran hak ekonomi Pencipta sebagaimana dimaksud dalam Pasal 9 ayat (1) huruf c, huruf d, huruf f, dan/atau huruf h untuk Penggunaan Secara Komersial dipidana dengan pidana penjara paling lama 3 (tiga) tahun dan/atau pidana denda paling banyak Rp500.000.000,00 (lima ratus juta rupiah).

Hak cipta dilindungi undang-undang

Dilarang keras menerjemahkan, memfotokopi, atau memperbanyak sebagian atau seluruh isi buku ini tanpa izin tertulis dari Penerbit.

MIKROBIOLOGI

Penulis:

Andree Saylendra, SP.,M.Si.

Putra Utama, SP.,MP.

Endang Sulistyorini, SP.,M.Si.

Desain Cover:

Tahta Media

Editor:

Tahta Media

Proofreader:

Tahta Media

Ukuran:

vii, 229, Uk: 15,5 x 23 cm

ISBN: 978-634-262-233-9

Cetakan Pertama:

Juni 2026

Hak Cipta 2026, Pada Penulis

Isi diluar tanggung jawab percetakan

Copyright © 2026 by Tahta Media Group

All Right Reserved

PENERBIT TAHTA MEDIA GROUP

Perumahan Mitra Utama Residence 3 Blok A no 1, Sawahan, Tempel,
Kec. Gatak, Kabupaten Sukoharjo, Jawa Tengah 57557

email: tahtaliterasimedia@gmail.com

website: <http://store.tahtamedia.co.id/>

Anggota IKAPI (216/JTE/2021)

KATA PENGANTAR

Puji syukur ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa, karena buku Mikrobiologi ini dapat diselesaikan dengan baik. Mikrobiologi merupakan salah satu cabang ilmu biologi yang mempelajari berbagai mikroorganisme, seperti bakteri, virus, jamur, alga mikroskopis, dan protozoa. Perkembangan ilmu mikrobiologi telah memberikan kontribusi yang sangat besar dalam berbagai bidang kehidupan, mulai dari kesehatan, pertanian, pangan, lingkungan, hingga industri. Oleh karena itu, pemahaman yang baik mengenai konsep dasar dan penerapan mikrobiologi menjadi sangat penting bagi mahasiswa, akademisi, peneliti, maupun praktisi yang berkecimpung dalam bidang ilmu hayati dan ilmu terapan lainnya.

Buku ini disusun sebagai sumber belajar yang memuat berbagai materi pokok mikrobiologi secara sistematis, mulai dari sejarah perkembangan mikrobiologi, klasifikasi dan karakteristik mikroorganisme, morfologi dan anatomi mikroba, metode pemeriksaan mikroorganisme, teknik sterilisasi, penggunaan mikroskop, pembuatan media, hingga berbagai aspek lain yang berkaitan dengan kehidupan dan peranan mikroorganisme. Penyajian materi diupayakan menggunakan bahasa yang mudah dipahami serta didukung dengan contoh-contoh yang relevan sehingga dapat membantu pembaca dalam memahami konsep-konsep yang dipelajari.

Akhir kata, penulis mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah memberikan dukungan dan kontribusi dalam penyusunan buku ini. Semoga buku ini dapat menjadi salah satu referensi yang bermanfaat dalam pengembangan ilmu pengetahuan dan pendidikan.

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	iv
DAFTAR ISI.....	v
BAB 1 PENDAHULUAN.....	1
A. Sejarah Perkembangan Mikrobiologi.....	1
B. Ruang Lingkup Mikrobiologi	10
BAB 2 MORFOLOGI DAN ANATOMI MIKROORGANISME	21
A. Morfologi Mikroorganisme	21
B. Struktur Sel Mikroorganisme.....	23
BAB 3 METODE PEMERIKSAAN MIKROBA.....	29
A. Sterilisasi.....	29
B. Mikroskop Dan Pemeriksaan Mikroskopi	33
C. Pembuatan Media.....	38
D. Penanaman Dan Isolasi Mikroorganisme.....	44
E. Teknik-Teknik Pewarnaan	49
BAB 4 ANALISIS MIKROBA	53
A. Analisis Kuantitatif Mikroorganisme	53
BAB 5 NUTRISI MIKROBA.....	64
A. Peran Nutrien Bagi Mikroorganisme	64
B. Pola Nutrisi Mikroorganisme	65
C. Pengelompokkan Mikroorganisme Berdasarkan Zat Gizi	67
BAB 6 PERTUMBUHAN DAN PERKEMBANGAN MIKROBA ...	70
A. Pertumbuhan Mikroorganisme	70
B. Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Pertumbuhan Mikroba	75
BAB 7 FAKTOR LINGKUNGAN YANG MEMPENGARUHI MIKROBA	83
A. Faktor Abiotik Yang Mempengaruhi Mikroba	83
B. Faktor-Faktor Biotik	93
BAB 8 METABOLISME.....	97

A. Anabolisme	97
B. Katabolisme	99
C. Zat-Zat Yang Dihasilkan Mikroba	103
BAB 9 GENETIKA MIKROORGANISME	107
A. Pewarisan Ciri Dan Variasi	108
B. Perubahan Fenotif Akibat Perubahan Lingkungan	109
C. Perubahan Genotip Pada Mikroba	109
D. Transkripsi Dan Translasi	114
E. Plasmid	117
F. Rekombinasi Genetik Pada Mikroba	119
BAB 10 DISIPLIN ILMU MKIROBIOLOGI	121
A. Bakteriologi	121
B. Virologi	134
C. Mikologi	145
D. Fikologi	154
E. Protozologi	156
BAB 11 MIKROBIOLOGI TERAPAN	158
A. Bakteriologi	158
B. Virologi	171
C. Mikologi	182
D. Fikologi	192
BAB 12 PENGANTAR MIKROBIOLOGI TERAPAN 1	195
A. Mikrobiologi Kesehatan	195
B. Mikrobiologi Lingkungan – Mikrobiologi Air	199
BAB 13 PENGANTAR MIKROBIOLOGI TERAPAN 2	204
A. Mikrobiologi Tanah	204
B. Mikrobiologi Udara	209
BAB 14 PENGANTAR MIKROBIOLOGI TERAPAN 3	214
A. Mikrobiologi Pangan	214
B. Pengaruh Proses Pengolahan Terhadap Mikroorganisme ...	220

BAB 15 PENGANTAR MIKROBIOLOGI TERAPAN 4 -	
MIKROBIOLOGI INDUSTRI	222
A. Prasyarat Proses Mikrobiologi Industri.....	222
B. Sektor Mikrobiologi Industri	223
DAFTAR PUSTAKA.....	224
PROFIL PENULIS	226

BAB 1

PENDAHULUAN

A. SEJARAH PERKEMBANGAN MIKROBIOLOGI

Mikrobiologi adalah ilmu yang mempelajari organisme (makhluk) kecil yang tidak dapat dilihat dengan mata telanjang dan hanya dapat dilihat dengan mikroskop. Mikrobiologi merupakan telaah mengenai organisme hidup yang berukuran mikroskopis. Dunia mikroorganisme terdiri dari lima kelompok organisme, yaitu bakteri, protozoa, virus, algae dan cendawan mikroskopis.

Mikroorganisme sangat erat kaitannya dengan kehidupan kita, beberapa diantaranya bermanfaat dan yang lain merugikan. Beberapa mikroorganisme menyebabkan penyakit dan yang lain terlibat dalam kegiatan manusia sehari-hari seperti dalam pembuatan anggur, keju, yogurt, produksi penisilin dan sebagainya.

Mikrobiologi merupakan ilmu yang masih muda. Dunia jasad renik barulah ditemukan sekitar 300 tahun yang lalu, dan makna sesungguhnya mengenai mikroorganisme itu barulah dipahami dan dihargai 200 tahun kemudian. Sekarang mikroorganisme digunakan oleh para peneliti dalam penelaahan hampir semua gejala biologis yang utama

Untuk mempelajari mikrobiologi secara umum perlu diungkapkan periode perkembangan bidang ilmu tersebut mulai dari periode yang paling awal sampai sekarang dengan kemajuan-kemajuan yang telah dicapai.

1. Era Perintisan

Dalam periode ini para ahli mencoba mencari jawaban dari berbagai permasalahan yang timbul di lingkungannya yang mungkin berkaitan dengan peranan mikroba.

Mikroskop dan penemuan dunia jasad renik

Antony van Leeuwenhoek (1632-1723), seorang mahasiswa ilmu pengetahuan alam berkebangsaan Belanda merupakan orang pertama yang melaporkan pengamatannya dengan keterangan dan gambar-gambar yang teliti mengenai mikroba (bakteri dan protozoa). Leeuwenhoek melakukan pengamatan ini selama ia memburu hobinya mengasah lensa dan membuat mikroskop

Pada tanggal bulan Juni 1675, Leeuwenhoek membuat gambar-gambar bakteri yang ditemukannya dari air hujan, air liur, cuka serta substansi lain dan dia memerikannya dengan gambar-gambar disertai keterangan-keterangan yang amat menarik. Ia menuangkan penemuan-penemuannya yang sangat menarik hati itu dalam serangkaian surat yang dikirimkannya kepada sahabat-sahabatnya pada Lembaga Ilmu Pengetahuan di London dan Perancis.

Secarik surat bertanggal 17 September 1683 berisi gambar-gambarnya yang pertama tentang bakteri. Leeuwenhoek mengamati makhluk hidup ini dalam suspensi tartar yang dikoreknya dari sela-sela giginya. Kecermatan ketelitian pengamatannya nyata sekali pada gambar-gambar tersebut. Ia membuat sketsa sel bakteri dengan bentuk seperti bola (kini disebut kokus), silindris atau bentuk batang (basilus), atau spiral (spirillum). Hasil pengamatan Leeuwenhoek, yang dilaporkannya dalam bentuk surat-surat tidak dihiraukan.

BAB 2

MORFOLOGI DAN ANATOMI MIKROORGANISME

A. MORFOLOGI MIKROORGANISME

Dunia mikroorganisme terdiri dari berbagai kelompok jasad renik, kebanyakan uniseluler. Ciri utama yang membedakan kelompok mikroorganisme tertentu dari mikroba yang lain adalah organisasi bahan selulernya. Perbedaan ini penting untuk memisahkan semua protista menjadi 2 kategori utama yakni Prokariotik dan eukariotik.

1. Sel Sebagai Satuan Struktur Dasar Kehidupan

Sel merupakan satuan struktural yang fundamental dan fungsional bagi kehidupan. Untuk organisme uniseluler, sel bukan saja merupakan satuan struktural kehidupan, tetapi juga merupakan organisme itu sendiri. Sebaliknya pada organisme multiseluler adalah merupakan kumpulan sel-sel yang tersusun menjadi satuan-satuan yang terpadu ke dalam sistem atau berbagai sistem yang secara bersama-sama membentuk organisme hidup.

2. Bentuk dan Susunan Mikroorganisme

Bentuk umum mikroorganisme terdiri dari satu sel (uniseluler), seperti yang diperoleh pada bakteri, ragi dan mikroalga. Bentuk mikroorganisme dapat juga berbentuk filamen atau serat, yakni rangkaian sel yang terdiri dari 2 sel atau lebih

yang berbentuk rantai seperti yang ditemui pada fungi dan mikroalga. Bentuk lain mikroorganisme adalah koloni, yakni gabungan dua sel atau lebih di dalam satu ruang seperti yang didapatkan pada bakteri dan mikroalga. Berikut ini diuraikan bentuk umum dari masing-masing mikroorganisme.

- a. Bakteri adalah sel prokariotik yang khas, uniseluler dan tidak mengandung struktur yang terbatas membran di dalam sitoplasmanya. Sel-selnya khas, berbentuk bola, batang atau spiral.
- b. Sianobakteri merupakan organisme prokariotik fotosintetik, artinya mengandung klorofil dan pigmen-pigmen lain yang memungkinkan mereka melakukan fotosintesis. Bersel satu dan dapat dijumpai secara tunggal atau dalam rantai sel dan kadang-kadang bercabang.
- c. Fungi, tidak berklorofil dan tidak mempunyai dinding sel yang kaku. Beberapa bersel satu, yang lain multiseluler dan sedikit menunjukkan perbedaan pada bagian-bagian strukturalnya.
- d. Protozoa adalah protista eukariotik yang berklorofil pada golongan tertentu, dan tidak mempunyai dinding sel. Bentuknya bermacam-macam.
- e. Alga adalah protista eukariotik yang berklorofil
- f. Virus bersifat uniseluler, terdiri dari seutas asam nukleat, baik ADN maupun ARN, terbungkus dalam lapisan protein.

3. Ukuran Mikroorganisme

Besaran untuk mengukur mikroba yang paling umum digunakan adalah mikron (μ), bahkan pada beberapa jenis mungkin dengan mikro-mikron ataupun sampai angstrom (A). Pengukuran terhadap mikroorganisme sekarang ini dilakukan lebih teliti lagi, karena sudah menggunakan mikroskop elektron

BAB 3

METODE PEMERIKSAAN MIKROBA

A. STERILISASI

Bahan atau peralatan yang digunakan dalam bidang mikrobiologi harus dalam keadaan steril. Steril artinya tidak didapatkan mikroba yang tidak diharapkan kehadirannya, baik yang mengganggu atau merusak media atau mengganggu kehidupan dan proses yang sedang dikerjakan. Setiap proses baik fisika, kimia dan mekanik yang membunuh semua bentuk hidup terutama mikroorganisme disebut sterilisasi. Ada beberapa metode sterilisasi, yaitu:

1. Sterilisasi secara fisik

Cara membunuh mikroba ini dengan memakai panas (*Thermal kill*). Panas tersebut akan mendenaturasi protein, terutama enzim-enzim dan membran sel. Panas kering membunuh bakteri karena oksidasi komponen-komponen sel. Daya bunuh panas kering tidak sebaik panas basah. Hal ini dibuktikan dengan memasukkan biakan mikroba dalam air mendidih akan cepat mati daripada dipanasi secara kering.

a. Pemanasan Basah

1) Otoklaf

Alat ini serupa tangki minyak yang dapat diisi dengan uap air. Dalam otoklaf, yang mensterilkannya adalah panas basah, bukan tekanannya. Oleh karena itu setelah air di dalam tangki mendidih dan mulai terbentuk uap air, maka

uap air ini akan mengalir ke ruang pensteril guna mendesak keluar semua udara di dalamnya.

2) Tyndallisasi

Metode ini berupa mendidihkan medium dengan uap beberapa menit saja. Setelah didiamkan satu hari, selama itu spora-spora sempat tumbuh menjadi bakteri vegetatif, maka medium tersebut dididihkan lagi selama beberapa menit. Akhirnya pada hari ketiga, medium tersebut dididihkan sekali lagi. Dengan jalan demikian diperoleh medium steril, dan zat-zat organik yang terkandung di dalamnya tidak mengalami perubahan.

3) Pasteurisasi

Pasteurisasi adalah suatu cara disinfeksi dengan pemanasan yang pertamakalinya dilakukan oleh Pasteur dengan maksud untuk mengurangi jumlah mikroorganisme pembusuk (perusak) di dalam anggur tanpa merusak anggur tersebut. Suhu yang dipergunakan pada pasteurisasi adalah sekitar 69°C, dan waktu yang digunakan adalah 30 menit.

b. Pemanasan Kering

1) Oven

Sterilisasi ini menggunakan udara panas. Alat-alat yang disterilkan ditempatkan dalam oven di mana suhunya dapat mencapai 160-180°C. Caranya adalah dengan memanaskan udara dalam oven tersebut dengan gas atau listrik. Oleh karena daya penetrasi panas kering tidak sebaik panas basah, maka waktu yang diperlukan pada sterilisasi cara ini lebih lama yakni selama 1 – 2 jam. Sterilisasi cara ini baik dipergunakan untuk mensterilkan alat-alat gelas seperti cawan petri, pipet, tabung reaksi, labu dan sebagainya.

BAB 4

ANALISIS MIKROBA

A. ANALISIS KUANTITATIF MIKROORGANISME

Beberapa metode yang dapat digunakan untuk menghitung jumlah mikroba di dalam bahan pangan adalah:

1. metode hitungan mikroskopik
2. metode hitungan cawan,
3. Metode MPN (Most Propable Number)

Dari metode-metode tersebut, metode hitungan cawanlah yang paling banyak digunakan.

1. Metode hitungan mikroskopik

Metode hitungan mikroskopik sering digunakan untuk menguji bahan makanan yang mengandung bakteri dalam jumlah yang tinggi, mis. susu yang diperoleh dari sapi yang terkena mastitis, yaitu suatu penyakit infeksi yang menyerang kelenjar susu sapi. Cara ini merupakan suatu cara yang cepat, yaitu menghitung bakteri secara langsung menggunakan mikroskop. Beberapa cara yang dilakukan dalam metode hitungan mikroskopik, adalah:

a. Metode Petroff-Hauser

Dalam metode ini, hitungan mikroskopik dilakukan dengan pertolongan kotak-kotak skala, di mana dalam setiap ukuran skala seluas 1 mm² terdapat 25 buah kotak besar dengan luas 0,04 mm², dan setiap kotak besar terdiri dari 16 kotak-kotak kecil. Tinggi sample yang terletak di antara kaca

benda dan kaca penutup adalah 0,02 mm. Jumlah sel dalam beberapa kotak besar dapat dihitung, kemudian dihitung jumlah sel rata-rata dalam kotak besar. Jumlah sel per ml sample dapat dihitung sebagai berikut:

$$\begin{aligned}\text{Jumlah sel per ml sample} &= \text{jumlah sel per kotak besar} \times 1/0,02 \times 10^3 \\ &= \text{jumlah sel per kotak besar} \times 1,25 \times 10^6\end{aligned}$$

Misalnya : Didapatkan jumlah mikroba yang mau dihitung 12 sel mikroba, maka jumlah sel per ml sample adalah: $12 \times 1,25 \times 10^6 = 1,5 \times 10^7$ sel/ml.

Hitungan mikroskopik merupakan metode yang cepat dan murah, tetapi mempunyai kelemahan sebagai berikut:

- 1) Sel-sel microbe yang telah mati tidak dapat dibedakan dari sel yang hidup. Karena itu keduanya terhitung.
- 2) Sel-sel berukuran kecil sukar dilihat di bawah mikroskop, sehingga kalau tidak teliti tidak terhitung.
- 3) Untuk mempertinggi ketelitian, jumlah sel di dalam suspensi harus cukup tinggi, minimal untuk bakteri 10^6 sel/ml. Hal ini disebabkan dalam setiap bidang pandang yang diamati harus terdapat sejumlah sel yang dapat dihitung.
- 4) Tidak dapat digunakan untuk menghitung sel microbe di dalam bahan yang banyak mengandung debris atau ekstrak makanan, karena akan mengganggu dalam perhitungan sel.

b. Metode Breed

Hitungan mikroskopik dengan metode Breed sering digunakan untuk menganalisis susu yang mengandung bakteri dalam jumlah yang tinggi. Misalnya susu yang diperoleh dari sapi yang terkena mastitis, yakni suatu penyakit infeksi yang menyerang kelenjar susu sapi. Cara ini merupakan suatu cepat, yaitu menghitung bakteri langsung dengan menggunakan mikroskop. Metode Breed memiliki kelemahan yaitu tidak dapat

BAB 5

NUTRISI MIKROBA

A. PERAN NUTRIEN BAGI MIKROORGANISME

Untuk keperluan hidupnya, semua makhluk hidup memerlukan bahan makanan. Bahan makanan ini diperlukan untuk sintesis bahan sel dan untuk mendapatkan energi. Demikian juga dengan mikroorganisme, untuk kehidupannya membutuhkan bahan-bahan organik dan anorganik dari lingkungannya. Bahan-bahan tersebut disebut dengan nutrien (zat gizi).

Peran utama nutrien adalah sumber energi, bahan pembangun sel dan sebagai aseptor elektron dalam reaksi bioenergetik (reaksi yang menghasilkan energi). Oleh karenanya bahan makanan yang diperlukan terdiri dari air, sumber energi, sumber karbon, sumber aseptor elektron, sumber mineral, faktor pertumbuhan dan nitrogen.

Makhluk hidup menggunakan sumber-sumber nutrien dapat dalam bentuk padat, tetapi ada juga yang hanya dapat menggunakan sumber nutrien dalam bentuk cair (larutan). Bila jasad hidup menggunakan sumber nutrien dalam bentuk padat digolongkan tipe holozoik, sedangkan yang menggunakan nutrien dalam bentuk cairan tergolong tipe holofitik. Namun ada yang hidup holofitik dapat juga menggunakan sumber nutrien dalam bentuk padat, tetapi bahan tersebut dicerna dahulu di luar sel dengan bantuan enzim ekstraseluler.

B. POLA NUTRISI MIKROORGANISME

Mikroorganisme membutuhkan persyaratan zat gizi yang bersifat khusus. Penentuan medium biakan harus berdasarkan persyaratan nutrisi bagi mikroorganisme yang bersangkutan. Persyaratan nutrisi dalam bentuk zat-zat kimia diperlukan untuk pertumbuhan dan fungsi normal. Berikut ini persyaratan nutrisi bagi mikroorganisme:

1. Semua organisme hidup membutuhkan sumber energi

Beberapa bentuk kehidupan, seperti tumbuhan hijau dapat menggunakan energi cahaya, hal tersebut dinamakan fototrof. Sedangkan yang lain seperti hewan tergantung pada oksidasi senyawa-senyawa kimia untuk memperoleh energinya disebut kemotrof. Semua organisme hidup terbagi atas fototrof dan kemotrof.

2. Semua organisme hidup membutuhkan karbon

Sejumlah organisme membutuhkan sejumlah karbon dalam bentuk senyawa karbon dioksida, tetapi kebanyakan di antaranya juga membutuhkan beberapa senyawa karbon organik seperti gula dan karbohidrat. Tumbuhan, alga dan beberapa kuman berklorofil membutuhkan karbon dioksida dan mengubahnya menjadi karbohidrat melalui proses fotosintesis. Ditinjau dari segi nutrisi, semua organisme seperti yang disebutkan di atas adalah organisme ototrof. Bila energinya diperoleh dari cahaya maka disebut dengan organisme fotoototrof, dan bila energinya diperoleh dengan cara mengoksidasi senyawa kimia, maka disebut organisme kemoototrof. Organisme yang membutuhkan senyawa-senyawa organik lain sebagai sumber karbonnya disebut organisme heterotrof.

3. Semua organisme hidup membutuhkan nitrogen

Tumbuhan menggunakan nitrogen dalam bentuk garam nitrogen anorganik seperti kalium nitrat, sedangkan hewan membutuhkan

BAB 6

PERTUMBUHAN DAN PERKEMBANGAN MIKROBA

A. PERTUMBUHAN MIKROORGANISME

1. Definisi Pertumbuhan

Pertumbuhan secara umum dapat didefinisikan sebagai penambahan secara teratur semua komponen di dalam sel hidup. Perbanyakan sel adalah konsekuensi pertumbuhan. Pada organisme **multiseluler**, yang disebut pertumbuhan adalah peningkatan jumlah sel perorganisme dan perbesaran sel. Pada organisme **uniseluler**, pertumbuhan adalah penambahan jumlah sel, yang juga berarti penambahan jumlah organisme yang membentuk populasi atau suatu biakan. Pada organisme **soenositik** (aseluler), selama pertumbuhan ukuran sel menjadi besar, tetapi tidak terjadi pembelahan sel. Pertumbuhan makhluk hidup dapat juga ditinjau dari 2 sudut yaitu:

- a. Pertumbuhan individu (sel)
- b. Pertumbuhan kelompok sebagai satu populasi

Pertumbuhan sel diartikan sebagai adanya penambahan volume sel serta bagian-bagian sel lainnya, atau sebagai penambahan kuantitas isi dan kandungan di dalam sel. Sedangkan pertumbuhan populasi merupakan akibat pertumbuhan individu.. Misalnya dari satu sel menjadi dua, dari dua sel menjadi 4 sel dan seterusnya.

2. Pengukuran Pertumbuhan

Ada beberapa cara yang dapat digunakan untuk mengukur atau menghitung jumlah jasad renik, yaitu:

- a. Perhitungan Jumlah sel
 - 1) Hitungan mikroskopik
 - 2) Hitungan cawan
 - 3) MPN (*Most Probable Number*)
- b. Perhitungan Massa Sel secara langsung
 - 1) Cara volumetric
 - 2) Cara gravimetric
 - 3) Turbidimetri (kekeruhan)
- c. Perhitungan massa sel secara tidak langsung
 - 1) Analisis komponen sel (protein, AND, ATP dsb)
 - 2) Analisis produk katabolisme (metabolit primer, metabolit sekunder, panas)
 - 3) Analisis konsumsi nutrisi (karbon, nitrogen, oksigen, asam amino, mineral dsb).

Perhitungan massa sel secara langsung maupun tidak langsung jarang digunakan dalam menguji jumlah mikroba pada bahan, tetapi sering digunakan untuk mengukur pertumbuhan sel selama proses fermentasi. Metode volumetric dan gravimetric, pengukuran volume dan berat sel dilakukan terlebih dahulu dengan menyaring mikroorganisme tersebut. Oleh karena itu, bila substrat tempat tumbuhnya banyak mengandung padatan, misalnya bahan pangan, sel mikroorganisme tidak dapat diukur dengan menggunakan metode volumetric maupun dengan turbidimetri.

BAB 7

FAKTOR LINGKUNGAN YANG MEMPENGARUHI MIKROBA

A. FAKTOR ABIOTIK YANG MEMPENGARUHI MIKROBA

Yang termasuk dalam faktor abiotik adalah faktor-faktor alam. Adapun faktor-faktor alam terdiri dari:

1. Pengaruh Temperatur

Pada umumnya batas daerah temperatur bagi kehidupan mikroba terletak antara 0°C – 90°C, dan dikenal ada temperatur minimum, optimum dan maksimum. Temperatur minimum adalah nilai paling rendah dimana kegiatan mikroba masih dapat berlangsung. Temperatur maksimum adalah temperatur tertinggi yang masih dapat digunakan untuk aktivitas mikroba. Sedangkan temperatur yang paling baik bagi kegiatan hidup dinamakan temperatur optimum.

Untuk menentukan temperatur maut bagi mikroba, ada beberapa pedoman seperti berikut ini:

- a. Temperatur maut / Titik Kematian Termal (*Thermal Death Point*) adalah temperatur serendah-rendahnya yang dapat membunuh mikroba yang berada di medium standar selama 10 menit pada kondisi tertentu.
- b. Laju Kematian Termal (*Thermal Death Rate*) adalah kecepatan kematian mikroba akibat pemberian temperatur. Hal ini karena bahwa tidak semua spesies mati bersama-sama pada

suatu temperatur tertentu. Biasanya spesies satu lebih tahan daripada spesies yang lain terhadap suatu pemanasan, oleh karena itu masing-masing spesies itu ada angka kematian pada suatu temperatur.

- c. Waktu Kematian Termal (Thermal Death Time) merupakan waktu yang diperlukan untuk membunuh suatu jenis mikroba pada suatu temperatur yang tetap.

Berdasarkan pada daerah aktivitas temperatur, mikroba dapat dibagi menjadi tiga golongan utama, yaitu:

- a. Mikroba psikrofil / karyofil (oligotermik), yaitu golongan mikroba yang dapat tumbuh pada $0 - 30^{\circ}\text{C}$, dengan temperatur optimum $10 - 15^{\circ}\text{C}$. Kebanyakan dari golongan ini tumbuh di tempat-tempat dingin, baik di daratan maupun di lautan.
- b. Mikroba mesofil (mesotermik), adalah golongan mikroba yang dapat hidup dengan baik temperatur $5 - 60^{\circ}\text{C}$, sedang temperatur optimumnya $25 - 40^{\circ}\text{C}$. Umumnya mikroba mesotermik hidup dalam alat pencernaan.
- c. Mikroba termofil (politermik), yaitu golongan mikroba yang tumbuh pada temperatur $40 - 80^{\circ}\text{C}$, dan temperatur optimumnya $55 - 65^{\circ}\text{C}$. Golongan mikroba ini terutama terdapat di sumber-sumber air panas dan tempat-tempat lain yang bertemperatur tinggi.

2. Pengaruh Kebasahan dan Kekeringan

Mikroba mempunyai nilai kelembaban optimum. Pada umumnya untuk pertumbuhan ragi dan bakteri diperlukan kelembaban yang tinggi di atas 85%, sedangkan untuk jamur dan aktinomisetes memerlukan kelembaban yang rendah di bawah 80%. Jumlah air yang tersedia bagi mikroba inilah yang disebut sebagai **aktivitas air (a_w)**. Kadar air bebas di dalam larutan (a_w) ini

BAB 8

METABOLISME

Setiap makhluk hidup mengadakan pertukaran zat atau metabolisme, yakni mengambil atau mengasimilasikan zat makanan dan membuang sisa (sampah) yang tidak diperlukan lagi. Metabolisme juga berarti serentetan reaksi kimia yang terjadi di dalam sel hidup. Penyusunan atau pengambilan zat makanan atau proses sintesis disebut **anabolisme**, sedangkan penggunaan atau pembongkaran zat makanan atau reaksi penguraian bahan organik kompleks menjadi bahan organik yang sederhana dinamakan **katabolisme**. Energi hasil katabolisme sebagian digunakan untuk sintesis makromolekul, seperti misalnya asam nukleat, lipida atau polisakarida. Sedangkan fungsi energi lainnya adalah:

1. Membangun bagian fisik dari sebuah sel (dinding sel)
2. Untuk memperbaiki kerusakan-kerusakan biologis
3. Untuk memelihara tubuh sel
4. Untuk menahan agar zat-zat tertentu tidak masuk dalam tubuh
5. Untuk melakukan gerakan

A. ANABOLISME

Proses ini disebut juga dengan **biosintesis**, hal ini berbeda dengan nutrisi, karena di dalam proses biosintesis diperlukan sumber energi. Bahan baku proses anabolisme adalah zat makanan.

1. Enzim dan Zat Makanan

Enzim merupakan substansi yang ada dalam sel dalam jumlah yang amat kecil dan mampu menyebabkan terjadinya perubahan-perubahan yang berkaitan dengan proses seluler dari kehidupan. Nama lain dari enzim adalah **fermen**. Enzim adalah katalis hayati, mempunyai kemampuan unik untuk mempercepat berlangsungnya reaksi kimiawi tanpa enzim itu sendiri dikonsumsi atau berubah setelah reaksi selesai.

Ada dua tipe enzim yaitu **eksoenzim** atau **enzim ekstraseluler** dan **endoenzim** atau **enzim intraseluler**. Fungsi utama dari eksoenzim adalah melangsungkan perubahan-perubahan pada nutrisi disekitarnya sehingga memungkinkan nutrisi tersebut memasuki sel, misalnya enzim amilase. Endoenzim mensintesis bahan seluler dan menguraikan nutrisi untuk menyediakan energi yang dibutuhkan oleh sel. Adapun sifat-sifat umum dari enzim adalah sebagai berikut:

- a. Mengiatkan atau kadang-kadang memulai suatu proses
- b. Bekerja secara khusus
- c. Merupakan protein dan dalam bentuk koloid
- d. Dapat bekerja bolak-balik
- e. Tidak tahan terhadap temperatur yang agak tinggi
- f. Dipengaruhi oleh pH, konsentrasi, suhu, substrat dan oleh hasil akhir
- g. Banyak enzim memerlukan pembantu yang disebut **koenzim/kofaktor** (zat anorganik). Bagian proteinnya disebut **apoenzim**, bila bergabung kedua enzim tersebut membentuk enzim yang lengkap dinamakan **haloenzim** dan bersifat aktif.
- h. Bersifat tidak stabil

BAB 9

GENETIKA MIKROORGANISME

Genetika merupakan suatu cabang ilmu biologi yang mempelajari sifat kebakaan. Rekayasa genetika suatu segi baru studi genetika menjanjikan umat manusia baik perkembangan yang menguntungkan maupun kemungkinan timbulnya akibat-akibat yang membawa bencana.

Hukum kebakaan berlaku umum bagi semua bentuk kehidupan. Hukum-hukum Mendel berlaku bagi manusia dan juga organisme percobaan yang dahulu amat populer dalam genetika, yakni lalat buah *Drosophila*. Namun sekarang percobaan-percobaan ilmu kebakaan dengan menggunakan bakteri *Escherichia coli*. Bakteri ini dipilih karena paling mudah dipelajari pada taraf molekuler sehingga merupakan pilihan bagi banyak ahli genetika. Hal ini membantu bidang genetika mikroba. Jasad renik yang dipelajari dalam bidang genetika mikroba meliputi bakteri, khamir, kapang dan virus. Kesimpulannya tentang hereditas terdiri dari dua konsep yaitu:

1. Hereditas bersifat stabil, dengan demikian, generasi berikutnya terbentuk dari pembelahan satu sel yang mempunyai sifat identik dengan induknya.
2. Variasi genetik, terjadi sebagai akibat adanya perbedaan sifat dari generasi berikut dengan sel induk, atau disebut juga mutasi, dan terbentuknya perbedaan lingkungan tempat tinggal induk, walaupun hal tersebut tidak mutlak diturunkan pada generasi berikutnya.

A. PEWARISAN CIRI DAN VARIASI

Ciri khas semua bentuk kehidupan dari segi pandangan genetika adalah kemantapan umum atau kesamaan ciri-ciri keturunannya dan tetuanya. Mikroorganisme sebagai makhluk hidup juga meneruskan ciri-ciri kepada keturunannya. Hal ini dapat dibuktikan dengan mengidentifikasi species mikroba, bahkan galur-galur mikroba yang menunjukkan bahwa mikroba tersebut mampu meneruskan informasi genetik dari generasi ke generasi berikutnya dengan tepat.

Disamping pewarisan ciri-ciri yang menyebabkan sifat tetap, progeni memperlihatkan (mengekspresikan) keragaman (variasi). Perubahan-perubahan ini berkaitan dengan dua sifat dasar sel atau organisme, yakni fenotif dan genotif. **Genotif** mengacu pada komposisi genetik sel (genom). **Fenotif** merupakan ekspresi genotif dalam bentuk atau sifat-sifat yang dapat diamati bagi sel atau organisme yang bersangkutan. Dengan kata lain genotif merupakan kemampuan genetika jasad renik, sedangkan fenotif merupakan sifat yang terlihat sesungguhnya karena faktor lingkungan.

Genotif suatu biakan mikroba relatif konstan selama pertumbuhan tetapi dapat berubah karena mutasi. Variasi genetik yang timbul di dalam suatu sel mikroba dapat disebabkan karena mutasi. **Mutasi** adalah perubahan di dalam gen sel jasad renik yang berakibat perubahan morfologi dan biokimiawidi dalam sel. Mutasi jasad renik dapat terjadi secara spontan atau dengan pemberian suatu **mutagen** (penyebab mutasi).

BAB 10

DISIPLIN ILMU MKIROBIOLOGI

A. BAKTERIOLOGI

Nama bakteri berasal dari bahasa Yunani yaitu “*bacterion*” yang berarti batang atau tongkat. Bakteri berkembangbiak dengan membelah diri dan karena begitu kecil hanya dapat dilihat dengan menggunakan mikroskop. Bakteri walaupun bersel satu tetapi mempunyai beberapa organel yang dapat melaksanakan beberapa fungsi hidup.

1. Morfologi Bakteri

Morfologi bakteri dibagi menjadi dua yaitu ukuran bakteri dan bentuk bakteri:

a. Ukuran Bakteri

Satuan ukuran tubuh bakteri adalah mikrometer atau mikron. Satu mikron sama dengan $1/1.000$ milimeter. Lebar tubuh umumnya antara 1-2 m, sedangkan panjangnya atara 2-5 mikron. Bakteri berbentuk kokus ada yang berdiameter 0,5 mikron ada pula yang berdiameter sampai 2,5 mikron. Sedangkan bakteri berbentuk basil ada yang lebarnya 0,2-2 mikron. Pada umumnya bakteri yang berumur 3-6 jam lebih besar daripada bakteri yang umurnya lebih daripada 24 jam.

b. Bentuk Bakteri

Secara garis besar bentuk tubuh bakteri dapat dikelompokkan dalam 3 golongan yaitu:

1) Basil (bacillus)

Basil dari bacillus, merupakan bakteri yang mempunyai bentuk tongkat pendek/batang kecil dan silindris. Sebagian bakteri berbentuk basil. Basil dapat bergandeng-gandengan panjang, bergandengan dua-dua atau terlepas satu sama lainnya. Berdasarkan jumlah koloni, basil dapat dibagi menjadi beberapa kelompok yaitu:

- a) Monobasil, yaitu basil yang menyendiri atau tidak bergerombol
- b) Diplobasil, bila koloni basil terdiri dari dua basil
- c) Streptobasil, bila koloni bakteri berbentuk rantai

2) Kokus (coccus)

Kokus adalah bakteri yang mempunyai bentuk bulat seperti bola-bola kecil. Jumlah dari bakteri golongan ini tidak sebanyak golongan basil. Kelompok ini ada yang bergerombol dan bergandeng-gandengan membentuk koloni. Berdasarkan jumlah koloni, kokus dapat dibedakan menjadi beberapa kelompok yaitu:

- a) Monolokus, bila kokus hidup menyendiri
- b) Diplokokus, bila kokus membentuk koloni dari dua kokus
- c) Steptokokus, bila koloni berbentuk seperti rantai
- d) Stafilokokus, bila koloni bakteri kokus membentuk untaian seperti buah anggur
- e) Sarsina, bila koloni bakteri mengelompok serupa kubus
- f) Tetrakokus, bila koloni terdiri dari empat kokus

3) Spiril (spirillum)

Spiril merupakan bakteri yang berbentuk bengkok atau berbengkok-bengkok seperti spiral. Bakteri yang berbentuk spiral sangat sedikit jenisnya, dibandingkan dengan golongan basil dan golongan kokus.

BAB 11

MIKROBIOLOGI TERAPAN

A. BAKTERIOLOGI

Nama bakteri berasal dari bahasa Yunani yaitu “*bacterion*” yang berarti batang atau tongkat. Bakteri berkembangbiak dengan membelah diri dan karena begitu kecil hanya dapat dilihat dengan menggunakan mikroskop. Bakteri walaupun bersel satu tetapi mempunyai beberapa organel yang dapat melaksanakan beberapa fungsi hidup.

1. Morfologi Bakteri

Morfologi bakteri dibagi menjadi dua yaitu ukuran bakteri dan bentuk bakteri:

a. Ukuran Bakteri

Satuan ukuran tubuh bakteri adalah mikrometer atau mikron. Satu mikron sama dengan $1/1.000$ milimeter. Lebar tubuh umumnya antara 1-2 m, sedangkan panjangnya antara 2-5 mikron. Bakteri berbentuk kokus ada yang berdiameter 0,5 mikron ada pula yang berdiameter sampai 2,5 mikron. Sedangkan bakteri berbentuk basil ada yang lebarnya 0,2-2 mikron. Pada umumnya bakteri yang berumur 3-6 jam lebih besar daripada bakteri yang umurnya lebih daripada 24 jam.

b. Bentuk Bakteri

Secara garis besar bentuk tubuh bakteri dapat dikelompokkan dalam 3 golongan yaitu:

1) Basil (*bacillus*)

Basil dari *bacillus*, merupakan bakteri yang mempunyai bentuk tongkat pendek / batang kecil dan silindris. Sebagian bakteri berbentuk basil. Basil dapat bergandeng-gandengan panjang, bergandengan dua-dua atau terlepas satu sama lainnya. Berdasarkan jumlah koloni, basil dapat dibagi menjadi beberapa kelompok yaitu:

- a) Monobasil, yaitu basil yang menyendiri atau tidak bergerombol
- b) Diplobasil, bila koloni basil terdiri dari dua basil
- c) Streptobasil, bila koloni bakteri berbentuk rantai

2) Kokus (*coccus*)

Kokus adalah bakteri yang mempunyai bentuk bulat seperti bola-bola kecil. Jumlah dari bakteri golongan ini tidak sebanyak golongan basil. Kelompok ini ada yang bergerombol dan bergandeng-gandengan membentuk koloni. Berdasarkan jumlah koloni, kokus dapat dibedakan menjadi beberapa kelompok yaitu:

- a) Monolokus, bila kokus hidup menyendiri
- b) Diplokokus, bila kokus membentuk koloni dari dua kokus
- c) Steptokokus, bila koloni berbentuk seperti rantai
- d) Stafilokokus, bila koloni bakteri kokus membentuk untaian seperti bauh anggur
- e) Sarsina, bila koloni bakteri mengelompok serupa kubus
- f) Tetrakokus, bila koloni terdiri dari empat kokus
- g) Spiril (*spirillum*)

3) Spiril merupakan bakteri yang berbentuk bengkok atau berbengkok-bengkok seperti spiral. Bakteri yang berbentuk spiral sangat sedikit jenisnya, dibandingkan dengan golongan basil dan golongan kokus.

BAB 12

PENGANTAR MIKROBIOLOGI TERAPAN 1

A. MIKROBIOLOGI KESEHATAN

Mikrobiologi kedokteran merupakan salah satu bidang mikrobiologi terapan yang mempelajari bentuk, sifat dan peranan mikroorganisme dibidang kesehatan, yang meliputi antara lain penyakit, imunisasi dan lain sebagainya. Penyakit menular pada umumnya disebabkan oleh mikroba, baik bakteri, virus, jamur atau protozoa. Cara pemindah sebaran penyakit dapat melalui udara, makanan, air, infeksi nosokomial atau ineksi asal artropoda. Beberapa istilah yang sering dipakai pada penyakit yaitu:

1. Patogenitas adalah kemampuan organisme untuk menimbulkan penyakit.
2. Infeksi adalah saat mikroba menyerang hospes dengan memasuki jaringan tubuh dan berkembangbiak dalam jaringan.
3. Virulensi adalah derajat kemampuan suatu mikroba untuk menyebabkan infeksi

1. Pemindahsebaran Melalui Udara

Pemindahsebaran mikroba melalui udara sering dinamakan infeksi asal udara dan infeksi ini ditularkan melalui udara. Wahana pemindahsebaran ini adalah tetesan air liur, sekresi pernapasan lain, debu tercemar dan fomit (benda mati

yang tercemar oleh patogen dan membantu penyebarannya). Beberapa mikroorganisme yang disebarkan melalui udara, yakni:

a. *Corynebacterium diphtheriae*

Bakteri ini terlokalisasi di tenggorokan yang menjadi meradang bila bakteri tersebut tumbuh dan mengeluarkan eksotoksin yang ampuh. Hal ini menyebabkan sel-sel jaringan mati, bersama dengan lekosit, sel darah merah dan bakteri membentuk eksudat berwarna kelabu suram yang disebut dengan psudomembran. Di dalam psudomembran bakteri berkembang dan serta menghasilkan racun. Bila psudomembran meluas ke trakea, maka saluran napas penderita akan tersumbat dan penderita mengalami kesulitan napas. Penyakit difteri baru tampak biasanya 2-5 hari sesudah penularan dengan tanda-tanda serak di leher dan demam, disertai dengan pembentukan selaput dan pembengkakan kelenjar getah bening.

b. *Streptococcus pyogenes*

Disebarkan terutama melalui bersin dan batuk. Kuman ini dapat bertahan berminggu-minggu di dalam dahak atau sekresi tubuh yang lain, sehingga membantu penyebarannya. Kuman ini dapat menyebabkan penyakit misalnya faringitis (tonsilitis) yang menyebabkan radang tenggorokan tanpa dahak, demam rematik (peradangan jaringan penghubung pada persendian dan organ).

c. *Streptococcus pneumoniae*

Merupakan 95 % penyakit pneumonia, gejalanya adalah demam, rasa menggigil, rasa sakit didaerah sekitar paru-paru.

d. *Mycobacterium tuberculosis*

Penularan TBC terutama melalui dahak. TBC pada manusia menyerang jaringan tubuh manapun, tetapi yang paling umum terinfeksi adalah paru-paru.

BAB 14

PENGANTAR MIKROBIOLOGI TERAPAN 3

A. MIKROBIOLOGI PANGAN

Kandungan mikroba di bahan pangan dapat memberikan keterangan yang mencerminkan mutu bahan mentahnya, keadaan sanitasi pada pengolahan pangan tersebut serta keefektifan metode pengawetannya.

1. Keuntungan Mikroorganisme dalam Makanan

a. Berperan di Dalam Proses Pembuatan Pangan Khusus

Berbagai jenis makanan dan minuman hasil fermentasi seperti tempe, kecap, tauco, sosis, keju, bier, anggur dan sebagainya telah sejak lama dikenal melengkapi menu makanan atau minuman sehari-hari. Makanan dan minuman tersebut diolah secara fermentasi dengan menggunakan kemampuan mikroba. Proses fermentasi melibatkan kemampuan mikroba sesuai dengan kondisi proses dan hasilnya, terbagi kedalam 2 bentuk:

- 1) Proses fermentasi secara alkoholis, kalau hasilnya didapatkan alkohol, seperti misalnya dalam pembuatan beberapa jenis minuman : bir, anggur, tuak, brem, dan sebagainya.
- 2) Proses fermentasi secara non alkoholis, kalau hasilnya tidak didapatkan senyawa alkohol, tetapi berbentuk asam organik,

vitamin, asam amino dan sebagainya. Seperti misalnya di dalam pembuatan tempe, kecap, oncom, sosis, yoghurt dan sebagainya.

Proses fermentasi, baik secara alkoholik maupun non-alkoholik, merupakan proses yang unik dilakukan oleh mikroba; cepat, murah, aman, hemat energi dan nilai organoleptiknya (nilai yang dirasakan oleh lidah) rata-rata sesuai dengan selera. Di dalam proses pembuatan tempe misalnya, tercatat dua jenis mikroba yang berperan, yaitu *Rhizopus oligosporus* dan *Rhizopus stoloniferus*. Kedua jamur ini mempunyai kemampuan untuk mengubah kedelai menjadi asam amino dan protein lain yang cepat larut kalau memasuki perut pemakannya. Sehingga secara ilmiah sudah dibuktikan bahwa kandungan protein yang dapat diserap oleh pemakan, jumlahnya akan lebih tinggi apabila kedelai tersebut sudah berubah jadi tempe kalau dibandingkan hanya kedelai tersebut direbus atau dimasak biasa saja.

b. Berperan di Dalam Peningkatan Nilai Gizi/Nutrisi Makanan

Ini terjadi seperti di dalam pembuatan tempe dari kedele, atau pembuatan bahan makanan lain seperti oncom, toco, terasi dan sebagainya, yang disamping akan menghasilkan nilai gizi/ nutrisi yang jauh lebih baik dan lengkap, juga nilai organoleptik makanan hasilnya akan lebih baik dan meningkat.

c. Berperan di Dalam Pengadaan Bau dan Rasa

Bau dan rasa kacang kedele yang langsung direbus, rata-rata kurang menarik kalau dibandingkan dengan kacang kedele yang telah diproses melalui proses fermentasi misalnya. Juga bau dan rasa susu segar misalnya, banyak yang tidak menyukai kalau dibandingkan bila susu tersebut telah difermentasi menjadi makanan lain, antara lain yoghurt.

DAFTAR PUSTAKA

- Gillings, M. Holmes, A. 2004. Plant Microbiology. Department of Biological Sciences, Macquarie University, Sydney, NSW 2109, Australia.
- Inamuddin , Ahamed, MI., Boddula, R., Rezakazemi., M. – 2021. Biofertilizers_ Study and Impact. Wiley Scrivener. USA.
- Kaushik, BD., Kumar, D., Shamim,Md. 2019. Biofertilizers and Biopesticides in Sustainable Agriculture. Apple Academic Press. USA
- Khobragade, RM, Deshmukh, AM and Dixit, PP..2007.Handbook of Biofertilizers and Biopesticides. Oxford Book Company. Delhi
- Koul, O., and Dhaliwal, G.S., 2002. Microbial Biopesticides. Taylor & Francis. London and New York.
- Madigan et al., 1995. Biology of microorganisms, Prentice Hall, Inc., New Jersey
- Nayak, SK., Baliyarsingh , B., Singh , A., Mannazzu, I., Mishra, BB. 2022. Advances in Agricultural and Industrial Microbiology. Volume-2: Applications of Microbes for Sustainable Agriculture and in-silico Strategies. Springer. Singapore.
- Pelczar, Michael J, Jr. dan E.C.S. Chan. 2007. *Dasar-Dasar Mikrobiologi*. UI Press. Jakarta
- Rai, M. 2006. Handbook of Microbial Biofertilizers. CRC Press. Canada. USA.
- Reddy, M S., Ilao, RI., Faylon, PS., Dar, WD., William D., Batchelor, Sayyed, R., Sudini, H., Kumar, KVK., Armanda,A., Gopalkrishnan, S. 2014.Recent Advances in Biofertilizers and Biofungicides (PGPR) for Sustainable Agriculture. Cambridge

Scholars Publishing. 12 Back Chapman Street, Newcastle upon Tyne, NE6 2XX, UK.

Sumarsih, S. 2003. Diktat Kuliah Mikrobiologi Dasar. Jurusan Ilmu Tanah Fakultas Pertanian Upn "Veteran" Yogyakarta.

Toan . PV., 2006. Biofertilizer Manual. Asia Cooperation Center, Japan Atomic Industrial Forum (JAIF) 2-1-3, Shimbashi, Minato-ku, Tokyo 105-8605. Japan

Vos, P. de., Garrity, G., Jones, D. Krieg, NR., Ludwig, W., Rainey, FA., Schleifer, KH., Whitman, BW. 2009. Bergey's Manual of Systematic Bacteriology. Second Edition. Volume Three. The *Firmicutes*. Springer Dordrecht Heidelberg .London .New York

PROFIL PENULIS



Andree Saylendra, lahir di Palembang (Sumatra Selatan) tahun 1979. Penulis lulus dari Ilmu Tanah- Fakultas Pertanian – Universitas Lampung (2002). Tahun 2004-2007, Penulis melanjutkan kuliah Magister (S2) di Program Studi Fitopatologi Sekolah Pascasarjana IPB University Departement Perlindungan Tanaman Institut Pertanian Bogor. Tahun 2008 hingga sekarang, penulis menjadi dosen di Jurusan

Agroekoteknologi Fakultas Pertanian Universitas Sultan Ageng Tirtayasa. Penulis mengajar mata kuliah Perlindungan Tanaman, Teknik Manajemen Organisme Pengganggu Tanaman, Bioekologi dan Manajemen Gulma, Pestisidadan Teknik Aplikasi, Fitopatologi, dan Entomologi. Selain itu, Penulis juga aktif meneliti tentang mikrob antagonis dan penyakit tanaman dan beberapa hasil penelitiannya sudah diterbitkan di jurnal terakreditasi Nasional. Penulis juga menjadi Ketua Tim Komtek Otoritas Kompetensi Keamanan Pangan Daerah (OKKPD), Banten sejak 2010 sampai sekarang.



Putra Utama, lahir di Curup (Bengkulu) tahun 1971. Penulis lulus dari Jurusan Agronomi - Fakultas Pertanian –Universitas Bengkulu (1995). Tahun 1996-1999, Penulis melanjutkan kuliah Magister (S2) di Program Studi Ilmu Tanah Pascasarjana Universitas Andalas. Tahun 2002 Penulis menjadi dosen di Jurusan Agroekoteknologi Fakultas Pertanian Universitas Sultan Ageng Tirtayasa, mengajar mata kuliah Dasar-Dasar Ilmu Tanah, Kesehatan dan Kesuburan Tanah, Konservasi Tanah dan Air, Bioteknologi Tanah dan Tanaman. Selain itu, Penulis juga aktif meneliti tentang kesuburan tanah, peranan mikroorganisme tanah dan beberapa hasil penelitiannya sudah diterbitkan di jurnal terakreditasi Nasional.



Endang Sulistyorini, lahir di Kalianda (Lampung Selatan) tahun 1985. Penulis lulus dari Ilmu Tanah- Fakultas Pertanian – Universitas Gadjah Mada (2007). Sebelum menjadi dosen, Penulis sempat bekerja di group Sampoerna Agro sebagai Asisten Agronomi Field Riset, di PT. Sampoerna Bio Energi (2008-2009) kemudian Seed Commercial and Admin Service Assistant R&D, di PT. Sampoerna Agro Tbk (2009-2010). Tahun 2016-2018 melanjutkan kuliah di Program Magister minat Bioteknologi Tanah dan Lingkungan di IPB University Bogor dengan judul Tesis ‘ Keanekaragaman Oribatida (Acari) pada Tipe Lahan yang Berbeda di Kecamatan Mentebah, Kabupaten Kapuas Hulu, Kalimantan Barat’. Tahun 2020 hingga sekarang, penulis adalah dosen tetap Pegawai Negeri Sipil (PNS) di Jurusan Agroekoteknologi Fakultas Pertanian Universitas Sultan Ageng Tirtayasa (UNTIRTA). Tahun 2024-2028 penulis mendapat tugas tambahan sebagai Kepala Laboratorium Ilmu Tanah dan Agroklimat Fakultas Pertanian UNTIRTA. Karya ilmiah yang telah dihasilkan adalah (Sinta 4) dengan judul Petunjuk Penggunaan Alat Laboratorium Tanah dan Agroklimat dengan Fitur Stiker Quick Response Code (Qr Code). (Sinta 5) dengan judul The Role of Anthocyanin Substances from Dragon Fruit Skin Extract in Formalin Content Testing in White Tofu (Sinta 3) dengan judul Kelimpahan Fauna Tanah pada Ekosistem Pascabakar Kecamatan Mentebah, Kabupaten Kapuas Hulu, Kalimantan Barat, Indonesia (Sinta 1) dengan judul Kelimpahan Fauna Tanah pada Ekosistem Pascabakar Kecamatan Mentebah, Kabupaten Kapuas Hulu, Kalimantan Barat, Indonesia serta penulis juga aktif menulis buku dengan judul Ilmu Tanah dan Nutrisi Tanaman, Pengantar

Agroklimatologi, Bioteknologi Tanah, Sistem Pertanian Berkelanjutan dan Mikrobiologi Lingkungan dengan beberapa Penerbit Buku anggota IKAPI. Penulis juga masuk dalam keanggotaan Himpunan Ilmu Tanah Indonesia Komda Jawa Barat

MIKROBIOLOGI

Buku ini disusun sebagai sumber belajar yang memuat berbagai materi pokok mikrobiologi secara sistematis, mulai dari sejarah perkembangan mikrobiologi, klasifikasi dan karakteristik mikroorganisme, morfologi dan anatomi mikroba, metode pemeriksaan mikroorganisme, teknik sterilisasi, penggunaan mikroskop, pembuatan media, hingga berbagai aspek lain yang berkaitan dengan kehidupan dan peranan mikroorganisme. Penyajian materi diupayakan menggunakan bahasa yang mudah dipahami serta didukung dengan contoh-contoh yang relevan sehingga dapat membantu pembaca dalam memahami konsep-konsep yang dipelajari.



IKAPI

CV. Tahta Media Group

Sukoharjo, Jawa Tengah

Web : www.tahtamedia.co.id

Ig : tahtamedigroup

Telp/WA : +62 896 5427 3996

