

-1 APR 2003

PAMERAN

SELESAI



LAPORAN PENELITIAN
DIK SUPLEMEN UNIVERSITAS AIRLANGGA
TAHUN ANGGARAN 2000

**DIVERSITAS DAN VISUALISASI KARAKTER JAMUR YANG
BERASOSIASI DENGAN PROSES DEGRADASI SERESAH
DI LINGKUNGAN MANGROVE**

Peneliti :

**Drs. MOCH. AFFANDI, M.Si.
Drs. AGUS SUPRIYANTO
Dr. NI'MATUZHROH**

LEMBAGA PENELITIAN UNIVERSITAS AIRLANGGA

Dibiayai oleh : Dana DIK Suplemen Universitas Airlangga
SK. Rektor : 4934/J03/FG/2000
Tanggal : 13 Juni 2000
Nomor Urut : 25

**FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS AIRLANGGA**

Desember, 2000

LEMBAGA PENELITIAN

- | | | |
|--------------------------------------|---------------------------------------|---------------------------------|
| 1. Puslit Pembangunan Regional. | 5. Puslit Pengembangan Gizi (5995720) | 9. Puslit Kependudukan dan |
| 2. Puslit Obat Tradisional | 6. Puslit/Studi Wanita (5995722) | Pembangunan (5995719) |
| 3. Puslit Pengembangan Hukum | 7. Puslit Olahraga | 10. Puslit/Kesehatan Reproduksi |
| 4. Puslit Lingkungan Hidup (5995718) | 8. Puslit Bioenergi | |

Kampus C Unair, Jl. Mulyorejo Surabaya 60115 Telp. (031) 5995246, 5995248, 5995247 Fax. (031) 5995346
E-mail: lpunair@rad.net.id - http://www.geocities.com/Athens/Olympus/6223

IDENTITAS DAN PENGESAHAN
LAPORAN AKHIR HASIL PENELITIAN

1. a. Judul Penelitian : Diversitas dan Visualisasi Karakter Jamur Yang Berasosiasi Dengan Proses Degradasi Seresah Di Lingkungan Mangrove
- b. Macam Penelitian : (V) Fundamental, () Terapan, () Pengembangan
- c. Katagori Penelitian : (V) I () II () III
2. Kepala Proyek Penelitian
- a. Nama Lengkap dan Gelar : Drs. Moh. Affandi, M.Si.
- b. Jenis Kelamin : Laki-Laki
- c. Pangkat/Golongan dan NIP : Penata Muda Tk. I (Gol III/b) 131 933 019
- d. Jabatan Sekarang : Staf Pengajar
- e. Fakultas/Puslit/Jurusan : Fakultas MIPA/Biologi
- f. Univ./Inst./Akademi : Universitas Airlangga
- g. Bidang Ilmu Yang Diteliti : Biologi Lingkungan
3. Jumlah Tim Peneliti : 3 (tiga) orang
4. Lokasi Penelitian : Fakultas MIPA Unair
5. Kerjasama dengan Instansi Lain
- a. Nama Instansi : -
- b. A l a m a t : -
6. Jangka Waktu Penelitian : 6 (enam) bulan
7. Biaya Yang Diperlukan : Rp 3.000.000.00
8. Seminar Hasil Penelitian
- a. Dilaksanakan Tanggal : 16 Januari 2001
- b. Hasil Penelitian : () Baik Sekali (V) Baik
() Sedang () Kurang

Surabaya, 16 Januari 2001



Mengetahui/Mengesahkan :
a.n. Rektor
Ketua Lembaga Penelitian.

Prof. Dr. H. Sarmanu, M.S. A
NIP. 130 701 125

RINGKASAN

DIVERSITAS DAN VISUALISASI KARAKTER JAMUR YANG BERASOSIASI DENGAN PROSES DEGRADASI SERASAH DI LINGKUNGAN MANGROVE
(Moch. Affandi, Ni'matuzahroh, Agus Supriyanto, 2000, 61 halaman)

Informasi yang mengungkap tentang jamur-jamur pendegradasi serasah di lingkungan mangrove secara khusus masih sangat terbatas, terutama di Indonesia. Padahal keberadaan organisme ini di lingkungan mangrove telah diketahui mempunyai peranan sangat besar, di antaranya adalah sebagai organisme dekomposer dalam proses dekomposisi serasah yang merupakan proses penting dalam ekosistem dan memainkan peranan kunci dalam regulasi unsur hara dan siklus karbon. Jamur-jamur yang diisolasi dari lingkungan mangrove juga mempunyai prospek pengembangan dalam bidang industri maupun dalam bidang pengolahan limbah karena mempunyai kemampuan dalam mendegradasi senyawa lignoselulosa serta berpotensi memproduksi enzim, khususnya enzim pemecah lignin.

Penelitian ini dirancang untuk menjawab pertanyaan sebagai berikut. (1) Seberapa besar keragaman strain jamur yang berasosiasi dengan proses degradasi serasah di lingkungan mangrove kawasan Pantai Utara Surabaya? (2) Bagaimanakah karakteristik jamur-jamur yang berasosiasi dengan proses degradasi serasah di lingkungan mangrove kawasan Pantai Utara Surabaya? Penelitian ini bertujuan untuk: (1) mengetahui keragaman strain jamur yang berasosiasi dengan proses degradasi serasah di lingkungan mangrove kawasan Pantai Utara Surabaya, (2) mengetahui karakteristik jamur-jamur yang berasosiasi dengan proses degradasi serasah di lingkungan mangrove kawasan Pantai Utara Surabaya, dan (3) melakukan visualisasi terhadap berbagai karakter jamur yang berasosiasi dengan proses degradasi serasah di lingkungan mangrove.

Sampel jamur asosiasi dengan proses degradasi serasah mangrove dikumpulkan dari kawasan mangrove Pantai Utara Surabaya dengan menggunakan metode kantong serasah. Isolasi, karakterisasi dan visualisasi karakter jamur dilakukan di Jurusan Biologi Fakultas MIPA Universitas Airlangga Surabaya. Pengambilan sampel dan isolasi jamur dikerjakan antara September 1999 hingga Februari 2000, dan karakterisasi serta visualisasi karakter jamur dilakukan antara Juli hingga Desember 2000. Sebanyak 25 gram serasah daun *Rhizophora* sp. yang telah dikering-anginkan dimasukkan dalam kantong bahan nilon dengan pori-pori 2 mm. Sebanyak 36 unit kantong serasah didedahkan di atas permukaan substrat dasar pada beberapa zona hutan mangrove. Serasah dalam kantong dengan masa pendedahan

berbeda-beda (1, 2, 3, 5, 7, 9, 11 dan 16 minggu), diambil kembali masing-masing 6 kantong, dan dibawa ke laboratorium di Jurusan Biologi Fakultas MIPA Unair. Serasah daun didestruksi dengan blender, 5 gram bubuk daun disuspensikan ke dalam 95 ml larutan garam fisiologis 0,85%, dihomogenizer, diencerkan secara bertingkat, suspensi dari setiap seri pengenceran, diambil 1 ml ditanam pada media PDA yang telah ditambahkan larutan *Chloramphenicol* dan *Rose-Bengal* untuk membunuh bakteri. Jamur yang tumbuh kemudian diisolasi. Isolat murni jamur dikultur dalam media PDA dan *Czapek* agar untuk keperluan karakterisasi dan klasifikasi. Karakter masing-masing strain dideskripsikan dan divisualisasikan dalam bentuk gambar foto beserta penjelasan warna.

Hasil karakterisasi dan identifikasi, didapatkan 30 strain jamur yang berasosiasi dengan proses degradasi serasah, terdiri dari 7 genus masing-masing *Aspergillus* (10 strain), *Penicillium* (4 strain), *Paecilomyces* (2 strain), *Trichoderma* (10 strain), *Gliocladium* (2 strain), *Gonatobotryum* (1 strain), dan *Syncephalastrum* (1 strain). Visualisasi karakter jamur meliputi struktur morfologis dan pola warna koloni, pertumbuhan koloni, adanya metabolit sekunder (tetes-tetes air), perubahan warna pada media, dan karakteristik mikroskopis (struktur hifa, konidiofor/sporofor, *conidial head*, phialida dan konidia). Kebanyakan (28 dari 30 strain) jamur termasuk dalam sub-familia Phialosporae (familia Moniliales; Ordo Moniliales) yang diwakili oleh lima genera yaitu *Aspergillus*, *Penicillium*, *Trichoderma*, *Paecilomyces* dan *Gliocladium*. Sub-familia Phialosporae merupakan kelompok jamur yang dikarakterkan oleh konidia atau *phialospora*-nya terbentuk secara suksesif di satu ujung terbuka dari sebuah konidiofor atau sel sporogenous atau phialida.

Saran yang diajukan berdasarkan hasil penelitian adalah bahwa: strain-strain jamur yang didapati dalam penelitian ini merupakan jamur-jamur asosiatif dengan proses degradasi serasah dan untuk memastikan strain-strain manakah yang merupakan jamur potensial dalam mendegradasi serasah mangrove, masih perlu pembuktian. Selain itu, perlu pula adanya penelitian untuk menguji kekhasan jamur anggota sub-familia phialosporae dalam proses penguraian serasah mangrove serta potensinya dalam memecah senyawa-senyawa rekalsitran dan kemampuannya menghasilkan enzim.

(L.P. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Airlangga: No. Kontrak 445/J03.2/PG/2000).

KATA PENGANTAR

Segala puji bagi ALLAH Subhanahu wa-Ta'ala atas segala rahmat serta hidayah-Nya, sehingga penelitian ini dapat terselesaikan secara lancar. Penelitian ini dilakukan sebagai upaya untuk mengungkap potensi sumberdaya hayati di lingkungan mangrove, khususnya yang masih tersisa di kawasan Pantai Utara Surabaya. Diyakini bahwa di lingkungan mangrove ini tersimpan potensi sumberdaya alam yang luar biasa, dan selama ini belum ada upaya untuk mengungkapnya. Dengan mendapati informasi tentang potensi sumberdaya hayati di lingkungan mangrove, selanjutnya akan dimungkinkan untuk melakukan pengembangan terhadap potensi sumberdaya hayati yang ada di lingkungan tersebut untuk menunjang dan meningkatkan kesejahteraan hidup umat manusia.

Jamur pendegradasi serasah di ekosistem mangrove, secara alamiah memainkan peranan sangat penting khususnya sebagai mata rantai penghubung antara komunitas mangrove sebagai produser dengan lingkungan yang lebih luas, termasuk dalam siklus materi dan aliran energi. Keberadaan beragam jamur dekomposer serasah di lingkungan mangrove selain mendukung tingkat keanekaragaman hayati di lingkungan alam, juga mempunyai potensi untuk dikembangkan untuk berbagai kepentingan seperti pengolahan limbah selulosa dan lignin, serta produksi enzim untuk *biobleaching* (pemutih) dalam industri kertas.

Pada kesempatan ini, penyusu menyampaikan terima kasih kepada berbagai pihak yang membantu dan memperlancar proses penelitian ini, terutama Ketua LEMLIT Unair, Prof. H.A. Soeparma, dan Drs. H. Harjana, M.Sc. sebagai Dewan Penilai, Dekan Fakultas MIPA Unair dan para mahasiswa yang banyak membantu (Eryk, Anom, Eko dan Surati).

Penelitian ini masih jauh dari sempurna, oleh karenanya diperlukan adanya kritik dan saran demi sempurnanya karya tulis ini. Semoga khasanah pengetahuan yang terungkap dalam naskah ini memberikan manfaat, khususnya dalam pengembangan potensi sumberdaya hayati di lingkungan mangrove. Amien.

Surabaya, Februari 2001

ttd.

Ketua Peneliti,

DAFTAR ISI

LEMBAR JUDUL	i
LEMBAR IDENTITAS DAN PENGESAHAN	ii
RINGKASAN	iii
KATA PENGANTAR	v
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR TABEL	viii
DAFTAR GAMBAR	ix
I. PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang Permasalahan	1
1.2. Rumusan Masalah	3
II. TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1. Tinjauan Tentang Produktivitas Mangrove	4
2.2. Tinjauan Tentang Dekomposisi Serasah Mangrove	5
2.3. Tinjauan Tentang Jamur Dekomposer Serasah Mangrove	6
III. TUJUAN DAN MANFAAT PENELITIAN	7
3.1. Tujuan Penelitian	7
3.2. Manfaat Penelitian	7
IV. METODE PENELITIAN	8
4.1. Tempat dan Waktu Penelitian	8
4.2. Bahan dan Peralatan Penelitian	8
4.3. Prosedur Penelitian	9
4.4. Sifat/Strain Penelitian	11
4.5. Analisis Data	11

V. HASIL DAN PEMBAHASAN	12
5.1. Keragaman Strain Jamur Asosiatif dengan Proses degradasi Serasah..... Mangrove	12
5.2. Karakteristik dan Visualisasi Jamur	14
VI. KESIMPULAN DAN SARAN	59
6.1. Kesimpulan	59
5.3. Saran	59
DAFTAR PUSTAKA	60

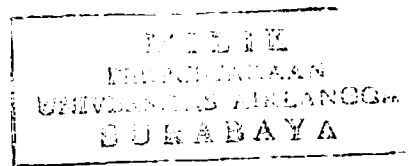
DAFTAR GAMBAR

No.	Judul	Halaman
5.1.	<i>Aspergillus niger</i> strain 1	16
5.2.	<i>Aspergillus niger</i> strain 2	17
5.3.	<i>Aspergillus niger</i> strain 3	18
5.4.	<i>Aspergillus niger</i> strain 4	19
5.5.	<i>Aspergillus</i> sp. strain 1	20
5.6.	<i>Aspergillus</i> sp. strain 2	22
5.7.	<i>Aspergillus</i> sp. strain 3	23
5.8.	<i>Aspergillus</i> sp. strain 4	24
5.9.	<i>Aspergillus</i> sp. strain 5	26
5.10.	<i>Aspergillus</i> sp. strain 6	27
5.11.	<i>Penicillium citrinum</i>	30
5.12.	<i>Penicillium frequentans</i>	31
5.13.	<i>Penicillium</i> sp. strain 1	33
5.14.	<i>Penicillium</i> sp. strain 2	34
5.15.	<i>Paecilomyces</i> sp. strain 1	35
5.16.	<i>Paecilomyces</i> sp. strain 2	37
5.17.	<i>Trichoderma</i> sp. strain 1	39
5.18.	<i>Trichoderma</i> sp. strain 2	40
5.19.	<i>Trichoderma</i> sp. strain 3	41
5.20.	<i>Trichoderma</i> sp. strain 4	42
5.21.	<i>Trichoderma</i> sp. strain 5	44
5.22.	<i>Trichoderma</i> sp. strain 6	45
5.23.	<i>Trichoderma</i> sp. strain 7	46

5.24.	<i>Trichoderma</i> sp. strain 8	48
5.25.	<i>Trichoderma</i> sp. strain 9	49
5.26.	<i>Trichoderma</i> sp. strain 10	50
5.27.	<i>Gliocladium</i> sp. strain 1	52
5.28.	<i>Gliocladium</i> sp. strain 2	53
5.29.	<i>Gonatobotryum fuscum</i>	55
5.30.	<i>Syncephalastrum</i> sp. strain 1	56

BAB I

PENDAHULUAN



1.1. Latar Belakang Permasalahan

Peranan ekologis hutan mangrove telah banyak diketahui. Peranan tersebut di antaranya adalah sebagai penyubur perairan pantai dan laut, tempat asuhan (*nursery ground*) dan sumber nutritif bagi berbagai jenis hewan perairan utamanya yang mempunyai nilai ekonomis penting, melindungi wilayah pesisir dari pengikisan air laut (Sanusi *et al.*, 1988; Prastowo, 1993; Wiroatmodjo *et al.*, 1993), menghambat intrusi air laut ke darat (Mann, 1982) dan menetralkan limbah pencemar (Netwel, 1975 dalam Izumi, 1986).

Peranan mangrove dalam menghasilkan dan mengalirkan energi dan materi (fungsi penyubur dan sumber nutritif) pada sistem estuari dan perairan laut hanya dapat dicapai melalui produksi dan dekomposisi serasah. Dekomposisi merupakan proses penting dalam fungsi ekosistem (Mason, 1977). Dekomposisi serasah memainkan peranan kunci dalam meregulasi unsur hara dan siklus karbon di lingkungan mangrove (Facelli & Pickett, 1991; Belyea, 1996; Robertson, 1988). Berkaitan dengan kajian aliran energi dan siklus materi di ekosistem mangrove, pengungkapan aspek produksi serasah lebih banyak dilakukan, sedangkan aspek dekomposisi sangat sedikit informasi (Affandi, 1996), terutama yang menyangkut pada aspek biota dekomposer (Mackey & Smail, 1996).

Ada tiga faktor utama yang sangat berpengaruh terhadap dinamika dekomposisi (penguraian) serasah, yaitu: kondisi serasah secara intrinsik, kondisi lingkungan abiotik saat terjadi proses penguraian, serta komposisi dan kelimpahan organisme pengurai (dekomposer) (Belyea, 1996). Dekomposisi daun-daun mangrove sangat bergantung pada aktivitas organisme dekomposer, terutama dari golongan jamur dan bakteri (Mackey &

Smail, 1996; Boonruang, 1984). Pada keduanya, yaitu golongan jamur dan bakteri menunjukkan suatu keseimbangan dinamis dalam memanfaatkan serasah serta sangat membantu dalam proses dekomposisi, bergantung pada kondisi lingkungannya.

Jamur-jamur laut golongan Ascomycetes dari lingkungan mangrove dan rawa payau (*salt-marshes*) secara nyata telah menunjukkan kemampuannya dalam memecah senyawa lignoselulosa (Newell, 1996). Berbagai genera jamur laut yang diisolasi dari serasah mangrove juga telah menunjukkan kemampuannya dalam menghasilkan sejumlah enzim pemecah lignin (Chandramohan, 1997). Enzim-enzim yang diproduksi oleh jamur-jamur pendegradasi serasah mangrove tersebut memberikan harapan baik dalam bidang pengolahan limbah maupun sebagai bahan pemutih alternatif (*biobleaching*) pada industri kertas, yang biasanya menggunakan khlorin. Selama ini penggunaan khlorin dalam proses pemutih pada industri kertas telah diketahui mempunyai resiko besar dalam meracuni lingkungan (Wiyono, 1991; Chandramohan, 1997).

Meskipun pada banyak tulisan sebagaimana yang diuraikan di atas telah dilaporkan pentingnya jamur dalam proses dekomposisi serasah serta prospek pengembangannya dalam bidang pengolahan limbah serta industri, namun sangat sulit mendapati informasi yang mengungkap tentang jamur dekomposer dari lingkungan mangrove secara khusus. Hal ini boleh jadi diakibatkan oleh keberadaan jamur-jamur dekomposer tersebut tidak teramati secara langsung dan seringkali dianggap sebagai obyek yang tidak menarik (Hutching & Saenger, 1987). Panduan pengenalan dan identifikasi strain-strain jamur di lingkungan mangrove sampai saat ini tidak mudah dijumpai, dan untuk tujuan tersebut pada umumnya masih menggunakan panduan jamur-jamur umum seperti jamur laut, tanah dan jamur makanan yang seringkali tidak mencukupi untuk menggambarkan jamur-jamur yang tumbuh di lingkungan mangrove. Hal demikian ini menyulitkan bagi para peneliti

pemula yang berusaha mengungkap aspek jamur dalam proses dekomposisi serasah mangrove. Oleh karenanya, sangat diperlukan keberadaan buku panduan praktis yang secara khusus mengungkap diversitas jamur yang ada di lingkungan mangrove khususnya yang ada di Indonesia.

Penelitian terdahulu, (Affandi & Ni'matuzahroh, 2000) telah mendapati minimal sebanyak 25 strain jamur asosiatif dalam proses degradasi serasah dari kawasan mangrove Pantai Utara Surabaya. Strain-strain jamur tersebut merupakan aset yang perlu diteliti lebih lanjut seperti karakterisasi, penggolongan, dan potensinya. Koleksi strain jamur tersebut saat ini tersimpan di Ruang Mikrobiologi Laboratorium Biologi Lingkungan Jurusan Biologi Fakultas MIPA Universitas Airlangga Surabaya.

Penelitian ini dilakukan untuk mengkarakterisasi berbagai strain jamur pendegradasi serasah mangrove dengan cara menumbuhkannya pada media pengkarakter yang kaya nutritif serta memvisualisasikan berbagai karakter hasil pengamatan mikroskopis dan makroskopis tersebut dalam gambar-gambar foto lengkap keterangan warna. Penelitian ini diarahkan untuk menghasilkan sebuah buku panduan pengenalan jamur, yang dapat membantu untuk mengenali dan mengidentifikasi jamur khususnya yang diisolasi dari lingkungan mangrove.

1.2. Rumusan Masalah

Penelitian ini dirancang untuk menjawab rumusan masalah sebagai berikut.

- 1) Seberapa besar keragaman strain jamur yang berasosiasi dengan proses degradasi serasah di lingkungan mangrove kawasan Pantai Utara Surabaya?
- 2) Bagaimanakah karakteristik jamur-jamur yang berasosiasi dengan proses degradasi serasah di lingkungan mangrove kawasan Pantai Utara Surabaya ?

BAB II

PENELAAHAN STUDI KEPUSTAKAAN

2.1. Tinjauan Tentang Produktivitas Mangrove

Mangrove merupakan salah satu ekosistem khas untuk daerah tropis, menempati zona pasang-surut air laut, dan diketahui mempunyai produktivitas primer yang sangat tinggi khususnya dalam bentuk produksi jatuhan serasah (Brown, 1984; Kjerfve, 1986; Myint, 1986). Produktivitas mangrove yang tinggi ini secara langsung ataupun tak langsung akan memasuki rantai makanan yang ada di lingkungan sekitarnya melalui aliran energi yang bertumpu pada jatuhan serasah atau detritus.

Produktivitas mangrove juga merupakan sumber bagi produktivitas perikanan di estuari dan perairan pantai (Brown, 1984; Kjerfve, 1986) dan menyumbang nutrien (hara) pada perairan pantai terdekat (Myint, 1986). Hadirnya berbagai strain dan golongan biota dekomposer yang melakukan proses penguraian serasah daun secara *insitu* di lingkungan mangrove, memberikan dukungan terhadap keanekaragaman hayati di lingkungan setempat dan menjadi sumber pakan bagi berbagai kelompok hewan yang ada dan yang datang di habitat mangrove tersebut termasuk hewan-hewan yang bernilai ekonomis penting seperti ikan, udang, kepiting dan kerang (Brown, 1984; Mackey & Smail, 1996).

Sebagai produser primer, komunitas mangrove memberikan sumbangan berarti terhadap produktivitas di ekosistem estuari dan perairan laut melalui jalur siklus materi yang bertumpu pada detritus atau serasah (Mackey & Smail, 1996; Held, 1969 dalam Clough, 1986). Produktivitas merupakan faktor penting dari fungsi ekosistem mangrove (Redfield, 1982) dan produksi daun sebagai serasah sangat relevan untuk menggambarkan produktivitas mangrove (Chapman, 1976; Clough & Attiwill, 1982).

2.2. Tinjauan Tentang Dekomposisi Serasah Mangrove

Serasah, didefinisikan oleh Kozlowski (1973 *dalam* Brown, 1984) sebagai guguran struktur vegetatif dan reproduktif tumbuhan yang disebabkan oleh faktor penuaan (*senescence*), stress oleh faktor mekanik seperti angin, ataupun kombinasi dari keduanya, atau oleh kematian dan kerusakan keseluruhan tumbuhan oleh faktor iklim (hujan dan angin). Serasah mangrove merupakan sumber bagi tersedianya detritus utama yang merupakan komponen dasar penyusun jaring-jaring makanan di lingkungan mangrove, perairan estuari dan perairan pantai dan laut (Boonruang, 1984).

Selulosa merupakan komponen dasar dari bahan-bahan serasah. Zat-zat yang menetap di dalam tanah yang merupakan sisa-sisa materi tumbuhan yang dikembalikan lagi ke dalam tanah, 40% – 70% terdiri dari selulosa. Komponen selulosa yang demikian tinggi menggaris bawahi tentang pentingnya selulosa pada proses mineralisasi dan peredaran karbon di lingkungan alam (Schlegel dan Schmidt, 1994).

Sesudah selulosa dan hemiselulosa dari segi jumlah, lignin merupakan komponen terpenting tumbuhan (Schlegel and Schmidt, 1994). Di alam jarang ditemukan selulosa maupun lignin dalam bentuk murni. Komponen-komponen penyusun jaringan tumbuhan umumnya saling bergabung antara selulosa, lignin dan hemiselulosa, serta beberapa senyawa lain seperti gums, lemak, tannin dan zat pewarna. Pada sel tanaman, selulosa bersama lignin membentuk lignoselulosa (Fengel and Wegener, 1987). Komposisi bahan penyusun tumbuhan tingkat tinggi, terdiri atas selulosa, hemiselulosa dan lignin (Thayer, 1978). Sebagian besar bahan-bahan serasah yang diproduksi hutan mangrove akan menghilang masuk dalam rantai dan jaring-jaring makanan di lingkungan mangrove melalui jalur detritus hasil dari kegiatan penguraian serasah (Affandi, 1996; Polunin, 1986).

Studi-studi mikrokosmos tentang kehadiran biota dekomposer dalam proses dekomposisi serasah daun *Rhizophora* sp.) oleh Fell & Master (1984) mendapati bahwa fungi atau jamur hadir sejak awal pengamatan dan mempunyai peran penting atas kehilangan dan konversi komponen selulosa tumbuhan.

2.3. Tinjauan Tentang Jamur Dekomposer Serasah Mangrove

Berbagai genera mikroba laut yang diisolasi dari serasah mangrove utamanya adalah kelompok jamur atau fungi (Newell, 1996). Genera jamur yang mempunyai sifat selulolitik yang kuat adalah *Trichoderma*, *Aspergillus*, *Penicillium*, dan *Rhizopus*. Genera lain yang mempunyai sifat selulolitik dari jamur adalah *Alternaria*, *Chaetomium*, *Fomes*, *Fusarium* dan *Verticillium* (Alexander, 1977).

Fell dan Master (1984) telah meneliti proses degradasi daun mangrove di Florida, dan mengisolasi berbagai genera fungi serta menyelidiki frekuensi kemunculannya. Pada minggu pertama umur pendedahan serasah, genus jamur yang paling berlimpah mula-mula adalah *Phycomycetes* termasuk *Thraustochytrium*, *Schzochytrium*, dan *Phytophthora*. Selain itu juga didapati genera dari *Aspergillus*, *Penicillium*, *Trichoderma*, *Fusarium*, *Curvularia* dan *Drechslera*. Setelah dua minggu umur serasah, muncul *Ascomycetes* yang bersifat selulolitik dan berperan sebagai organisme pembusuk daun di antaranya *Lulworthia*. Dan setelah tiga minggu didapati *Zalerion varium* dalam jumlah melimpah.

Berbagai genera jamur dan beberapa mikroorganisme lain seperti bakteri yang diisolasi dari serasah mangrove telah menunjukkan kemampuannya dalam menghasilkan sejumlah enzim pemecah lignin (Chandramohan, 1997; Newell, 1996) dan enzim-enzim ini mempunyai nilai terapan di antaranya adalah dalam proses pengolahan limbah dan sebagai pemutih (*biobleaching*) dalam industri kertas (Chandramohan, 1997; Wiyono, 1991).

BAB III

TUJUAN DAN MANFAAT PENELITIAN

3.1. Tujuan Penelitian

Tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian ini adalah sebagai berikut.

- (1) Mengetahui keragaman strain jamur yang berasosiasi dengan proses degradasi serasah di lingkungan mangrove kawasan Pantai Utara Surabaya.
- (2) Mengetahui karakteristik jamur-jamur yang berasosiasi dengan proses degradasi serasah di lingkungan mangrove kawasan Pantai Utara Surabaya.
- (3) Melakukan visualisasi terhadap berbagai karakter dari beragam jamur yang berasosiasi dengan proses degradasi serasah di lingkungan mangrove.

3.2. Manfaat Penelitian

Manfaat yang ingin dicapai dalam penelitian ini adalah sebagai berikut.

- (1) Informasi tentang keragaman strain jamur-jamur mikro yang berasosiasi dengan proses degradasi serasah di lingkungan mangrove kawasan Pantai Utara Surabaya.
- (2) Informasi tentang karakteristik morfologis secara makroskopis dan mikroskopis dari berbagai strain jamur asosiatif dengan proses degradasi serasah mangrove.
- (3) Tersedianya bahan panduan praktis untuk pengenalan dan identifikasi jamur dalam bentuk gambar-gambar foto lengkap dengan ilustrasi dari berbagai karakter kunci dari masing-masing strain jamur beserta keterangan warna. Panduan ini diharapkan dapat membantu dan memudahkan bagi para peneliti pemula yang tertarik untuk mengenal dan mengidentifikasi jamur khususnya dari kawasan mangrove.

BAB IV

METODE PENELITIAN

4.1. Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian dilakukan di Kawasan mangrove Pantai Utara Surabaya dan di Ruang Mikrobiologi Jurusan Biologi Fakultas MIPA Universitas Airlangga Surabaya Jawa Timur. Penelitian didahului oleh pengumpulan bahan berupa jamur-jamur asosiasi dengan proses degradasi serasah mangrove di Pantai Utara Surabaya yang telah dilakukan pada penelitian sebelumnya (Affandi & Ni'matuzahroh, 2000) sejak September 1999 hingga Februari 2000, sedangkan karakterisasi dan visualisasi jamur dilakukan antara Juli hingga Desember 2000.

4.2. Bahan dan Peralatan Penelitian

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini antara lain sebagai berikut.

- (1) Isolat-isolat jamur hasil koleksi dari penelitian sebelumnya (Affandi & Ni'matuzahroh, 2000) dari kawasan mangrove Pantai Utara Surabaya melalui metode kantong serasah.
- (2) Bahan untuk karakterisasi jamur seperti medium PDA (*Potato Dextrosa Agar*), media *Czapek Agar*, minyak imersi, gelas obyek dan gelas penutup.
- (3) Bahan untuk keperluan visualisasi karakter-karakter jamur seperti kertas karbon, roll film dan kertas foto.

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini meliputi peralatan untuk pemotretan obyek makroskopis (seperti Camera Pentax K1000; lensa makro berukuran +1, +2, dan +4; dan statif); mikroskop-foto 'Nikon AF X-DXII' untuk pemotretan mikroskopis, mikroskop cahaya dengan perbesaran sampai dengan 1000x, peralatan

umum untuk kultur jamur (a.l. cawan petri, tabung reaksi, autoclave, lampu bunsen, gelas beker, mikro-pipet, kompor listrik, dan magnetik stirer), serta panduan identifikasi jamur yang ditulis oleh Barnett & Hunter, (1972) dan Samson *et al.*, (1981).

4.3. Prosedur Penelitian

Prosedur penelitian yang ditempuh dalam penelitian ini secara garis besar meliputi pengumpulan sampel serasah daun mangrove, pendedahan serasah di habitat *insitu* mangrove, melakukan kultur dan mengisolasi jamur, melakukan karakterisasi dan visualisasi berbagai karakter jamur. Keseluruhan prosedur penelitian dijelaskan sebagai berikut.

- (1) Sampel serasah daun mangrove (*Rhizophora* sp.) dikoleksi dari kawasan mangrove Pantai Utara Surabaya, berupa daun-daun tua yang telah berwarna kuning dan belum terlepas dari pohon dan/atau yang sudah jatuh dari pohon tetapi masih segar berwarna kuning (belum berubah coklat). Daun-daun kemudian dikering anginkan selama 48 jam, setiap 20 gram daun kering-angin dimasukkan ke dalam kantong-kantong kasa nilon mesh 2 mm dengan ukuran kantong 20x25 cm. Kantong-kantong berisi serasah daun ini selanjutnya didedahkan secara *insitu* di kawasan mangrove asalnya pada tiga titik berbeda. Agar tidak hanyut oleh arus pasang-surut, kantong-kantong sampel dikaitkan atau diikatkan pada sistem perakaran dan/atau pangkal batang mangrove. Umur pendedahan bervariasi antara 1, 2, 3, 5, 7, 9, 11 dan 16 minggu. Penempatan pada tiga titik berbeda dan beragam umur pendedahan serasah dimaksudkan untuk mendapatkan koleksi jamur sebanyak mungkin, dengan asumsi bahwa komposisi strain jamur bervariasi pada masing-masing zona dan masa pendedahan serasah.
- (2) Sampel-sampel serasah daun yang telah didedahkan (dengan berbagai umur pendedahan dan titik sampling) dibawa ke Ruang Mikrobiologi Jurusan Biologi Fakultas MIPA Universitas Airlangga Surabaya untuk proses analisis jamur lebih lanjut.

- (3) Membuat kultur dan mengisolasi jamur dilakukan dengan terlebih dahulu mendestruksi sampel-sampel serasah (masing-masing dari titik dan umur pendedahan berbeda) menggunakan homogenizer. Sampel yang telah homogen berupa bubur serasah kemudian diambil 5 gram dan disuspensikan dalam 95 ml larutan garam fisiologis 0,85%, dihomogenisasi dengan *magnetic stirer*, selanjutnya dibuat seri pengenceran sampai 10^4 . Satu mili liter suspensi sampel dari setiap seri pengenceran ditanam pada cawan petri melalui metode agar-tuang dalam media PDA (*Potato Dextrose Agar*) yang ditambahi larutan *Chloramphenicol* dan *Rose-Bengal* untuk mencegah pertumbuhan bakteri. Biakan jamur diinkubasi selama 5 sampai 7 hari. Kultur jamur campuran selanjutnya dimurnikan guna mendapatkan isolat murni dan dari isolat-isolat murni ini selanjutnya dilakukan uji karakterisasi serta pemotretan (visualisasi karakter) terhadap berbagai karakternya.
- (4) Karakterisasi jamur dilakukan secara detail melalui pengamatan makroskopis dan mikroskopis. Untuk pengamatan makroskopis, masing-masing isolat murni ditumbuhkan pada medium PDA (*Potato Dextrosa Agar*) dan *Czapek Agar* guna mengetahui karakter pertumbuhan pada kedua media pertumbuhan tersebut. Pengamatan makroskopis meliputi bentuk koloni, warna koloni, tekstur koloni, diameter koloni, adanya tetes-tetes air (metabolit sekunder), *radial furrow* dan zonasi pada koloni, karakter permukaan bawah (*reverse*) dan kemampuan mengubah warna media kultur. Sedangkan pengamatan mikroskopis jamur dilakukan dengan cara mengambil sebagian kecil hifa, diletakkan pada gelas obyek dan diamati di bawah mikroskop sampai dengan perbesaran 1000x. Pengamatan mikroskopis jamur meliputi struktur dan warna hifa, spora aseksual, spora seksual, kepala konidia (*conidial head*), pendukung sporangium atau konidia (*sporangiofor* atau *konidiofor*), dan adanya ciri khusus seperti stolon (*rhizoid*), *chlamydospora* dan sel kaki (*foot cell*).

(5) Karakteristik makroskopis dari masing-masing jamur tersebut divisualisasikan dalam bentuk gambar foto menggunakan kamera 'Pentax K1000'. Sedangkan karakter mikroskopisnya dipotret dengan mikroskop foto 'Nikon AF X-DX_{II}'. Hasil karakter makro dan mikroskopis dari beragam strain jamur tersebut disajikan dalam bentuk atlas lengkap dengan ilustrasi tentang karakter spesifik dari masing-masing koleksi dan keterangan warna. Kunci identifikasi menggunakan panduan yang ditulis oleh Barnett & Hunter (1972) dan Samson *et al.*, (1981).

4.3. Sifat/strain Penelitian

Penelitian ini bersifat eksploratif dan deskriptif berupa inventarisasi dan karakterisasi dari berbagai strain jamur yang berasosiasi dengan proses degradasi serasah daun mangrove (*Rhizophora* strain) di kawasan Pantai Utara Surabaya, serta memvisualisasikannya dalam bentuk gambar atau foto, serta penjelasan singkat dari masing-masing strain.

4.3. Analisis Data

Besarnya keragaman jamur ditentukan berdasarkan konsep kekayaan (*richness*) spesies dan bukan pemerataan (*evenness*) kelimpahan spesies. Dengan demikian analisis data dalam penelitian ini tidak dilakukan secara kuantitatif (uji statistik), akan tetapi dilakukan secara kualitatif dan deskriptif, berupa pernyataan banyaknya strain dan uraian detail hasil klasifikasi, karakterisasi, serta visualisasi berbagai karakter dari strain-strain jamur yang didapatkan.

BAB V

HASIL DAN PEMBAHASAN

5.1. Keragaman Strain Jamur Asosiatif dengan Proses Degradasi Serasah Mangrove

Hasil isolasi, karakterisasi (makroskopis dan mikroskopis) dan identifikasi jamur yang berasosiasi dengan proses degradasi serasah mangrove dari kawasan Pantai Utara Surabaya, keseluruhan didapati 30 strain jamur yang terwakili oleh 7 (tujuh) genus, masing-masing *Aspergillus* (10 strain), *Trichoderma* (10 strain), *Penicillium* (4 strain), *Paecilomyces* (2 strain), *Gliocladium* (2 strain), *Gonatobotryum* (1 strain), *Syncephalastrum* (1 strain). Dari 30 strain jamur tersebut setelah dianalisis lebih lanjut diketahui ada 27 spesies, karena ada 4 strain jamur dari genus *Aspergillus* yang ternyata berasal dari spesies sama (satu spesies) yaitu *A. niger*. Data strain jamur secara lengkap tersaji dalam Tabel 5.1.

Dari Tabel 5.1., tampak bahwa tingkat pengenalan terhadap strain-strain jamur sebagian besar hanya pada tingkat takson genus, sedangkan beberapa di antaranya diketahui sampai tingkat spesies seperti *Aspergillus niger*, *Penicillium citrinum*, *P. frequentans* dan *Gonatobotryum fuscum*. Khusus pada *Aspergillus niger* yang dikoleksi dikoleksi didapati empat varian berbeda didasarkan pada penampakan morfologis baik hasil pengamatan makroskopis maupun mikroskopis (Gambar (5.11 – 5.14)). Perbedaan tingkat pengenalan jamur di atas disebabkan oleh terbatasnya kunci determinasi yang tersedia. Dasar penetapan ke dalam strain berbeda dari genus atau spesies sama dalam penelitian ini utamanya didasarkan pada karakter-karakter morfologis, pola warna koloni, kemampuan mengubah media, adanya metabolit sekunder (berupa tetes-tetes air), struktur

Tabel 5.1. Data spesies/strain jamur asosiatif dengan proses degradasi serasah mangrove dari kawasan Pantai Utara Surabaya.

Isolat jamur				
Ordo/Familia	Sub-familia	Genus	Strain	
			No.	Nama strain/Spesies
Moniliales / Moniliaceae	Phialosporae	<i>Aspergillus</i>	1.	<i>Aspergillus niger</i> strain 1
			2.	<i>Aspergillus niger</i> strain 2
			3.	<i>Aspergillus niger</i> strain 3
			4.	<i>Aspergillus niger</i> strain 4
			5.	<i>Aspergillus</i> sp. strain 1
			6.	<i>Aspergillus</i> sp. strain 2
			7.	<i>Aspergillus</i> sp. strain 3
			8.	<i>Aspergillus</i> sp. strain 4
			9.	<i>Aspergillus</i> sp. strain 5
			10.	<i>Aspergillus</i> sp. strain 6
		<i>Penicillium</i>	11.	<i>Penicillium citrinum</i>
			12.	<i>Penicillium frequentans</i>
			13.	<i>Penicillium</i> sp. strain 1
			14.	<i>Penicillium</i> sp. strain 2
		<i>Paecilomyces</i>	15.	<i>Paecilomyces</i> sp. strain 1
			16.	<i>Paecilomyces</i> sp. strain 2
		<i>Trichoderma</i>	17.	<i>Trichoderma</i> sp. strain 1
			18.	<i>Trichoderma</i> sp. strain 2
			19.	<i>Trichoderma</i> sp. strain 3
			20.	<i>Trichoderma</i> sp. strain 4
			21.	<i>Trichoderma</i> sp. strain 5
			22.	<i>Trichoderma</i> sp. strain 6
			23.	<i>Trichoderma</i> sp. strain 7
			24.	<i>Trichoderma</i> sp. strain 8
			25.	<i>Trichoderma</i> sp. strain 9
			26.	<i>Trichoderma</i> sp. strain 10
		<i>Gliocladium</i>	27.	<i>Gliocladium</i> sp. strain 1
			28.	<i>Gliocladium</i> sp. strain 2
		Botryoblastophorae	<i>Gonatobotryum</i>	29.
Mucorales / Mucoraceae	-	<i>Syncephalastrum</i>	30.	<i>Syncephalastrum</i> sp.

hifa dan konidiofor/sporangiofor, *Conidial head*, dan struktur konidia atau spora. Deskripsi secara lengkap dari karakter masing-masing strain disajikan dalam sub bab 5.2.

Keseluruhan strain terbagi dalam dua familia, masing-masing dari Ordo berbeda, yaitu Moniliaceae dari Ordo Moniliales (29 strain) dan Mucoraceae dari Ordo Mucorales (1 strain). Dari 29 strain Moniliaceae, 28 strain di antaranya termasuk dalam sub-familia Phialosporae (Tabel 5.1.).

5.2. Karakterisasi dan Visualisasi Jamur

Deskripsi tentang hasil karakterisasi dan visualisasi dari 30 strain jamur asosiasi dengan proses degradasi serasah yang didapat dari lingkungan mangrove kawasan Pantai Utara Surabaya secara berturut-turut dapat diuraikan seperti paparan berikut ini.

Aspergillus (Gambar 5.1 – 10)

Aspergillus yang didapat dalam penelitian ini seluruhnya berjumlah 10 strain, dengan karakteristik umumnya sebagai berikut. Koloni umumnya tumbuh cepat, putih, kuning, kuning-coklat, coklat sampai hitam atau menampakkan bayangan hijau, kebanyakan tersusun seperti beludru padat dari konidiofor yang tumbuh tegak. Konidiofor (umumnya tak bersekat) keluar dari tangkai tak bercabang (sederhana), tegak, dengan ujung yang membengkak (vesikel). Phialida secara langsung keluar dari vesikel (tipe *uniserial*) atau dari metula (tipe *biserial*). Vesikel, phialida, dan konidia secara keseluruhan membentuk kepala konidia (*conidial head*). Konidia dalam rantai berbentuk batang kompak (*kolumnar*) atau membuka seperti bentukan kipas (*radiate*), konidia satu sel, *globose*, halus atau berornamen, hyalin atau secara massa tampak beragam warna. Berbagai karakter khusus atau khas dari masing-masing strain secara berturut-turut disajikan dalam deskriptif uraian di bawah ini.

(1 - 4) *Aspergillus niger* strain 1-4 (Gambar 5.1 - 4)

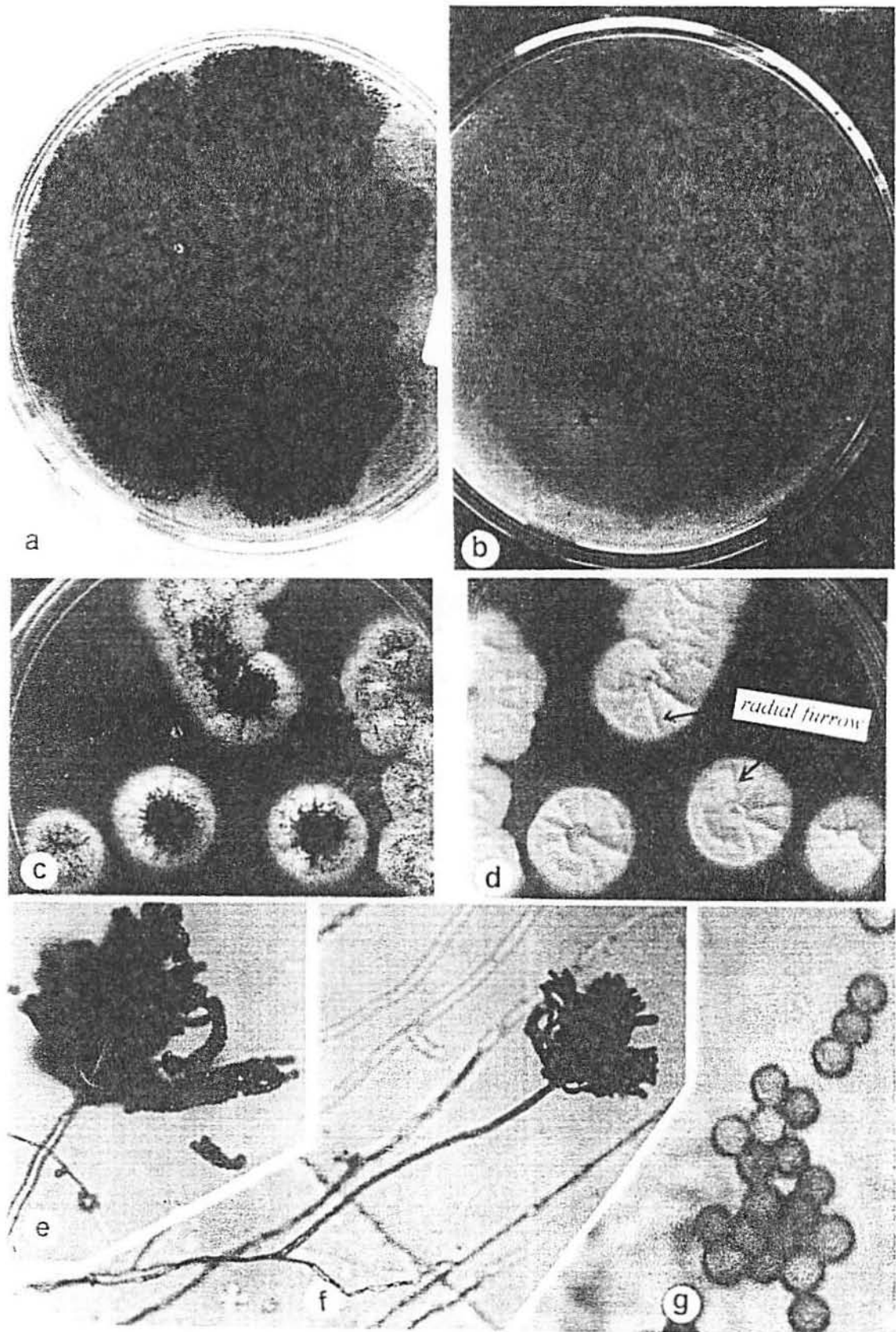
Ada empat strain jamur yang dapat dimasukkan dalam spesies *Aspergillus niger*, yaitu *Aspergillus niger* strain 1 – 4. Keempat strain *A. niger* tersebut berbeda pada penampakan tekstur koloni, struktur konidiofor dan konidia. Karakter umum dari *A. niger* adalah seperti berikut. Koloni pada media PDA tumbuh lebih cepat dibandingkan pada media *Czapek* agar, diameter pada umur 7 hari mencapai 6-8 cm (pada PDA) dan 2-5 cm (pada

Czapek agar), terdiri dari massa hifa kompak berwarna putih atau kuning di bagian dasar dengan satu lapisan konidiofora yang padat di bagian atas berwarna coklat tua sampai hitam. *Radial furrow* tampak sangat jelas (menampakkan kerutan-kerutan) khususnya pada media *Czapek* utamanya pada bagian *reverse*. Konidiofor tunggal atau dalam berkas keluar dari hifa vegetatif yang menjalar dalam substrat. Kepala konidia *radiate*, cenderung terbagi-bagi dalam kolom-kolom yang saling terlepas dengan bertambahnya umur. Vesikel membulat (*globose*) sampai *subglobose*. *Phialida* ada di atas metula. Metula hyaline sampai coklat, sering bersekat. Konidia *globose* sampai *subglobose*, warna coklat, berornamen menyerupai kutil, duri, atau berkerut-kerut.

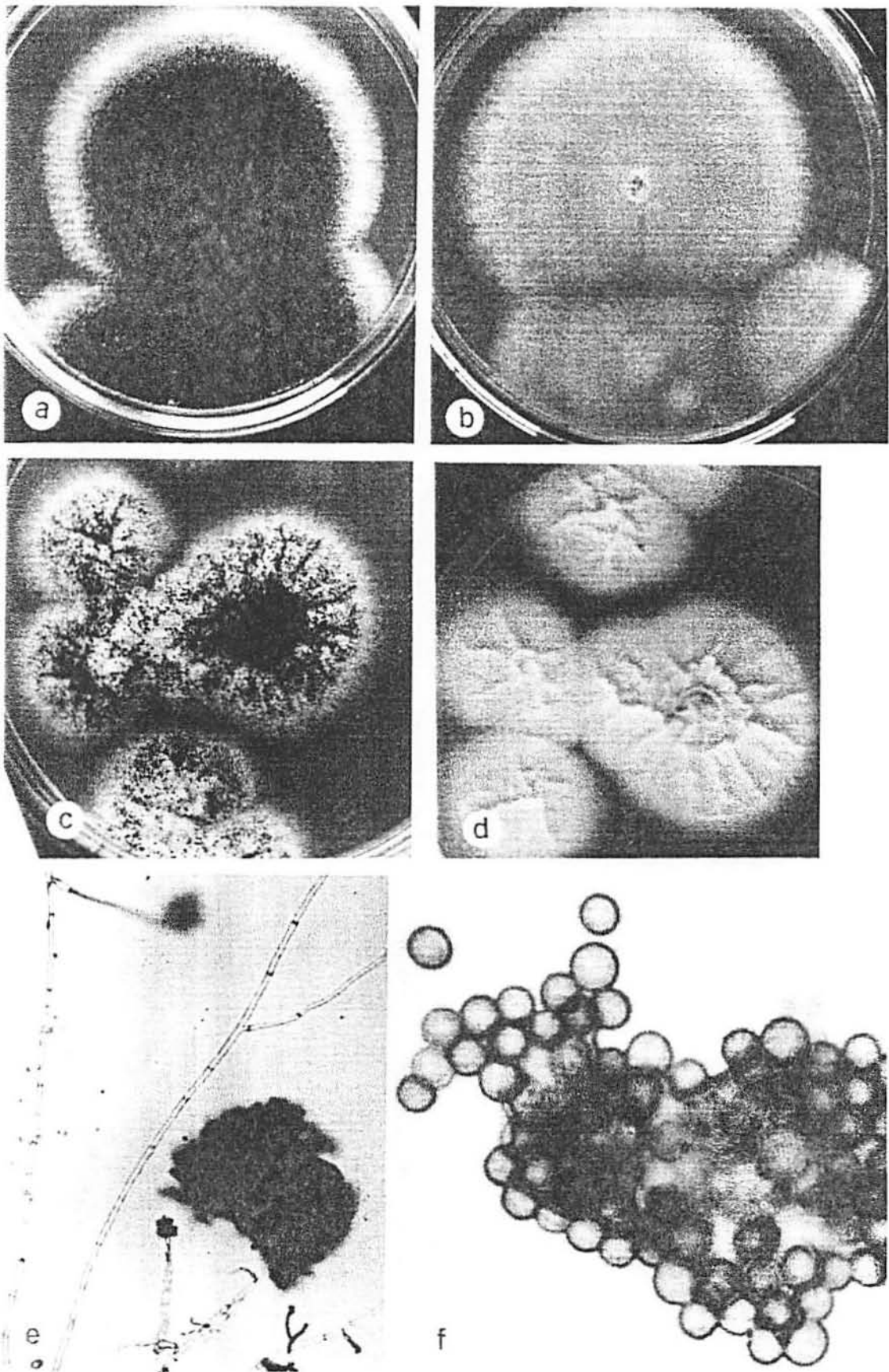
Perbedaan nyata di antara masing-masing strain *A. niger* selain teramati pada tekstur koloni, dapat pula diamati antara lain pada struktur konidiofor (tunggal pada *A. niger* strain 3 atau berkas pada tiga strain lainnya), bentuk lingkaran *conidial head* (penuh atau tidak penuh) dan permukaan dinding konidia. Visualisasi yang menggambarkan perbedaan karakter dari keempat strain *A. niger* tersebut disajikan pada Gambar 5.1 sampai dengan 5.4.

(5) *Aspergillus* sp. strain 1 (Gambar 5.5)

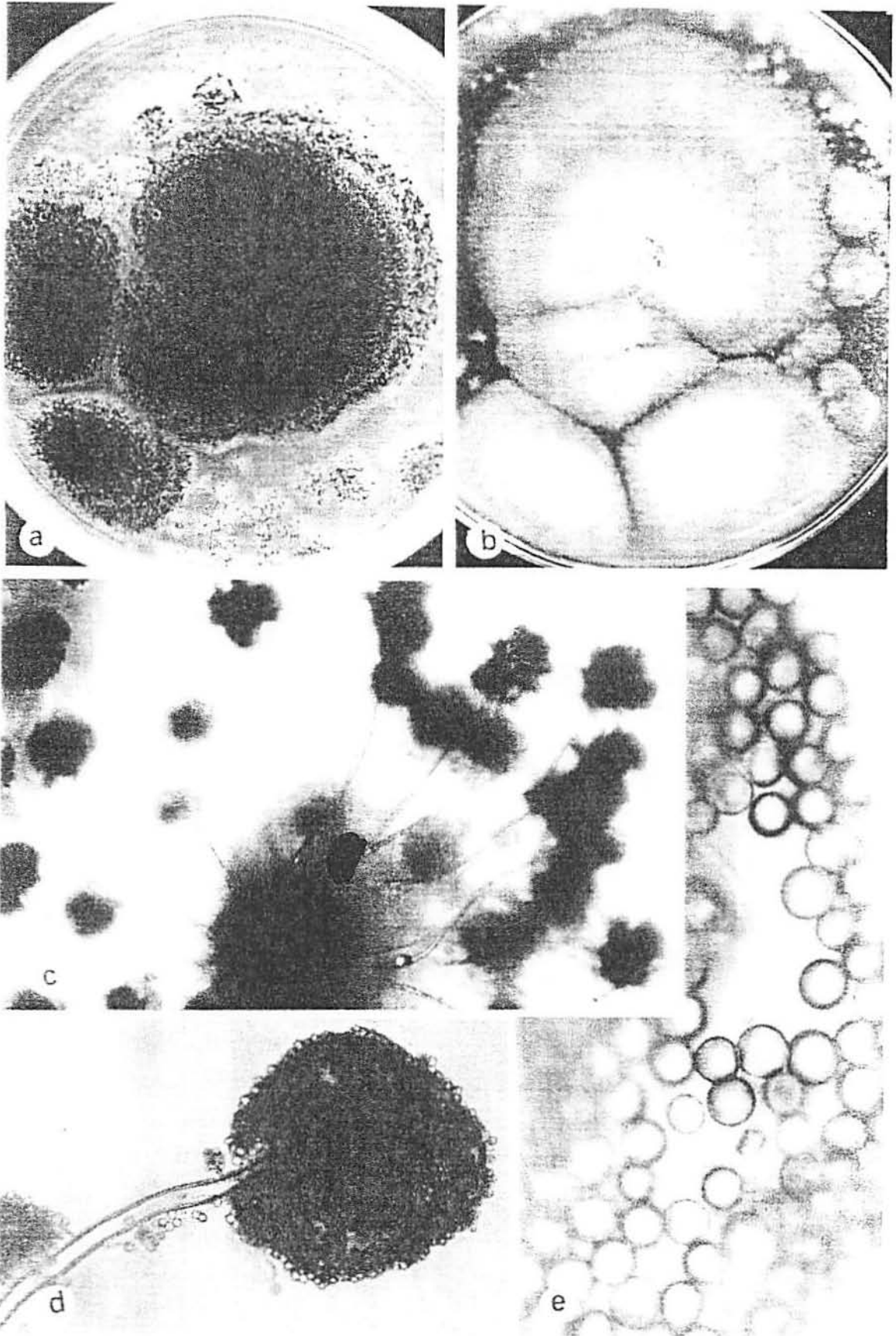
Koloni umumnya tumbuh cepat, putih menampakkan bayangan hijau abu-abu, bertekstur seperti beludru padat, menutup seluruh bagian cawan dalam waktu 7 hari; menampakkan zonasi dengan lingkaran coklat kecil di tengah-tengah koloni (a); tanpa *radial furrow*; bagian *reverse* berwarna kuning-kemerahan (b). Hifa bersekat. Konidiofor tak bersekat keluar dari tangkai tak bercabang (sederhana), tegak dengan ujung yang membengkak (vesikel). *Phialida* secara langsung keluar dari vesikel (*uniserial*). Vesikel, *phialida*, dan konidia secara keseluruhan membentuk *conidial head* (membulat hampir $\frac{1}{2}$ bagian) (c,d,e). Konidia hyalin, dalam rantai berbentuk batang yang kompak (kolumnar), satu sel, *globose*, berdinding halus (f).



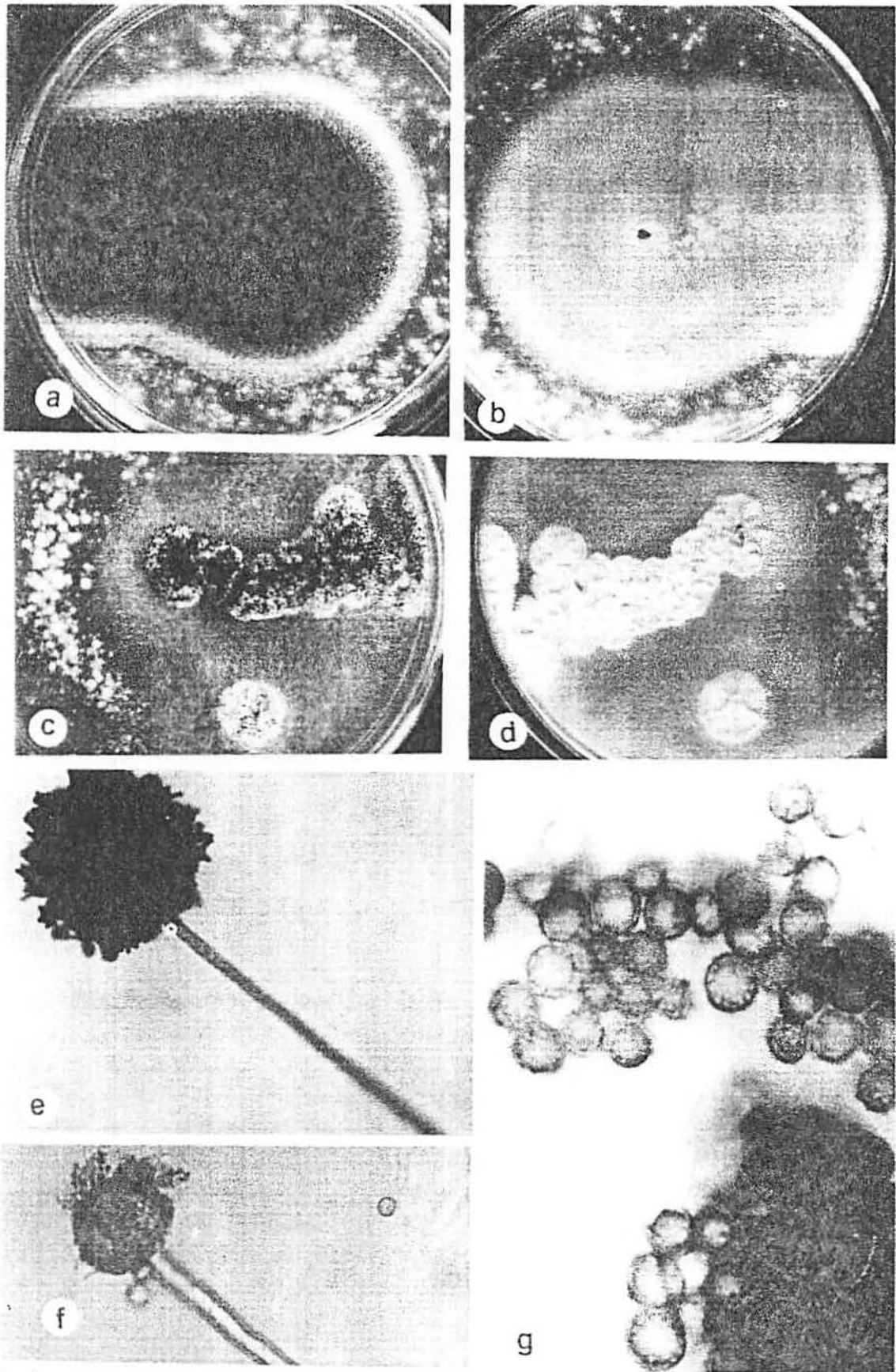
Gambar 5.1. *Aspergillus niger* strain I: Permukaan atas dan *reverse* koloni pada PDA umur 14 hari (a,b); permukaan atas dan *reverse* koloni pada *Czapek* agar umur 7 hari (c,d); konidiofor dengan *conidial head* bentuk kipas (1/3 lingkaran) (e,f); konidia berkerut (g)



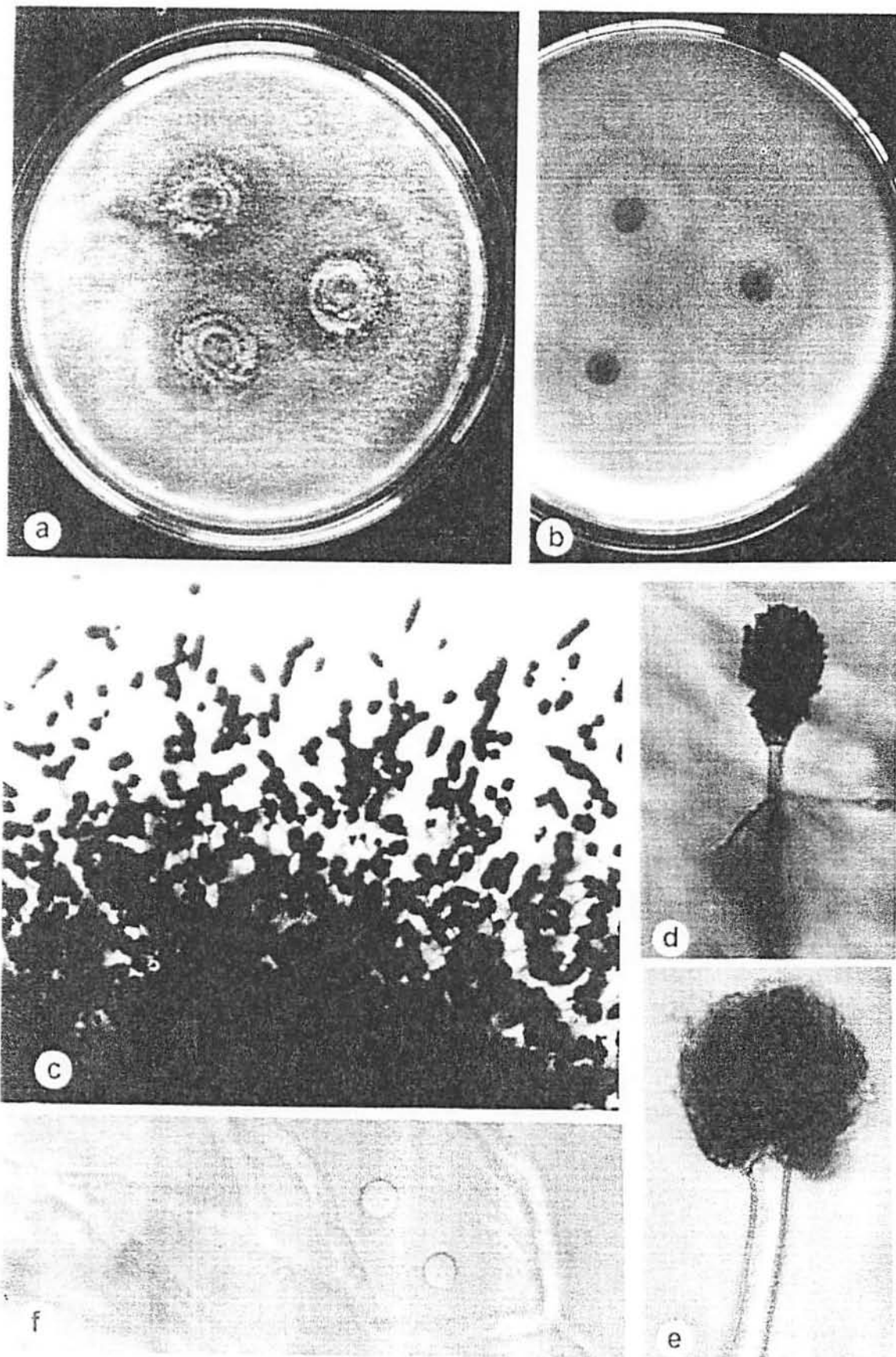
Gambar 5.2. *Aspergillus niger* strain 2 : Permukaan atas dan *reverse* koloni pada PDA umur 14 hari (a,b); permukaan atas dan *reverse* koloni pada *Czapek* agar umur 14 hari (c,d); konidiofor dengan *conidial head* bentuk kipas (1/2 lingkaran) (e); konidia kasar (f)



Gambar 5.3. *Aspergillus niger* strain 3 : Permukaan atas dan *reverse* koloni pada media PDA umur 16 hari (a,b); konidiofor yang padat dengan *conidial head* (c); *conidial head* bentuk bulat (lingkaran penuh) (d); konidia bulat berdinding halus (g)



Gambar 5.4. *Aspergillus niger* strain 4 : Permukaan atas dan *reverse* koloni pada media PDA umur 14 hari (a,b); permukaan atas dan *reverse* koloni pada media Czapek agar umur 14 hari (c,d); konidiofor dengan *conidial head* bentuk bulat (lingkaran penuh) (e,f); konidia bulat dengan dinding berkulit (g)



Gambar 5.5. *Aspergillus* sp. strain 1 : Permukaan atas dan *reverse* koloni pada media PDA umur 7 hari (a,b); massa konidiofor membentuk koloni yang rapat (c); konidiofor dengan *conidial head* bentuk kolumnar (d,e); konidia bulat berdinding halus (g)

(6) *Aspergillus* sp. strain 2 (Gambar 5.6)

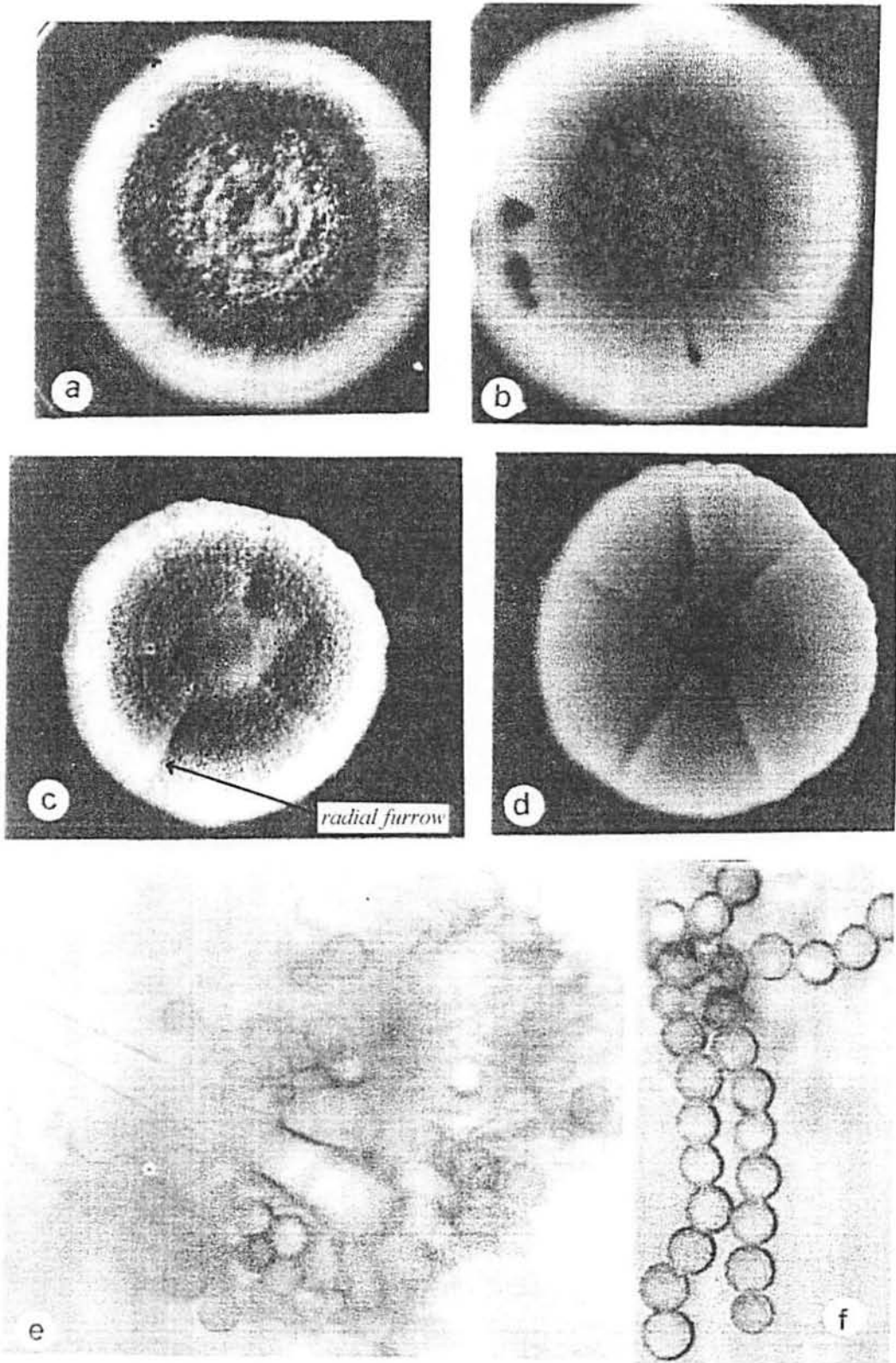
Koloni tumbuh cepat, putih tulang, bertekstur granuler pada media PDA (a) atau bertekstur beludru pada media *Czapex* agar (b), massa koloni pada media *Czapex* agar tampak lebih kompak; pola zonasi lebih nyata pada PDA dibanding *Czapex*, dan *radial furrow* lebih nyata pada *Czapex*; *reverse* berwarna oranye kecoklatan (c,d). Hifa hyalin dan bersekat. Konidiofor tak bersekat, keluar dari tangkai sederhana, tegak dengan ujung yang membengkak (vesikel). Phialida secara langsung keluar dari vesikel (*uniseriat*). Vesikel, phialida, dan konidia secara keseluruhan membentuk *conidial head* (e). Konidia dalam rantai berbentuk batang yang kompak (kolumnar), satu sel, *globose*, halus, hyalin (f).

(7) *Aspergillus* sp. strain 3 (Gambar 5.7)

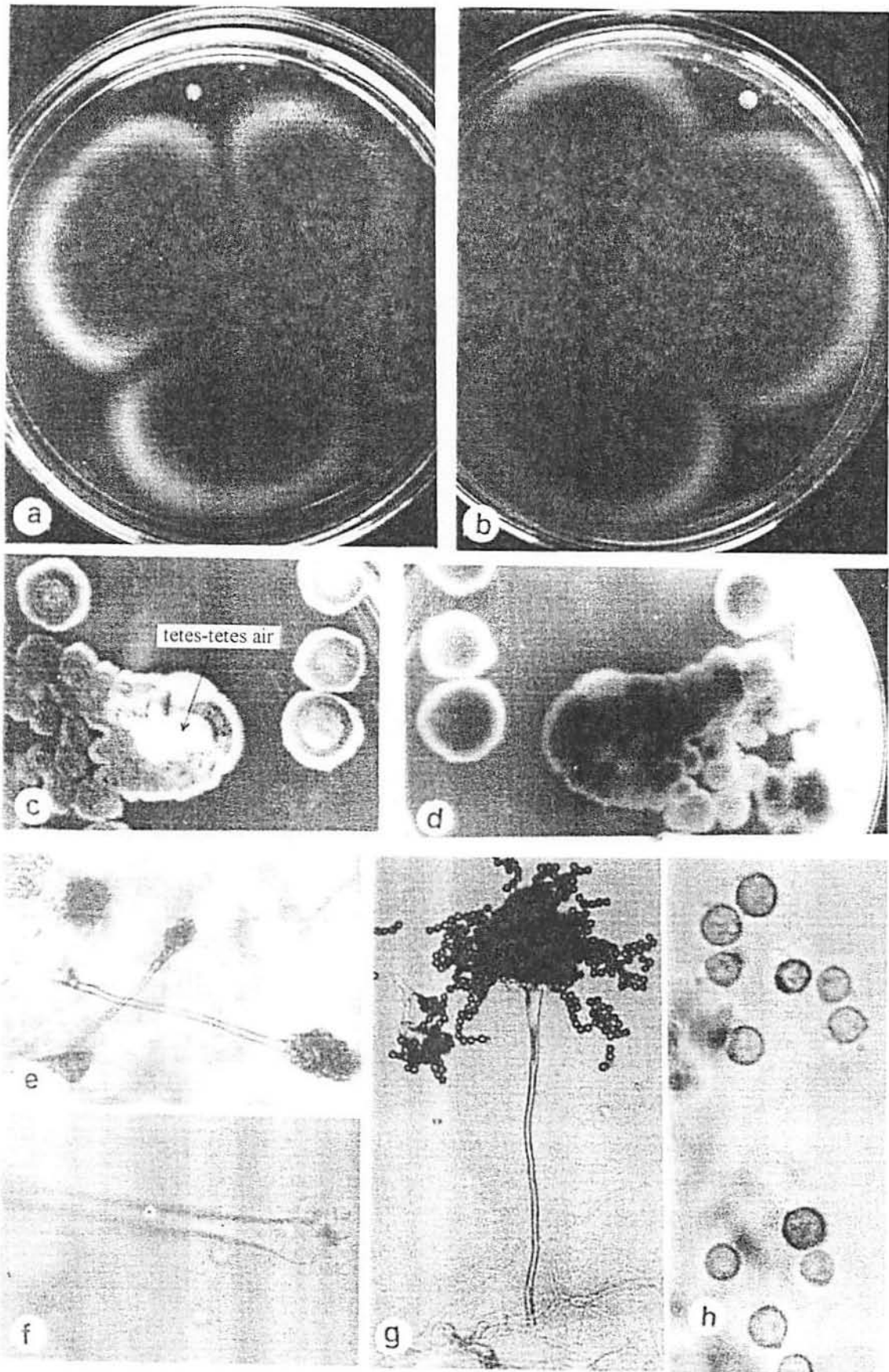
Koloni tumbuh cepat, berbentuk bulat, diameter pada umur 7 hari 4-5 cm (di media PDA) (a,b) dan hanya 1,5-2 cm (di *zapex agar*) (c,d). Pada kedua media: putih dan menampilkan bayangan hijau, bertekstur beludru kasar; *reverse* berwarna coklat kehitaman; zonasi jelas, tetapi *radial furrow* jelas hanya pada *Czapex* (c,d). Konidiofor tunggal, tak bersekat muncul dari dalam substrat, tak bercabang, tegak dengan ujung yang membengkak (vesikel) (e,f). Phialida secara langsung keluar dari vesikel (*uniseriat*). Keseluruhan vesikel, phialida dan konidia membentuk *conidial head* (g). Konidia dalam rantai membuka seperti bentukan kipas (*radiate*), satu sel, *globose*, berornamen halus, hyalin (h).

(8) *Aspergillus* sp. strain 4 (Gambar 5.8)

Koloni tumbuh cepat, bulat *ireguler*, berwarna putih dan berubah hijau biru dengan umur inkubasi, bertekstur beludru dari kumpulan konidiofor, diameter (biakan umur 7 hari) mencapai 4-5 cm pada media PDA (a,b) dan sekitar 1,5-2 cm pada media *Czapex* (c,d); bagian *reverse* berwarna kuning muda hingga coklat kemerahan; menampilkan zonasi

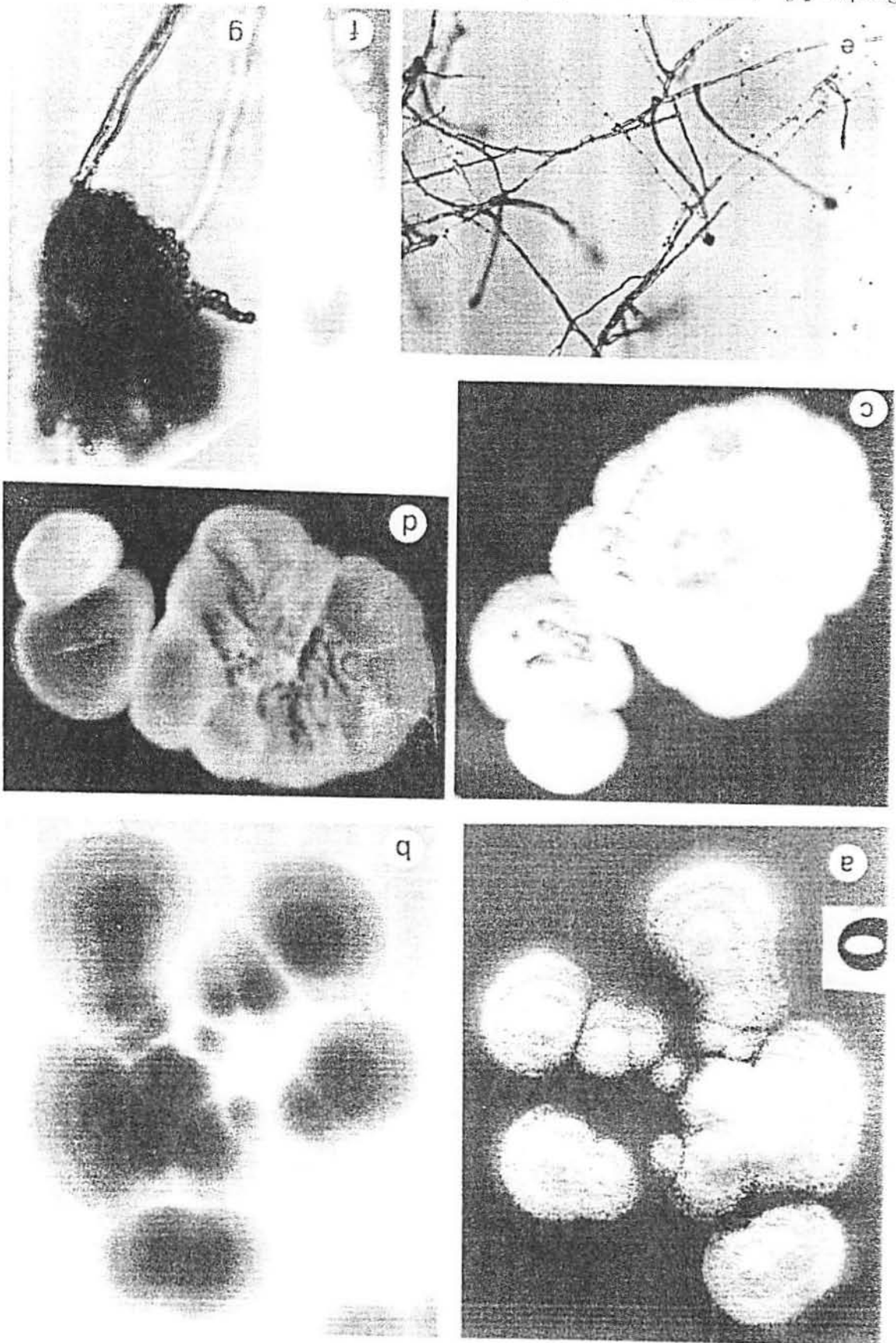


Gambar 5.6. *Aspergillus* sp. strain 2 : Permukaan atas dan *reverse* koloni pada media PDA umur 12 hari (a,b); permukaan atas dan *reverse* koloni pada *Czapek* agar umur 12 hari (c,d); *conidial head* bentuk *radiate* (e), konidia berdinding kasar (f)



Gambar 5.7. *Aspergillus* sp. strain 3 : Permukaan atas dan *reverse* koloni pada media PDA umur 12 hari (a,b); permukaan atas dan *reverse* koloni pada Czapek agar umur 12 hari (c,d); konidiofor dengan *conidial head* (e,f,g); konidia berdinding kasar (h)

Gambar 5.8. *Aspergillus* sp. strain 4 : Permukaan atas dan *reverse* koloni pada media PDA umur 5 hari (a,b); permukaan atas dan *reverse* koloni pada *Zupex* agar umur 10 hari (c,d); konidiofor tumbuh dari miselium (e); konidiofor dengan *conidial head* bentuk kolomnar (f,g)



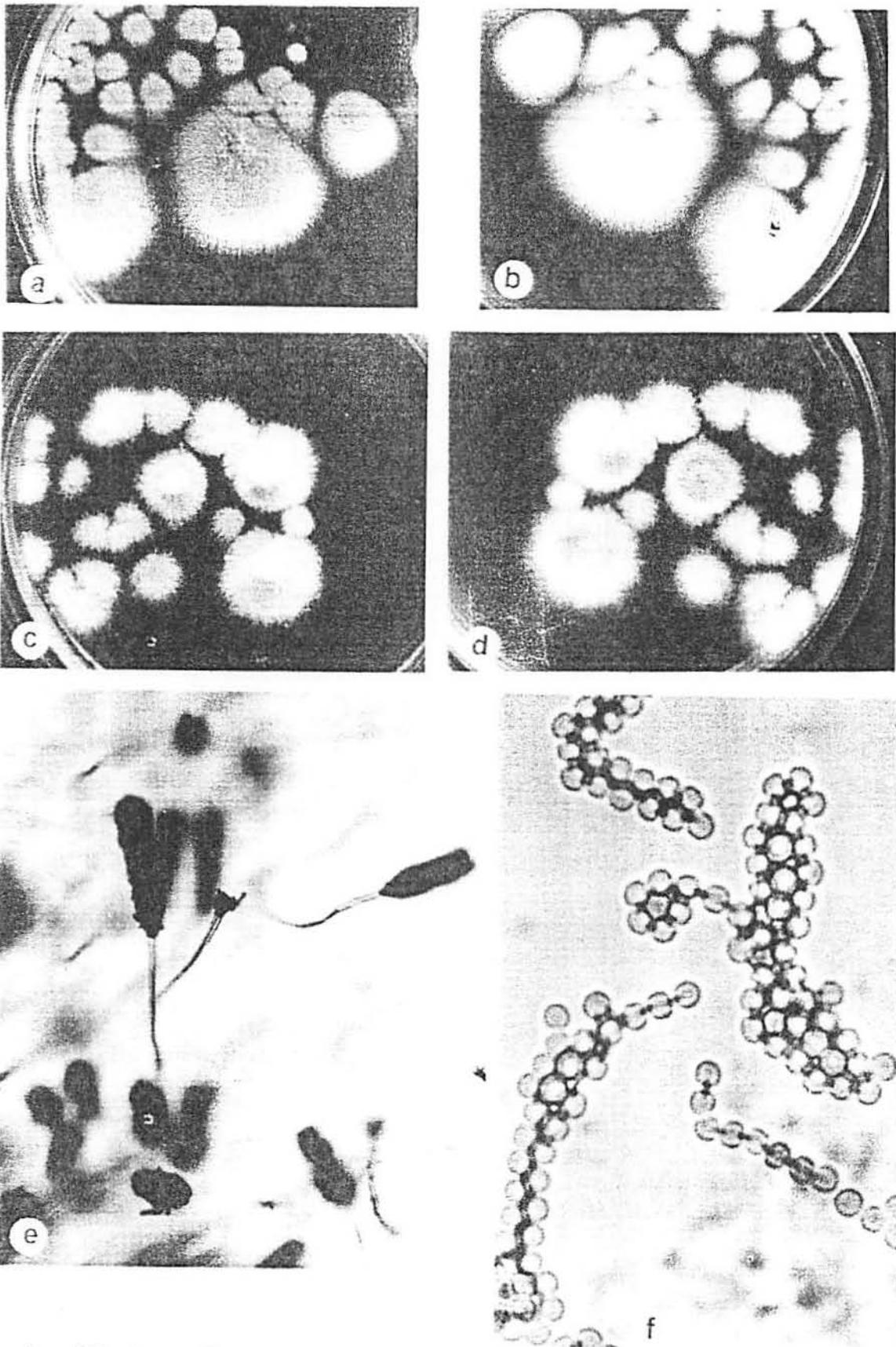
tetapi radial furrow tak teramati. Hifa bersekat, menjalar dan bercabang mendukung konidiofor. Konidiofor tak bercabang dan tak bersekat, tegak, dengan ujung membengkak (vesikel) (e). Phialida keluar dari vesikel yang *uniseriat*. Vesikel, phialida dan konidia membentuk *conidial head* (g). Konidia dalam rantai berbentuk seperti bentuk kipas (*radiate*), satu sel, *globose*, berornamen, hyalin. Metabolit sekunder berupa tetes-tetes air warna merah-coklat.

(9) *Aspergillus* sp. strain 5 (Gambar 5.9)

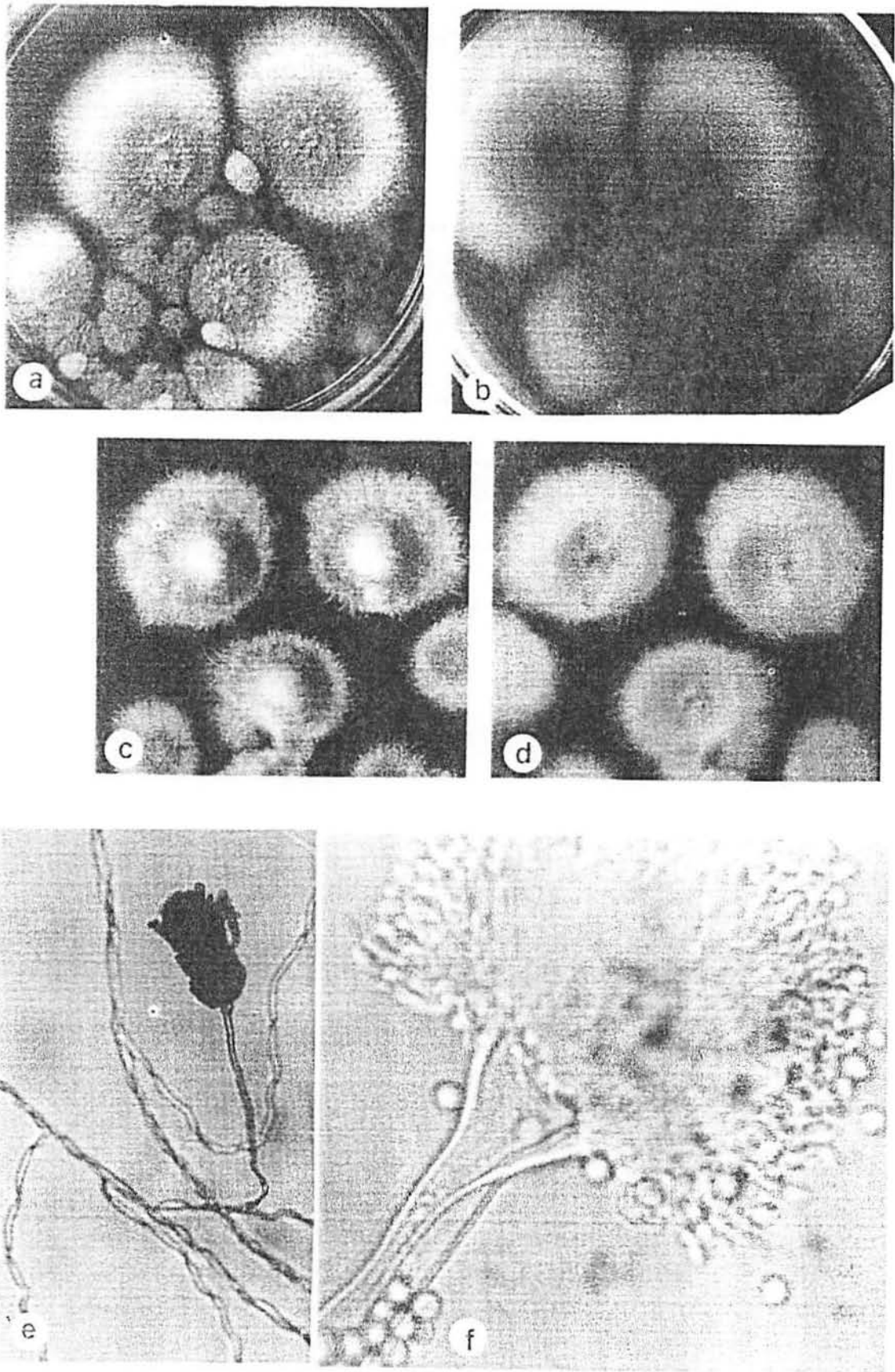
Koloni tumbuh lambat, bentuk bulat *ireguler*, putih coklat, bertekstur granuler halus (seperti serbuk gergaji) pada media PDA (a) atau seperti beludru kasar pada media *Czapex* (c), diameter umur 7 hari mencapai 2-3,5 cm pada PDA dan hanya 1-2 cm pada *Czapex*; *reverse* berwarna kuning, zonasi dan *radial furrow* tidak nampak (b,d). Konidiofor tak bersekat, panjang, keluar dari hifa menjalar bersekat (ada hifa aerial tapi tak menghasilkan konidiofor), tangkai konidiofor tidak bercabang, tegak dengan ujung yang membengkak (vesikel). Phialida secara langsung keluar dari vesikel (*uniseriat*). Vesikel, phialida, dan konidia secara keseluruhan membentuk *conidial head* (e). Konidia dalam rantai berbentuk batang yang kompak (kolumnar), satu sel, *globose*, berdinding halus, hyalin (f).

(10) *Aspergillus* sp. strain 6 (Gambar 5.10)

Koloni tumbuh cepat, berwarna putih-coklat, diameter umur 7 hari mencapai 3-6 cm pada PDA dan 2-2,5 cm pada *Czapex* agar, bertekstur granuler-halus (seperti serbuk gergaji) pada PDA (a) dan beludru pada *Czapex* (c); bagian *reverse* berwarna kuning-merah pada PDA b) dan kuning jernih pada media *Czapex* (d); zonasi dan *radial furrow* tidak jelas. Konidiofor tunggal atau dalam berkas (tak bersekat) keluar dari hifa yang menjalar tak bercabang, tegak, dengan ujung yang membengkak (vesikel). Phialida secara



Gambar 5.9. *Aspergillus* sp. strain 5: Permukaan atas dan *reverse* koloni pada media PDA umur 7 hari (a,b); permukaan atas dan *reverse* koloni pada *Czapek* agar umur 7 hari (c,d); konidiofor dengan *conidial head* bentuk kolomnar (e); untaian konidia bentuk *globose* (f)



Gambar 5.10. *Aspergillus* sp. strain 6 : Permukaan atas dan *reverse* koloni pada media PDA umur 7 hari (a,b); permukaan atas dan *reverse* koloni pada *Czapek* agar umur 7 hari (c,d); konidiofor dengan *conidial head* kolomnar yang tumbuh dari miselium (e); *conidial head* dan konidia bentuk bulat halus (f)

langsung keluar dari vesikel (*uniserial*). Vesikel, phialida, dan konidia secara keseluruhan membentuk *conidial head* berbentuk batang kompak (kolumnar) dan ramping (e,f). Konidia dalam rantai (e), satu sel, *globose*, berdinding halus, hyalin (f).

Penicillium (Gambar 5.11 - 14)

Ada empat strain jamur yang termasuk genus *Penicillium*. Karakteristik *Penicillium* secara umum adalah : koloni umumnya tumbuh cepat, menampilkan bayangan warna hijau atau kadang-kadang putih, kebanyakan tersusun atas konidiofora yang padat. Konidiofora yang muncul dari miselium umumnya tunggal (*mononematous*) atau kadang-kadang bergerombol (*synnematous*), tersusun atas tangkai tunggal yang berakhir dengan rangkaian phialida bentuk *penicillus* (mengandung cabang-cabang dan metula atau terkadang rangkaian tunggal (*monoverticillate*). Cabang-cabang dalam konteks ini adalah semua sel yang berada di antara metula dan tangkai (*stipe*). Pola-pola percabangan yang lain meliputi satu-stage (*biverticillate-symetrical*), dua-stage (*biverticillate-asymetrical*), dan tiga stage atau lebih. Konidiofora dapat muncul dari substrat (seperti kain beludru), dari hifa aerial (*lanose*), dari bundel hifa yang berbaring/menjalar (*funiculosa*) atau dari bundel hifa yang longgar ataupun yang kompak (*fasciculate* atau *synnematous*). Konidiofora hyalin, berdinding lembut atau kasar. Phialida biasanya berbentuk botol (*flask-shape*) yang tersusun dari satu bagian basal silindris dengan leher yang jelas, atau *lanceolate* (dasar sempit dengan bagian apek yang meruncing). Konidia dalam rantai panjang (*basipetal*), menyebar, atau dalam kolom, berbentuk bulat (*globose*), ellipsoid atau silindris, dengan warna hyalin atau kehijauan, berdinding halus atau kasar.

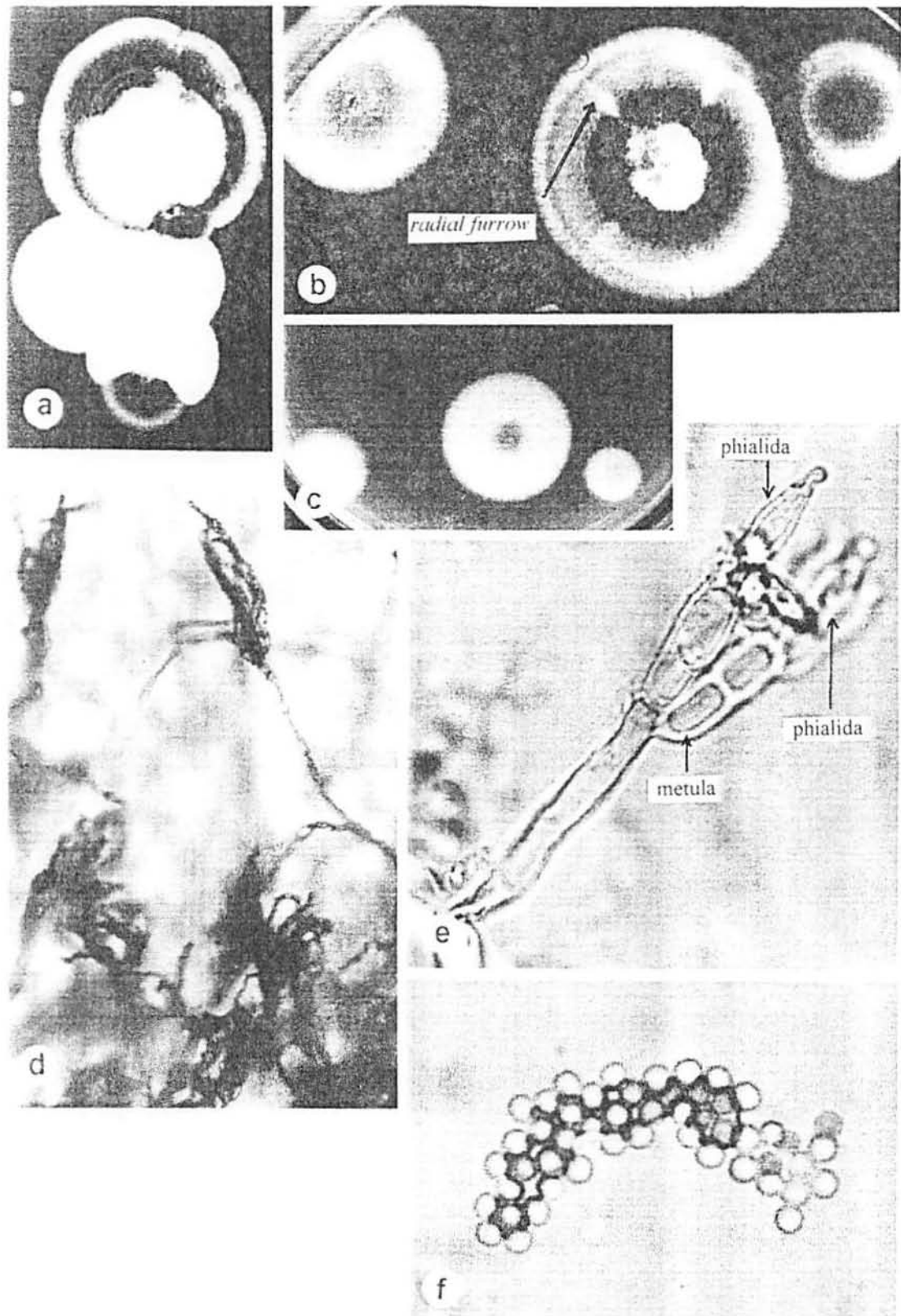
Adapun karakteristik dan visualisasi dari masing-masing strain secara berturut-turut diberikan sebagai berikut.

(11) *Penicillium citrinum* (Gambar 5.11)

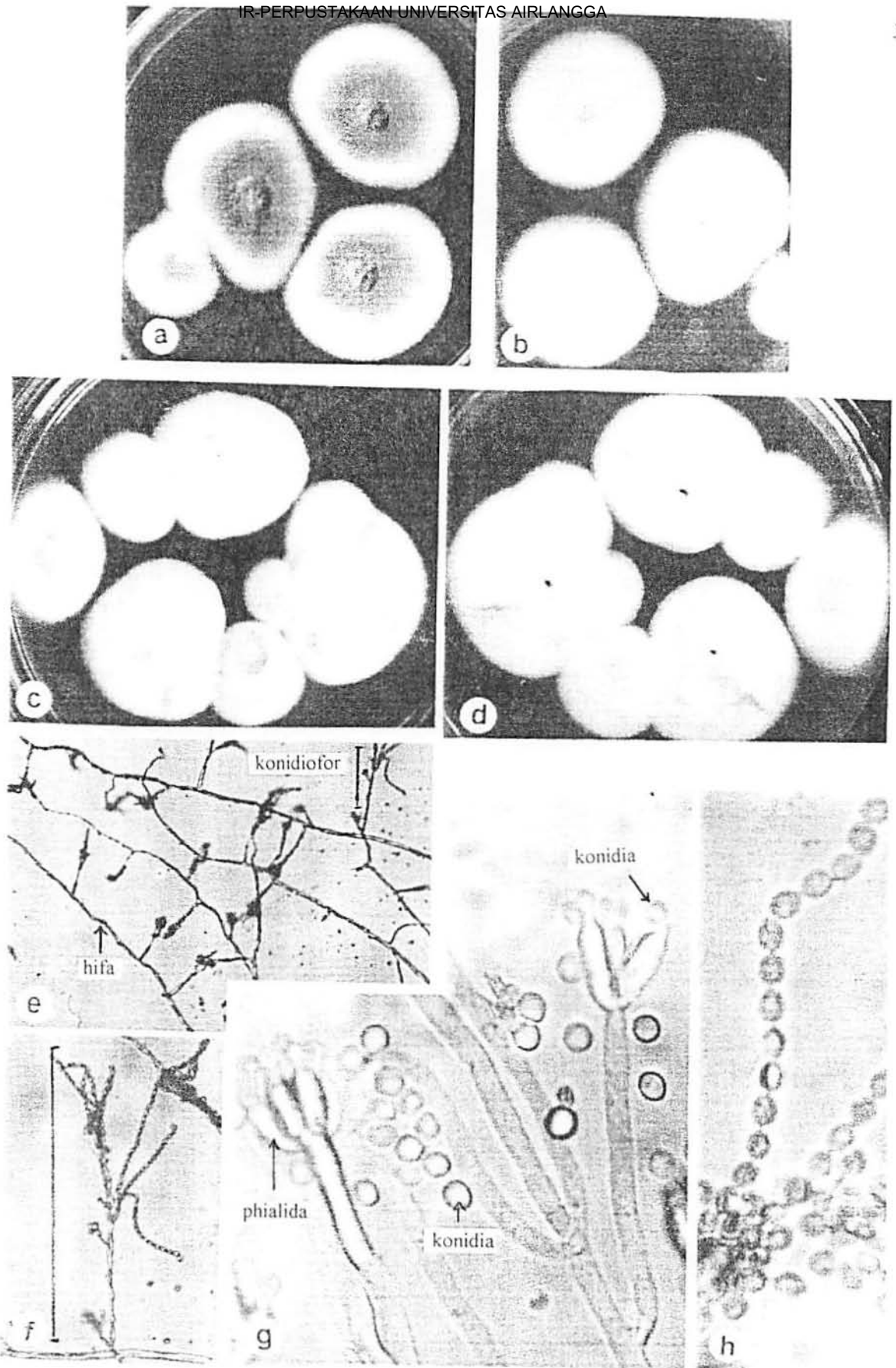
Koloni pada *Czapek* agar tumbuh agak terbatas, diameter mencapai 1-5 cm dalam 7 hari, tersusun atas konidiofor yang padat bertekstur beludru, kadang-kadang tampak menyerupai kulit, warna bervariasi antara biru-kuning, kuning pucat, atau kuning cerah dan berubah ke hijau kehitaman dengan bertambahnya umur (a,b), *reverse* oranye (c). Koloni juga kadang-kadang berwarna kuning cerah, atau ada yang tanpa warna. Metabolit sekunder berupa tetes-tetes air warna merah darah dan mengubah warna media menjadi merah cerah. Konidiofor tunggal (*mononematous*) muncul dari miselium, tersusun atas tangkai tunggal yang berakhir dengan rangkaian phialida bentuk *penicillus* (mengandung cabang-cabang dan metula); pola percabangannya satu-stage (*biverticillate-symetrical*), muncul dari hifa aerial (*lanose*) (d,e). Konidiofor hyalin, berdinding lembut. Phialida berbentuk botol (e). Konidia dihasilkan dalam bentuk kolom, *globose* hingga *subglobose*, hyalin, berdinding halus (f).

(12) *Penicillium frequentans* (Gambar 5.12)

Koloni umumnya tumbuh cepat, pada media *Czapek* berwarna putih (c), pada PDA putih kelabu berbayang hijau (a), berbentuk bulat dengan diameter 2,5–3,3 pada umur 7 hari baik pada PDA maupun *Czapek*; tersusun atas konidiofor yang padat, bertekstur beludru. *Radial furrow* tampak pada media *Czapek* dengan zonasi tidak jelas. Permukaan *reverse* berwarna kuning pada media PDA (b) dan putih pada *Czapek* (d). Konidiofor pendek dan bercabang muncul dari hifa vegetatif yang menjalar, berdinding halus dan berakhir dalam rangkaian phialida sederhana (*monoverticillate*) (e,f). Phialida berbentuk botol (g). Konidia diproduksi dalam rantai panjang (*basipetal*), *globose* hingga *subglobose*, hyalin, berdinding halus (h). Metabolit sekunder berupa tetes air bening.



Gambar 5.11. *Penicillium citrinum* : Permukaan atas koloni pada (*zupex* agar (a,b); bagian *reverse* (c); Konidiofor tunggal (d); konidiofor dengan metula dan phialida (e); untaian konidia berbentuk bulat atau *globose* (f)



Gambar 5.12. *Penicillium frequentans* : Permukaan atas dan *reverse* koloni pada PDA umur 7 hari (a,b); permukaan atas dan *reverse* pada *Czapek* agar (c,d); hifa yang mendukung konidiofor (e); konidiofor bercabang dengan phialida dan konidia (f,g); konidia (h)

(13) *Penicillium* sp. strain 1 (Gambar 5.13)

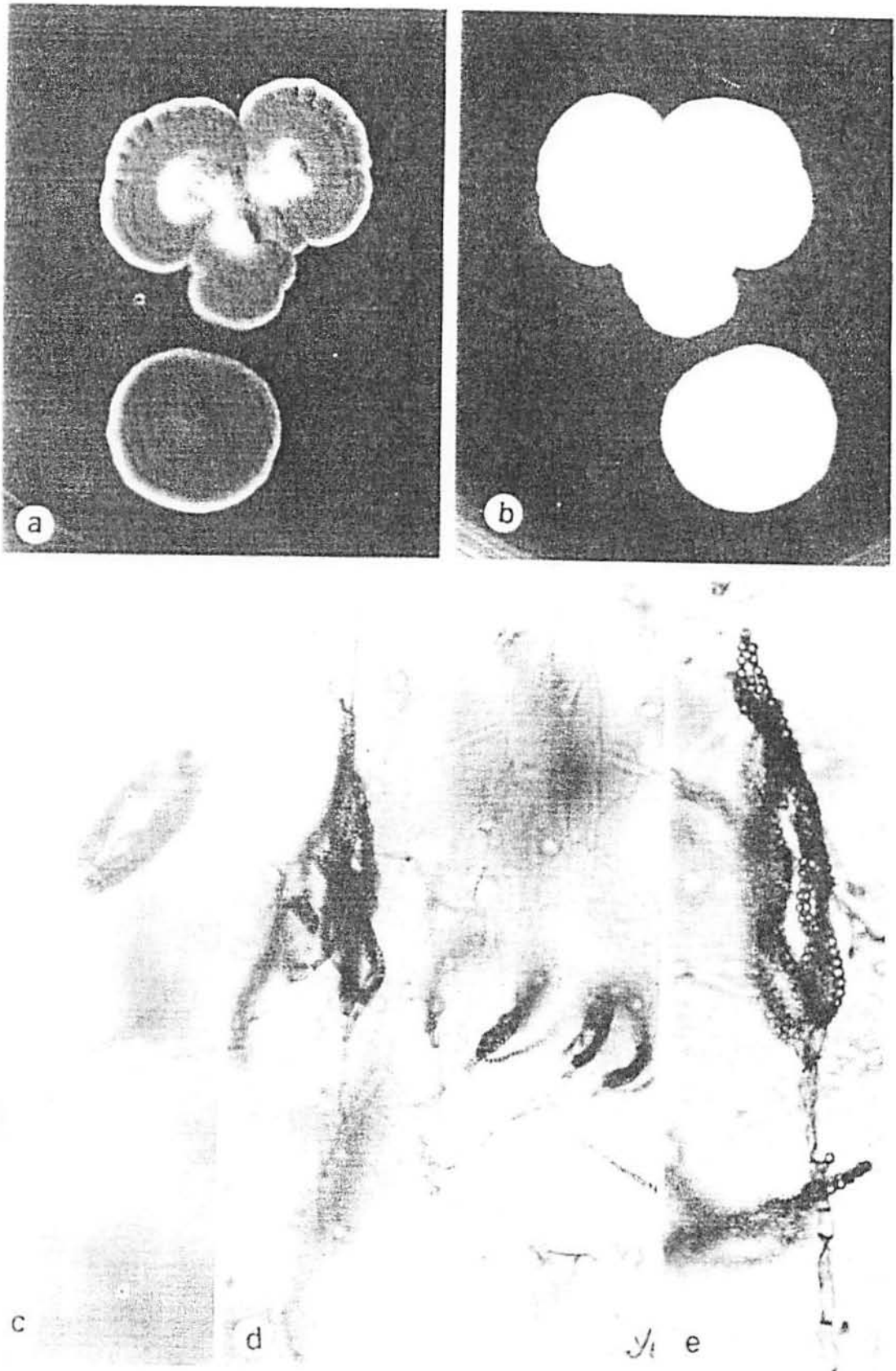
Koloni tumbuh terbatas, tersusun atas konidiofor yang padat, berwarna putih dan berangsur berubah menjadi hijau abu-abu gelap seperti seragam tentara, berbentuk bulat, bertekstur beludru kompak, diameter mencapai 2,5-3,5 cm pada umur 7 hari; *radial furrow* jelas dengan zonasi yang kurang nyata (a); bagian *reverse* berwarna putih tulang berubah kuning dengan usia (b). Konidiofor tunggal (*mononematous*) muncul dari miselium, tersusun atas tangkai bentuk *penicillus* (mengandung cabang-cabang dan metula). Pola-pola percabangan dua-stage (*biverticillate-asymmetrical*). Kepala konidiofor menjari. Konidiofor hyalin, berdinding lembut (c,d,e). Phialida berbentuk botol. Konidia dalam rantai panjang (*basipetal*), dalam bentuk kolom, *globose*, hyalin, berdinding halus (e).

(14) *Penicillium* sp. strain 2 (Gambar 5.14)

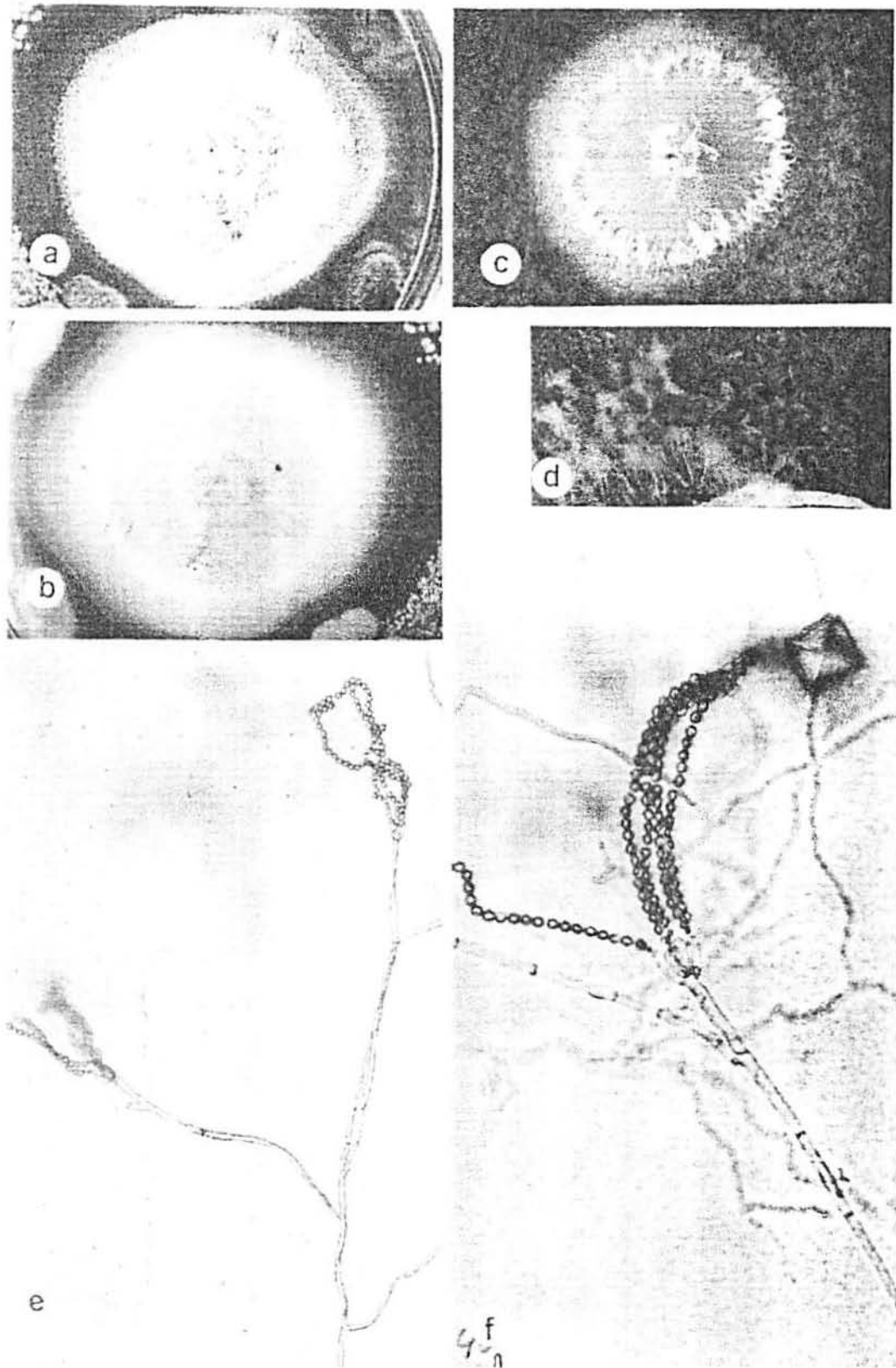
Koloni tumbuh cepat, berbentuk bulat, diameter mencapai 3-4 cm dalam 7 hari, berwarna putih, bertekstur serbuk halus, massa koloni tersusun atas konidiofor yang longgar; bagian *reverse* berwarna kekuningan (a,b,c,d). Hifa bersekat; konidiofor tunggal (*mononematous*), bercabang, tak bersekat, hyalin, tersusun atas tangkai tunggal yang berakhir dengan rangkaian phialida sederhana (*monoverticillate*) (e,f). *Conidial head* berbentuk menjari. Konidiofor hyalin, berdinding lembut. Phialida berbentuk botol. Konidia dalam rantai panjang (*basipetal*), *globose*, hyalin, berdinding halus (e,f).

(15) *Paecilomyces* sp. strain 1 (Gambar 5.15)

Koloni tumbuh cepat, berbentuk bulat, berwarna hijau tua (*olive green*), bertekstur beludru, diameter mencapai 6-7 cm pada umur 7 hari (media PDA), zonasi tampak jelas baik permukaan atas maupun bagian *reverse*, *radial furrow* tidak teramati. Bagian *reverse* berwarna gading dengan garis-garis konsentris warna coklat (a,b). Konidiofor bersekat

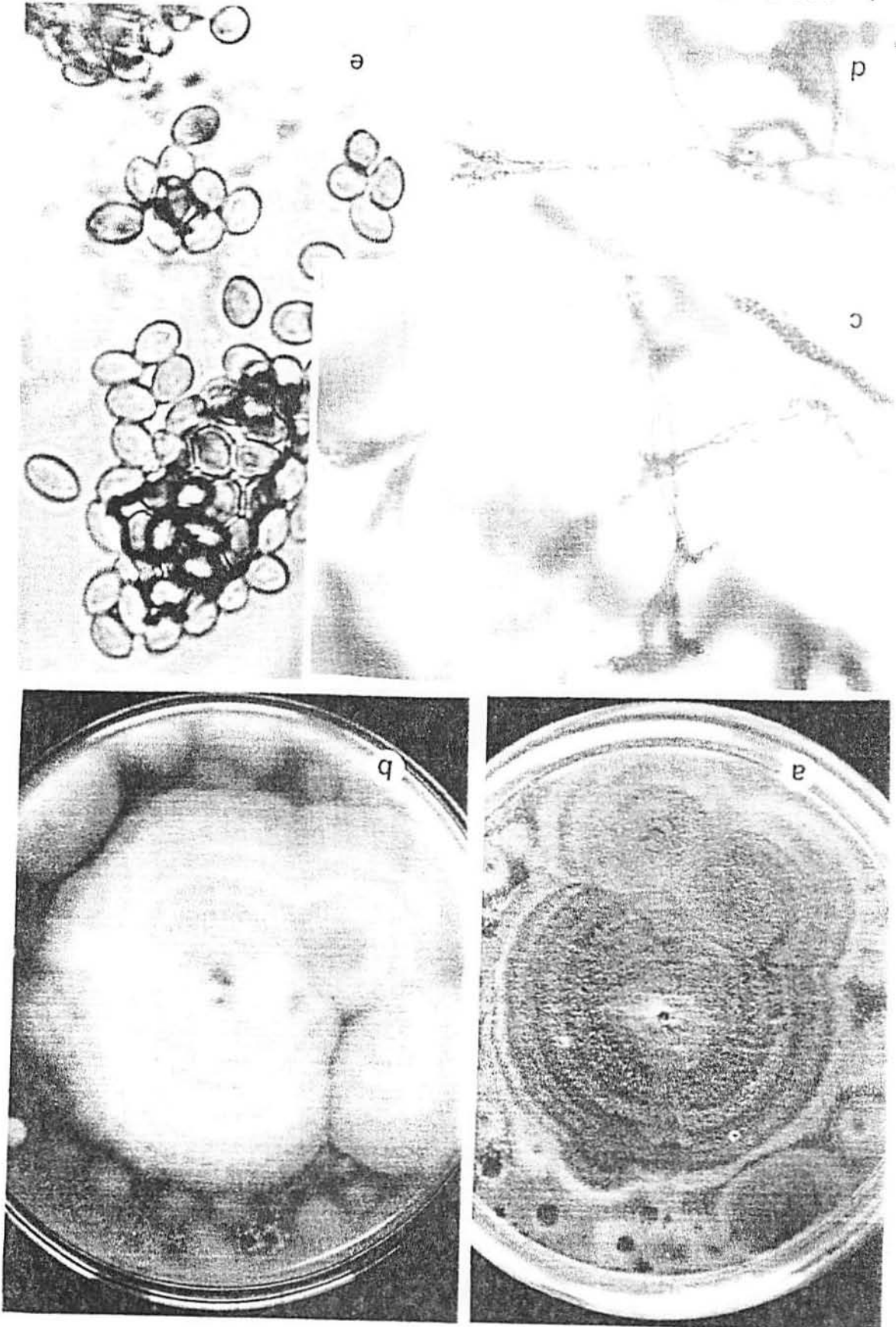


Gambar 5.13. *Penicillium* sp. strain 1 : Bagian permukaan atas (a), dan bagian *reverse* (b) dari koloni yang tumbuh pada media PDA umur biakan 7 hari; konidiofor yang mendukung metula, *phialida* dan konidia (c,d,e), dengan konidia berbentuk bulat



Gambar 5.14. *Penicillium* sp. strain 2. : Permukaan atas dan *reverse* koloni pada PDA u 16 hari (a,b); koloni umur 7 hari pada media PDA (c); massa miselium makroskopis (d); hifa bersekat dengan konidiofor sederhana mendukung phialida dan untaian konidia (e,f)

Gambar 5.15. *Paeclomyces* sp. strain 1 : Permukaan atas dan *reverse* koloni pada media (*Zapex* agar, umur 16 hari (a,b); konidiofor dengan *conidial head* bentuk menjari (c,d); konidia berbentuk oval (e)



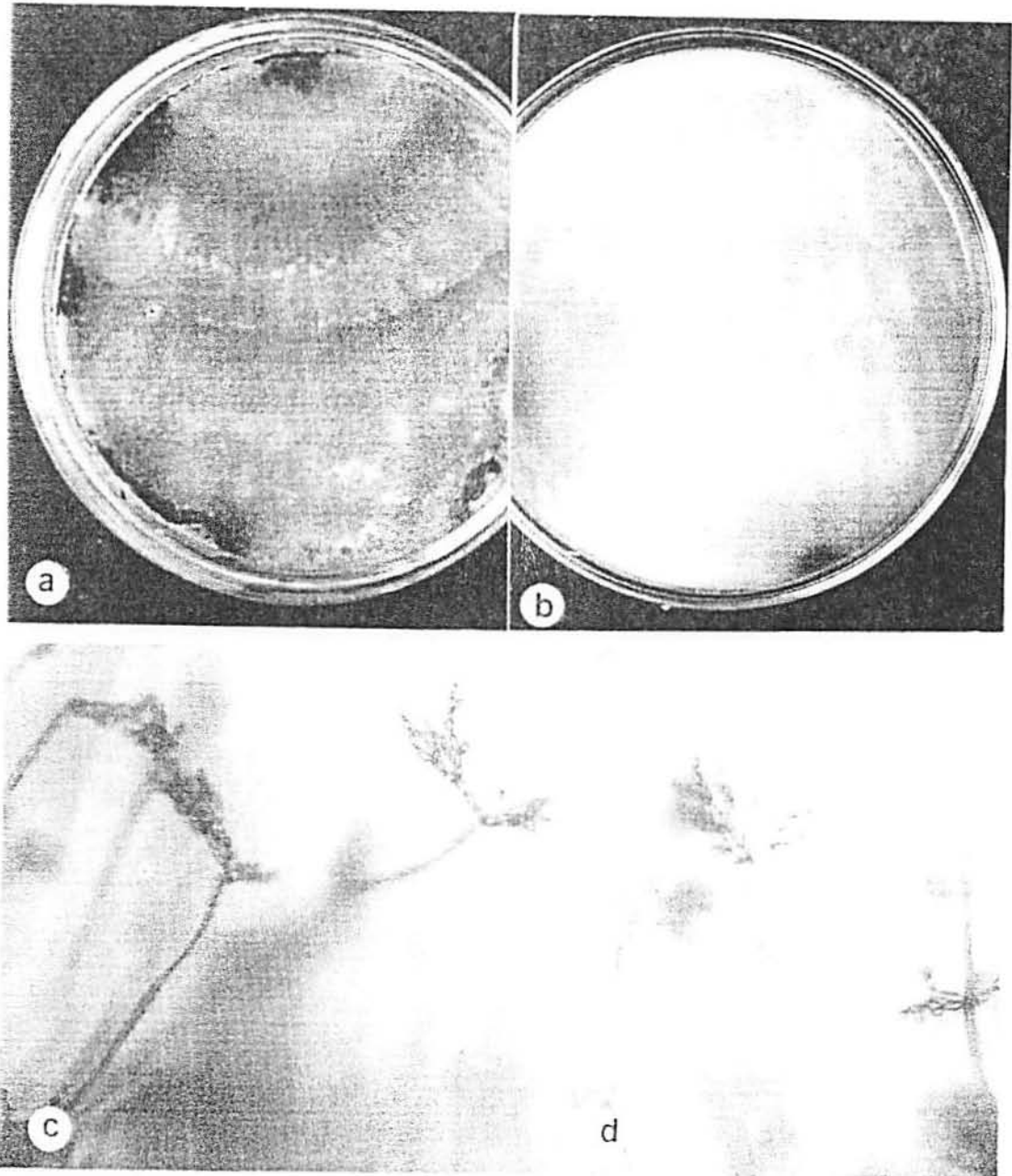
dengan cabang-cabang yang lebih menyebar (*divergen*) dibandingkan pada *Penicillium* (c,d). *Conidial head* menjari. Konidia dalam rantai atau untaian *basipetal*, satu sel, ovoid, warna hyalin (e).

(17) *Paecilomyces* sp. strain 2 (Gambar 5.17)

Koloni tumbuh cepat, menyebar, Pada media PDA, menutup seluruh cawan dalam umur 7 hari, berbentuk konsentris, bertekstur beludru, berwarna hijau tua dengan menampakkan zonasi (a). Bagian *reverse* koloni berwarna kuning campur coklat, *radial furrow* tampak tetapi kurang tegas (b). Konidiofor dengan cabang-cabang yang lebih menyebar (*divergen*) dibandingkan pada *Penicillium*. *Conidial head* menjari. Konidia dalam rantai atau untaian *basipetal*, satu sel, ovoid hingga fusoid, hyalin (c,d).

Trichoderma

Ada 10 strain *Trichoderma* yang didapati dalam penelitian ini. Adapun ciri-ciri umum dari genus *Trichoderma* adalah sebagai berikut. Koloni umumnya tumbuh cepat khususnya pada media PDA, sedangkan pada Czapek agak lambat, menyebar, awalnya hialin, kemudian muncul warna bayangan kehijauan (karena produksi konidium). Hifa hyalin dan bersekat. Konidiophor dalam berkas, banyak percabangan tanpa atau dengan *verticillate* yang tidak teratur (*verticillate* = suatu karangan yang mendukung tiga buah cabang atau lebih), bersekat, menghasilkan cluster phialida berbentuk botol (tetapi pada beberapa spesies masing-masing cabang hanya berakhir dengan satu phialida), warna hyalin. Konidia terdapat pada *conidial head* yang tipis, umumnya hyalin, sering kali hijau, ber dinding halus atau kasar. Barnett & Hanter (1972) menyebutkan bahwa genus ini umumnya mudah dikenali karena tingkat pertumbuhannya yang sangat cepat, bersifat saprofitik dalam tanah atau pada kayu, dan sering sebagai parasit terhadap fungi yang lain.



Gambar 5.16. *Paecilomyces* sp. strain 2 : Permukaan atas dan *reverse* koloni pada PDA umur 16 hari (a,b); konidiofor dengan *conidial head* berbentuk menjari (c,d) dengan konidia berbentuk oval

Penggolongan kesepuluh strain *Trichoderma* yang berhasil diisolasi dari kawasan mangrove Pantai Utara Surabaya tersebut terutama didasarkan pada perbedaan pola warna dan zonasi koloni secara makroskopis, serta oleh perbedaan struktur konidiofor dan konidia. Karakter spesifik dari masing-masing strain jamur secara berturut-turut diuraikan sebagai berikut.

(17) *Trichoderma* sp. strain 1 (Gambar 5.17)

Koloni pada media PDA, tumbuh agak lambat jika dibanding strain-strain lainnya, bermassa tipis seperti kabut, hyalin, pola zonasi tidak jelas (a,b). Konidiofor hyalin, berukuran besar dengan percabangan yang banyak; setiap cabang mendukung cluster phialida (c,d). Konidia satu sel, berukuran kecil, tersusun dalam sebuah kelompok/gerombol.

(18) *Trichoderma* sp. strain 2 (Gambar 5.18)

Koloni tumbuh cepat, menutup seluruh bagian cawan petri sebelum 7 hari di media PDA, berwarna hijau-biru di bagian tengah dan warna putih di bagian luar, bertekstur beludru (a), *reverse* putih kekuningan (b). Konidiofor hyalin, berukuran besar dengan percabangan yang banyak; masing-masing cabang mendukung rangkaian phialida (c). Konidia satu sel, oval, berdinding halus dan tersusun dalam kelompok/gerombol (d).

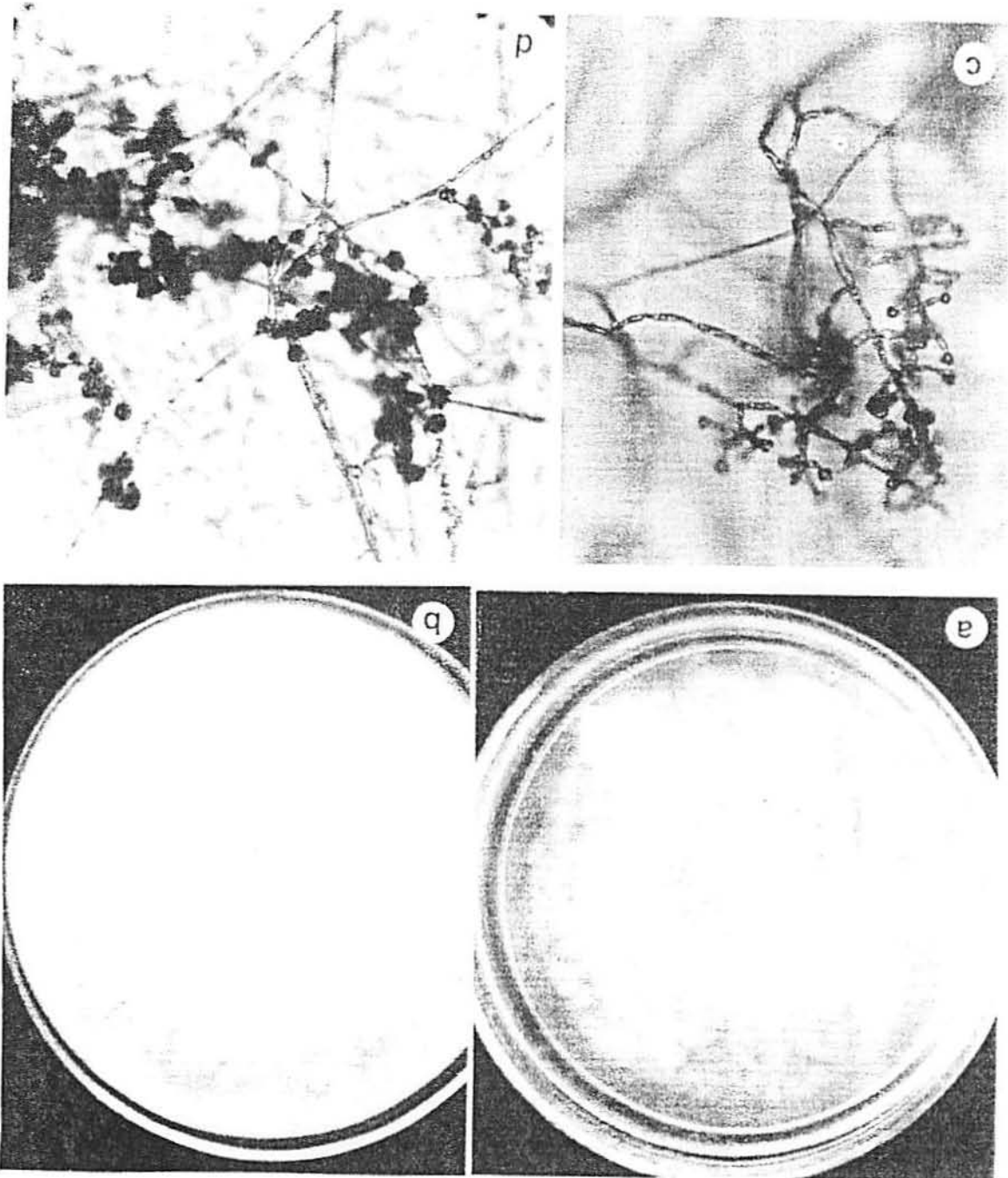
(19) *Trichoderma* sp. strain 3 (Gambar 5.19)

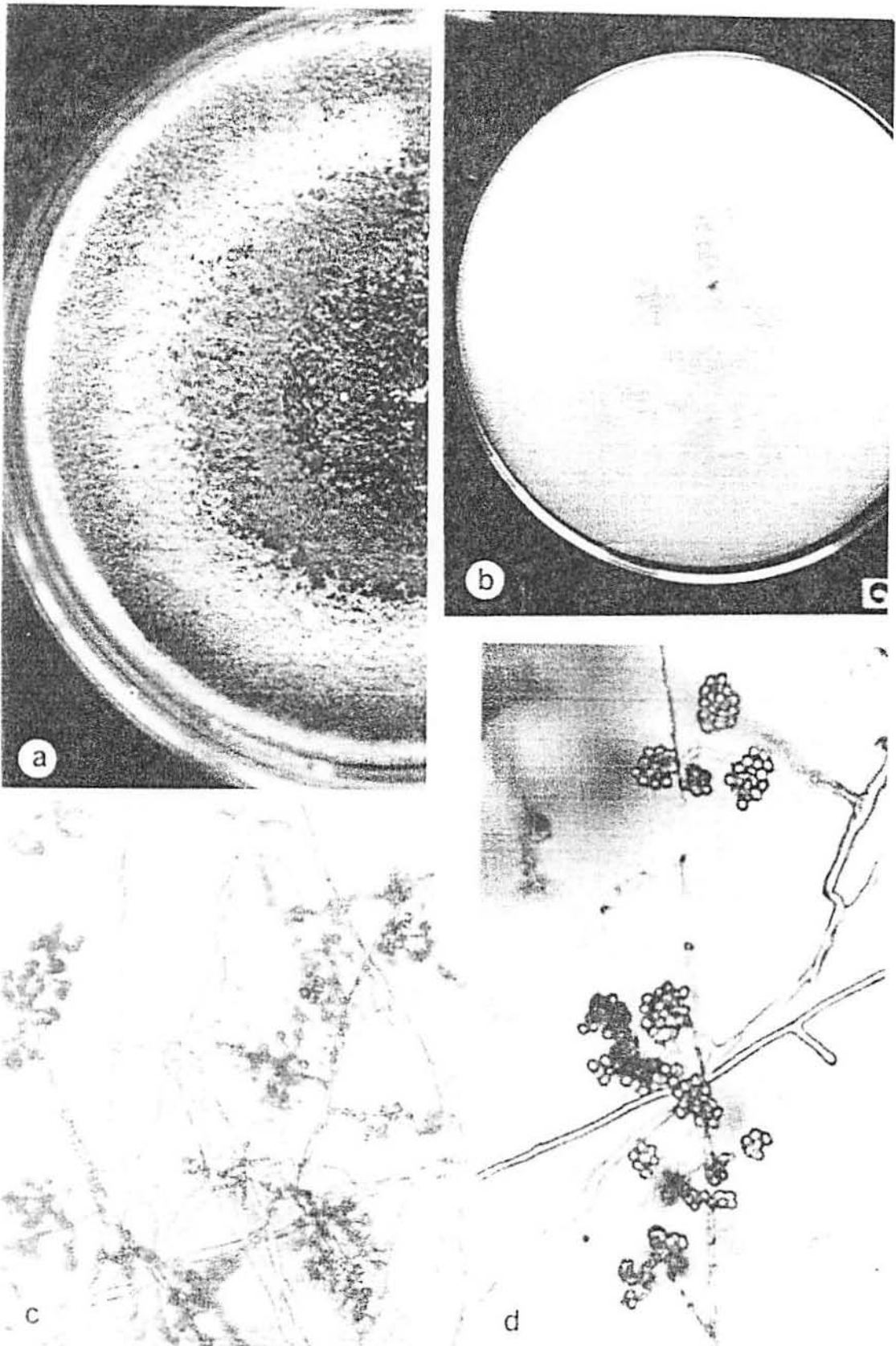
Koloni pada media PDA tumbuh cepat, menyebar, memenuhi cawan petri sebelum 7 hari, bertekstur beludru, berwarna putih-hijau-kecoklatan secara berseling menghasilkan zonasi, *radial furrow* tidak ada (a); *reverse* putih kekuningan (b). Konidiofor hyalin, ramping, panjang percabangan; masing-masing cabang mendukung cluster phialida (c). Konidia hyalin, satu sel, *globose*, berdinding lembut, tersusun dalam kelompok (d).

Koloni pada media PDA tumbuh cepat, menyebar, memenuhi seluruh cawan sebe- lum 7 hari, berwarna putih berbayang hijau, tanpa zonasi, *radial furrow* tidak jelas (a):

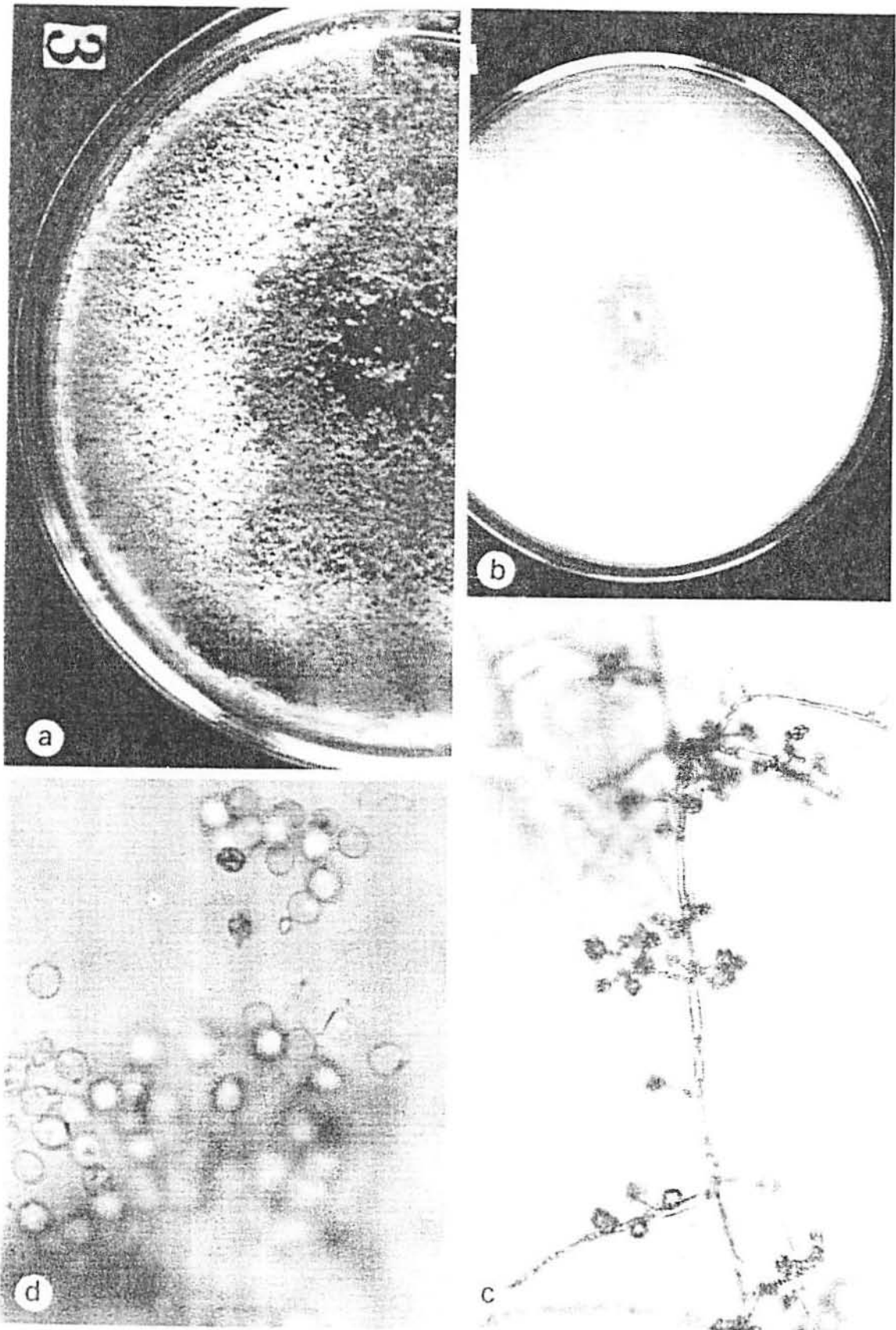
(20) *Trichoderma* sp. strain 4 (Gambar 5.20)

Gambar 5.17. *Trichoderma* sp. strain 1 : Permukaan atas dan *reverse* koloni pada media PDA umur 7 hari (a,b); konidiofor dengan banyak percabangan yang mendukung *conidial head*; setiap cabang menjangk kelompok phialida dan konidia (c,d)

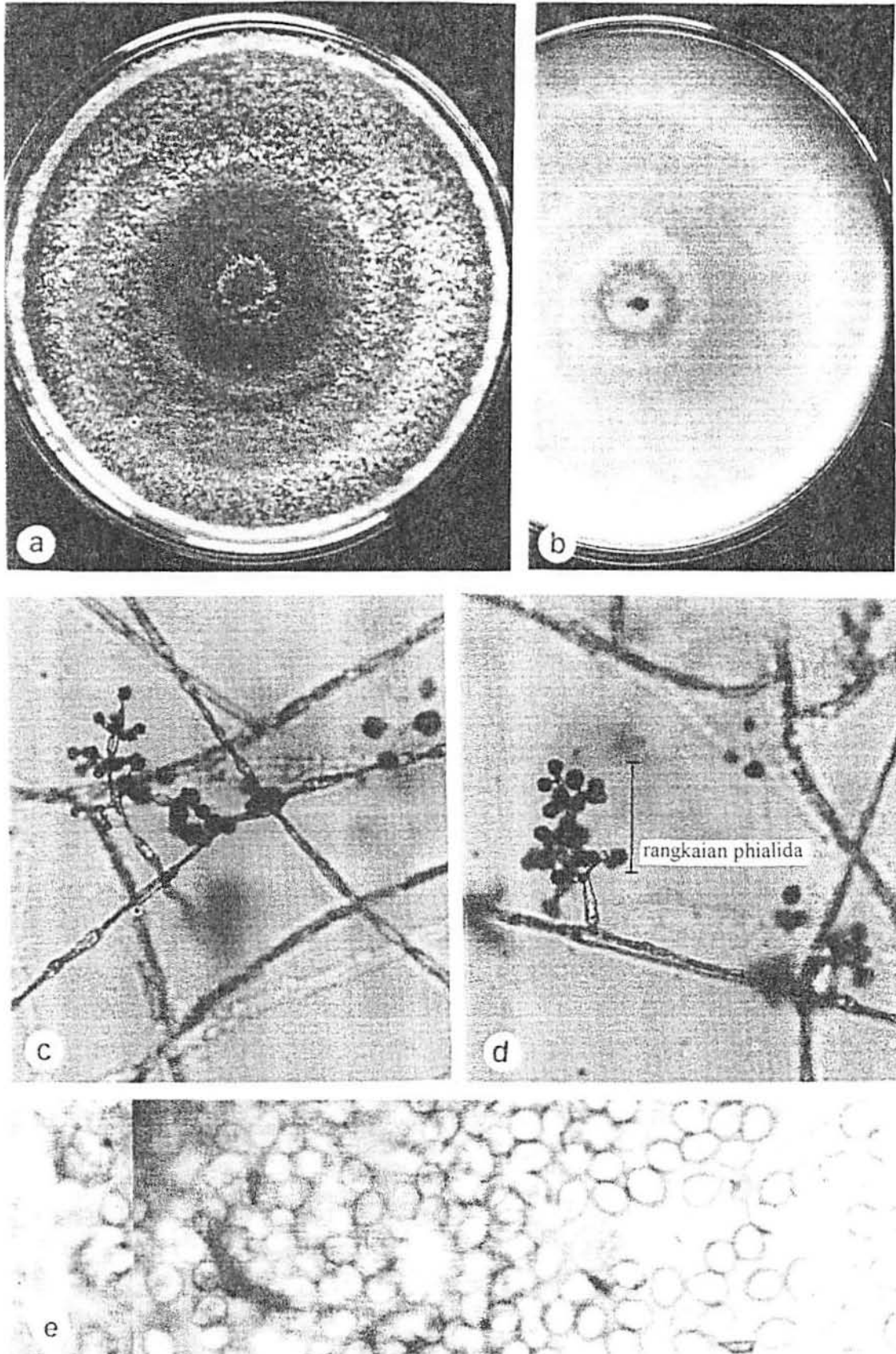




Gambar 5.18. *Trichoderma* sp. strain 2 : Permukaan atas dan *reverse* koloni pada media PDA umur 7 hari (a,b); konidiofor dengan banyak percabangan; setiap cabang konidiofor mendukung cluster phialida dan konidia (c); konidia satu sel, ovoid, berdinging halus dan tersusun dalam kelompok (cluster) (d)



Gambar 5.19. *Trichoderma* sp. strain 3 : Permukaan atas dan *reverse* koloni pada media PDA umur 7 hari (a,b); konidiofor dengan sedikit percabangan (c), setiap cabang mendukung rangkaian phialida dan konidia; konidia bentuk *sub-globose* (d)



Gambar 5.20. *Trichoderma* sp. strain 4 : Permukaan atas dan *reverse* koloni pada media PDA umur 7 hari (a,b); konidiofor kokoh dengan sedikit percabangan (c,d), setiap cabang mendukung rangkaian phialida; konidia berdinding kasar bentuk ovoid (e)

reverse berwarna putih (b). Konidiofor hyalin, kokoh, berukuran besar dengan percabangan yang banyak; masing-masing cabang mendukung cluster phialida (c,d). Konidia hyalin, satu sel, ovoid, berdinding lembut (e).

(21) *Trichoderma* sp. strain 5 (Gambar 5.21)

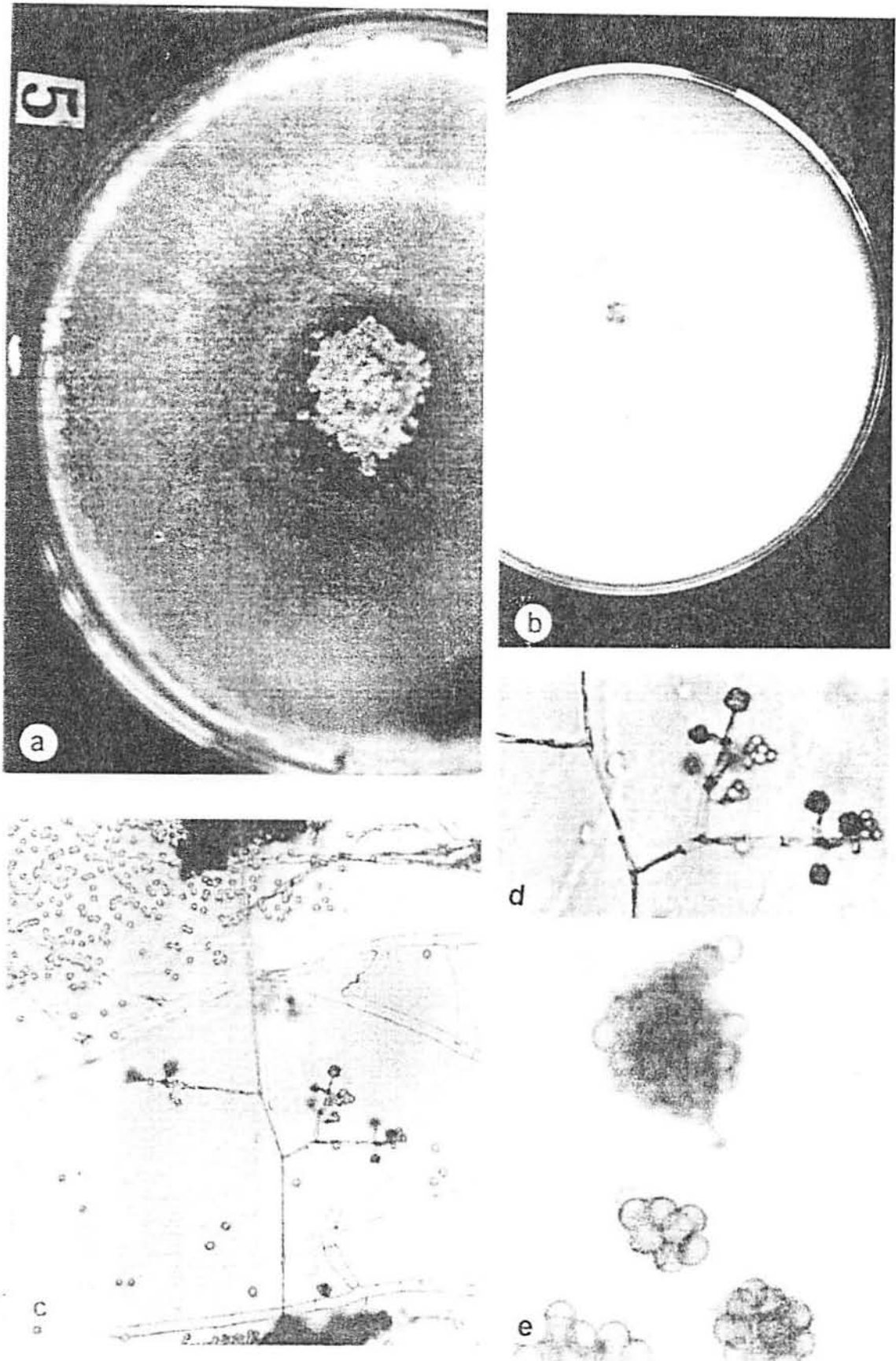
Koloni pada media PDA tumbuh cepat, menyebar, memenuhi seluruh cawan petri sebelum umur 7 hari, berwarna hijau-putih-kecoklatan secara berseling, bertekstur beludru, zonasi jelas, *radial furrow* tidak tampak (a); *reverse* berwarna putih kekuningan (b). Konidiofor hyalin, kokoh, berukuran besar dengan sedikit percabangan; masing-masing cabang mendukung cluster phialida (c,d). Konidia hyalin, satu sel, sub *globose* kasar, tersusun dalam kelompok (e).

(22) *Trichoderma* sp. strain 6 (Gambar 5.22)

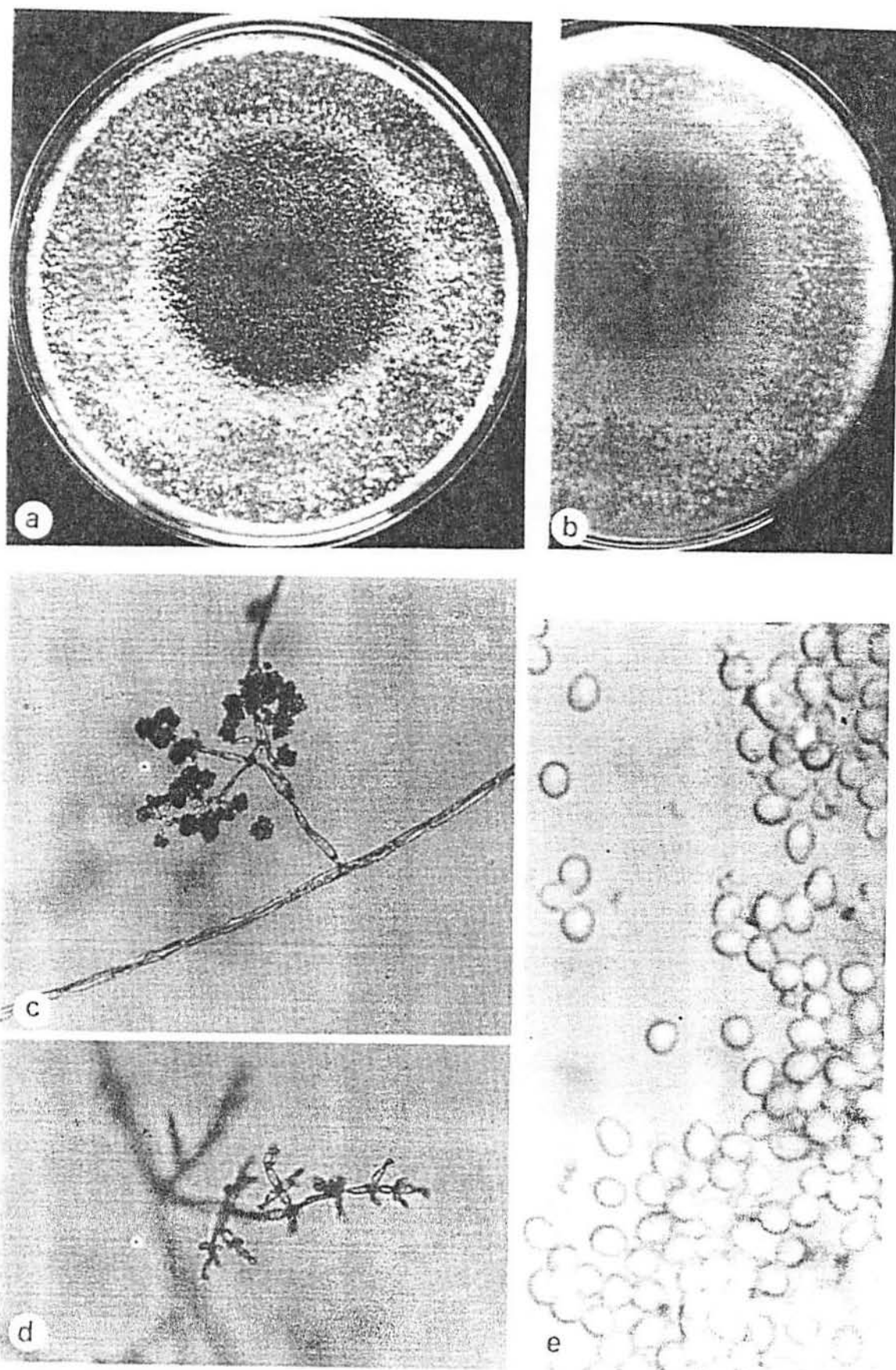
Koloni hari pada media PDA tumbuh cepat, menyebar, memenuhi seluruh cawan sebelum 7, berwarna hijau di bagian tengah dan putih di bagian luar, *radial furrow* halus (a); *reverse* berwarna putih-hijau-kecoklatan saling berbaur (b). Konidiofor hyalin, berukuran besar dengan percabangan yang banyak, masing-masing cabang mendukung cluster phialida (c,d). Konidia hyalin, satu sel, *globose*, berdinding kasar, tersusun dalam kelompok.

(23) *Trichoderma* strain 7 (Gambar 5.23)

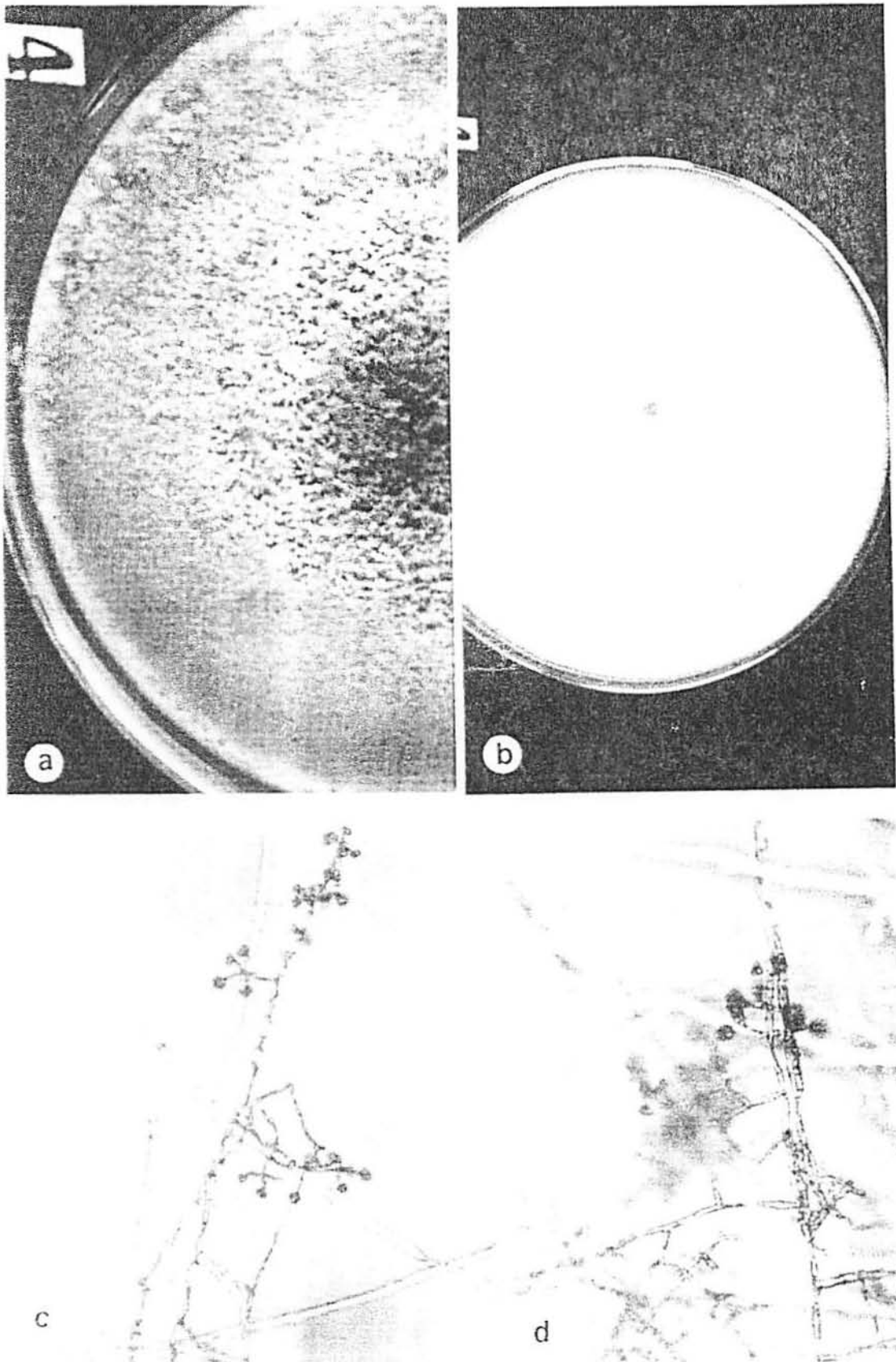
Koloni tumbuh cepat, menyebar, memenuhi seluruh cawan sebelum 7 hari, berwarna hijau-putih-kecoklatan secara berseling, bertekstur beludru, *radial furrow* ada tapi tidak jelas (a); *reverse* berwarna putih - kuning muda (b). Konidiofora hyalin, kokoh, berukuran besar dengan sedikit percabangan; masing-masing cabang mendukung cluster phialida (c,d). Konidia hyalin, satu sel, *globose*, berdinding kasar, tersusun dalam kelompok.



Gambar 5.21. *Trichoderma* sp. strain 5 : Permukaan atas dan *reverse* koloni pada PDA umur 7 hari (a,b); konidiofor dengan sedikit percabangan (c,d); konidia *ovoid* kasar bergerombol (e)



Gambar 5.22. *Trichoderma* sp. strain 6: Permukaan atas dan *reverse* koloni pada PDA umur 7 hari (a,b); konidiofor dengan banyak percabangan (c,d); konidia *ovoid* berdinding halus (e)



Gambar 5.23. *Trichoderma* sp. strain 7 : Permukaan atas dan *reverse* koloni pada media PDA umur 7 hari (a,b); konidiofor dengan sedikit percabangan (c,d), setiap cabang mendukung rangkaian phialida dan konidia

(24) *Trichoderma* strain 8 (Gambar 5.24)

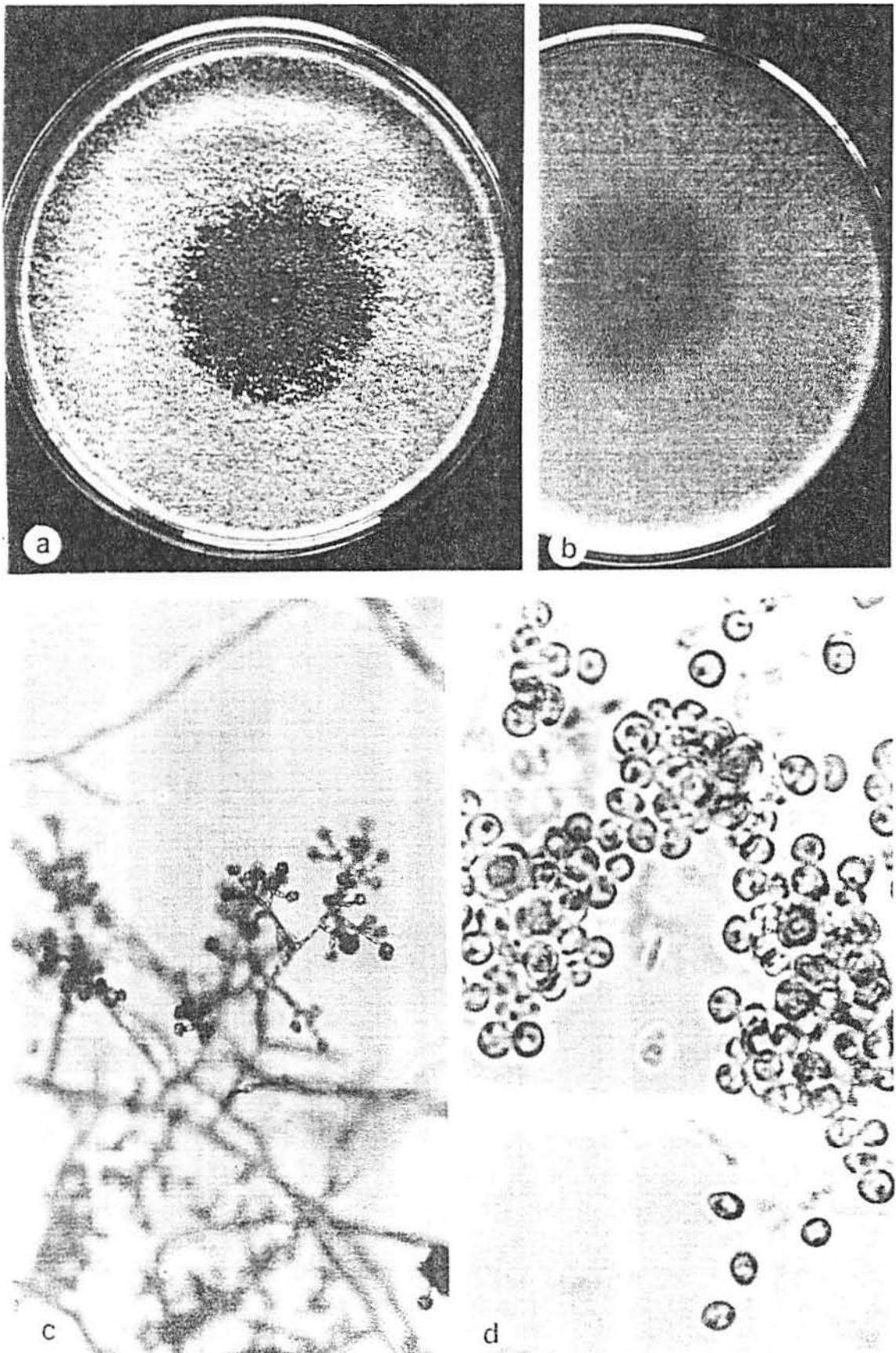
Koloni pada media PDA tumbuh cepat, menyebar, memenuhi seluruh cawan sebelum 7 hari, berwarna coklat gelap-hijau dan putih berbayang hijau secara berseling, bertekstur beludru, berzonasi, *radial furrow* tidak ada (a); *reverse* berwarna kuning-coklat kehitaman (b). Konidiofor hyalin, berukuran besar dengan percabangan yang banyak; masing-masing cabang mendukung cluster phialida (c). Konidia hyalin, satu sel, ovoid, berdinding lembut (d).

(25) *Trichoderma* strain 9 (Gambar 5.25)

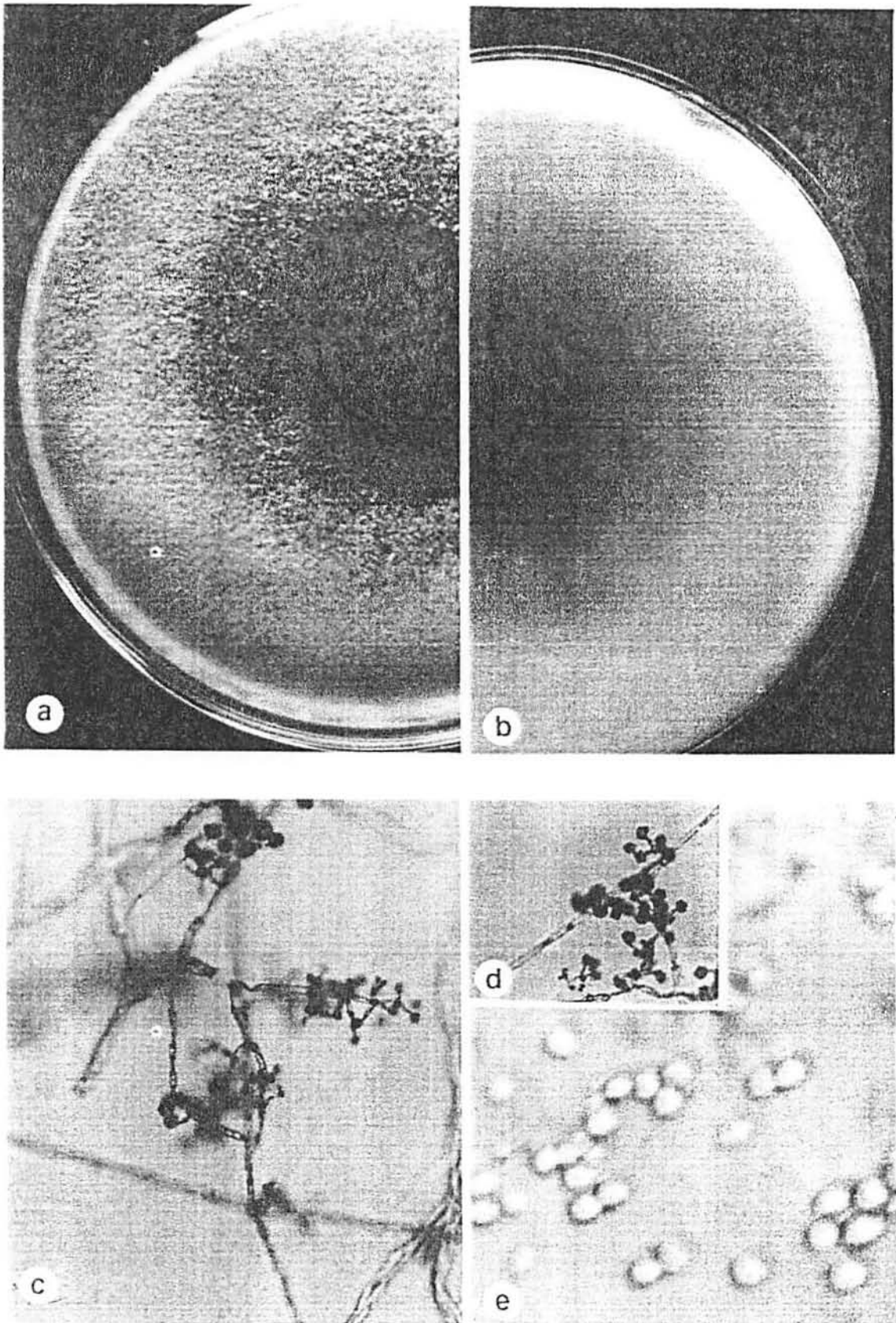
Koloni pada media PDA tumbuh cepat, menyebar, memenuhi seluruh cawan sebelum 7 hari, berwarna putih berbayang hijau, bertekstur beludru halus, zonasi, tanpa *radial furrow* (a); *reverse* berwarna putih-oranye (b). Bertekstur beludru halus. Struktur konidiofor sederhana (pola percabangannya tidak rumit) hyalin, kokoh, berukuran besar dengan percabangan yang banyak; masing-masing cabang mendukung cluster phialida (c,d). Konidia hyalin, satu sel, *globose*, berdinding kasar (e).

(26) *Trichoderma* sp. strain 10 (Gambar 5.26)

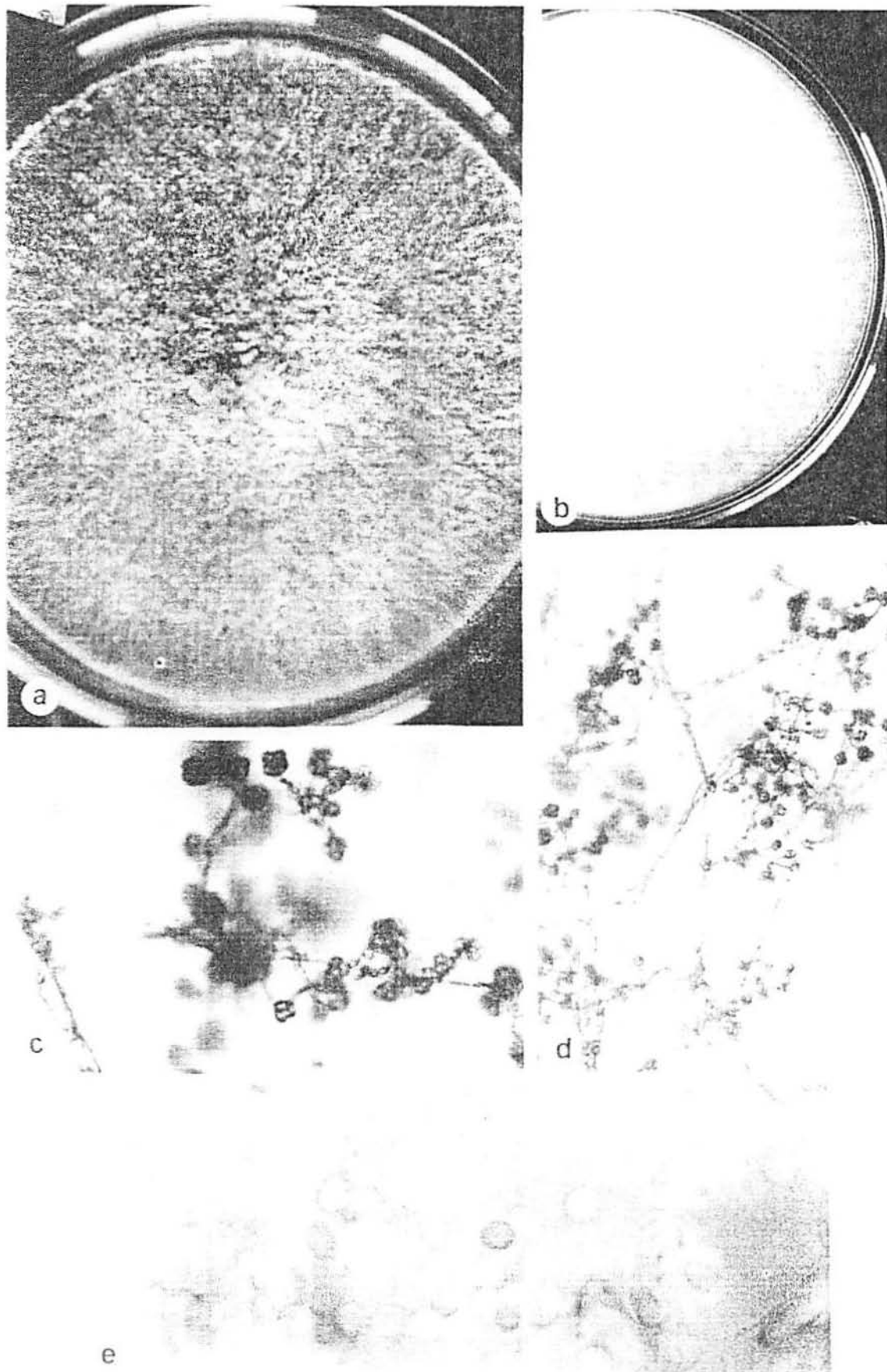
Koloni pada media PDA tumbuh cepat, menyebar, memenuhi seluruh cawan sebelum 7 hari, berwarna hijau di pusat dan putih berbayang hijau di bagian luar, bertekstur beludru, zonasi dengan gradasi yang halus, *radial furrow* tidak jelas (a); *reverse* berwarna putih (b). Konidiofor hyalin, berukuran besar dengan sedikit percabangan; masing-masing cabang mendukung cluster phialida (c,d). Konidia hyalin, satu sel, *globose*, berdinding lembut (e).



Gambar 5.24. *Trichoderma* sp. strain 8 : Permukaan atas dan *reverse* koloni pada media PDA umur 7 hari (a,b); konidiofor dengan banyak percabangan (c), setiap cabang mendukung rangkaian phialida dan konidia; konidia oval berdinding kasar (d)



Gambar 5.25. *Trichoderma* sp. strain 9 : Permukaan atas dan *reverse* koloni pada media PDA umur 7 hari (a,b); konidiofor dengan banyak percabangan (c,d); konidia ovoid berdinding kasar (e)



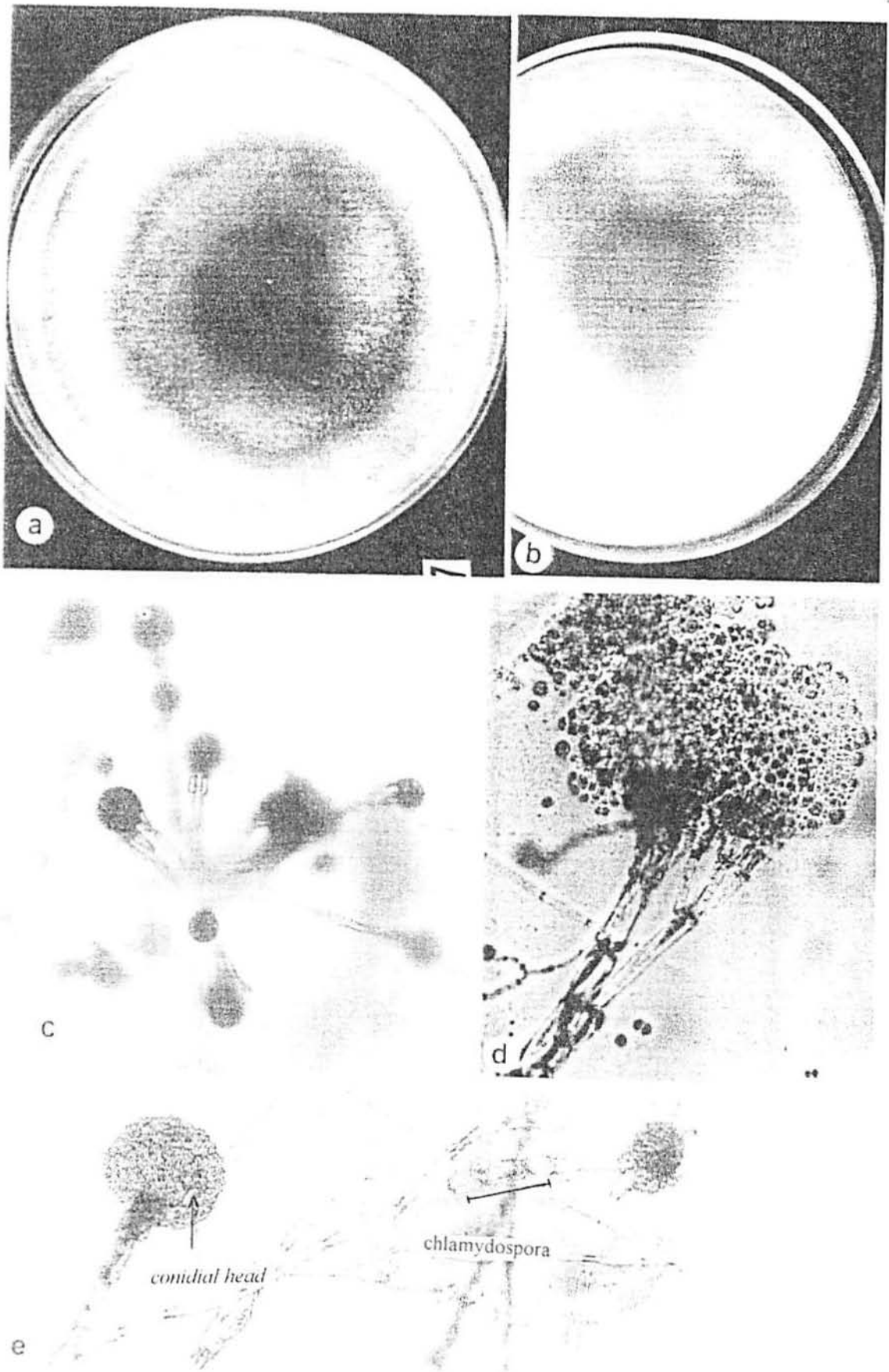
Gambar 5.26. *Trichoderma* sp. strain 10 : Permukaan atas dan *reverse* koloni pada media PDA umur 7 hari (a,b); konidiofor banyak percabangan (c,d), setiap cabang mendukung rangkaian phialida dan konidia; konidia oval berdinding halus (e)

(27) *Gliocladium* sp. strain 1 (Gambar 5.27)

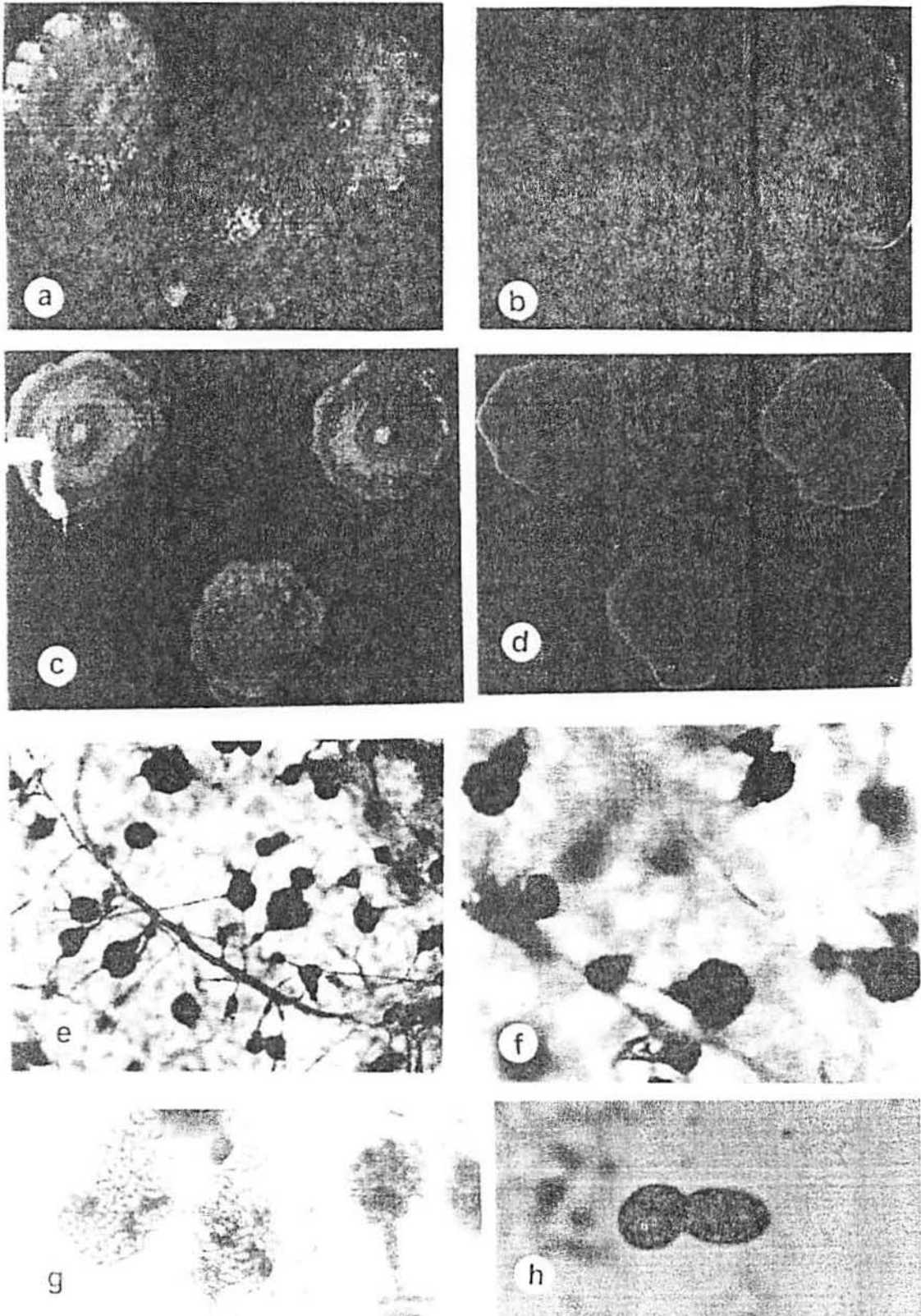
Koloni pada media PDA tumbuh cepat, menyebar, menutupi seluruh cawan petri dalam waktu 7 hari, putih berbayang coklat kemerahan, bertekstur granuler halus, zonasi dan *radial furrow* tidak tegas (a,b). Konidiofor berwarna hyalin, *synnematosus* (keluar dari miselium secara bergerombol) (c), bagian atas menghasilkan cabang-cabang dan metula menyerupai *Penicillium*, membentuk satu bentukan sikat (*brush*) yang kompak (d) mendukung *conidial head* yang membulat dan kompak (e); konidia (*phialospora*) satu sel, hyalin atau secara massa berwarna terang. Strain ini mempunyai chlamydospora yakni berupa spora aseksual berdinding tebal pada daerah terminal atau interkalar, terbentuk melalui modifikasi sel-sel sebelumnya (e).

(28) *Gliocladium* sp. strain 2 (Gambar 5.28)

Koloni tumbuh secara terbatas baik pada media PDA maupun *Czapek* agar, kering seperti kulit, berwarna coklat kehitaman, berbentuk bulat bertepi tak teratur (*irregular*), zonasi dan *radial furrow* tampak jelas terutama pada media PDA (a,c), warna koloni bagian (*reverse*) pada media PDA tampak lebih hitam (media berubah hitam) dibanding pada *Czapek* agar (b,d), diameter pada kedua media mencapai 1,8 – 2 cm dalam umur 7 hari. Konidiofor tunggal (*mononematus*), pendek, tegak, tak bersekat, umumnya keluar dari hifa aerial (e,f); bagian atas konidiofor menghasilkan cabang-cabang menyerupai *Penicillium* mendukung *conidial head* yang membentuk sebuah sikat (*brush*) kompak (g); konidia (*phialospora*) satu sel, hyalin atau secara massa berwarna terang (h).



Gambar 5.27. *Gliocladium* sp. strain 1 : Permukaan atas koloni bergranuler pada media PDA (a), permukaan *reverse* koloni (b); Konidiofor berkelompok (*symmetatous*) dengan *conidial head* kompak (c); *conidial head* (d,e); tampak adanya chlamydospora (e)



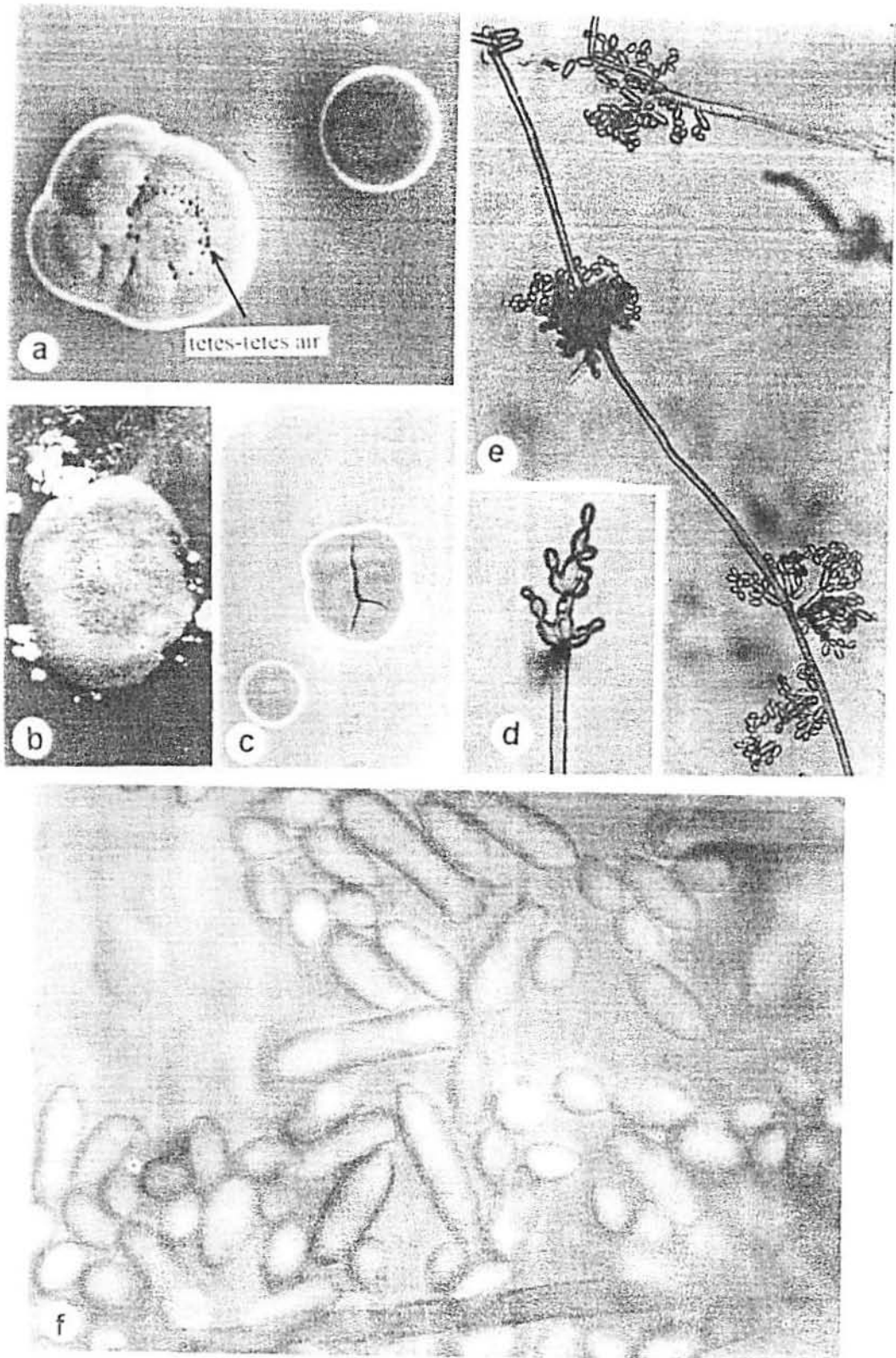
Gambar 5.28. *Gliocladium* sp. strain 2: Permukaan atas koloni bertekstur kulit dan bagian *reverse* pada media PDA (a,b); permukaan atas dan *reverse* koloni pada media *Czapek* (c,d); konidiofor tunggal (*mononematous*) dengan *conidial head* kompak (e,f); konidiofor dan konidia (g); konidia bulat-memanjang berdinding halus (h)

(29) *Gonatobotryum fuscum* (Gambar 5.29)

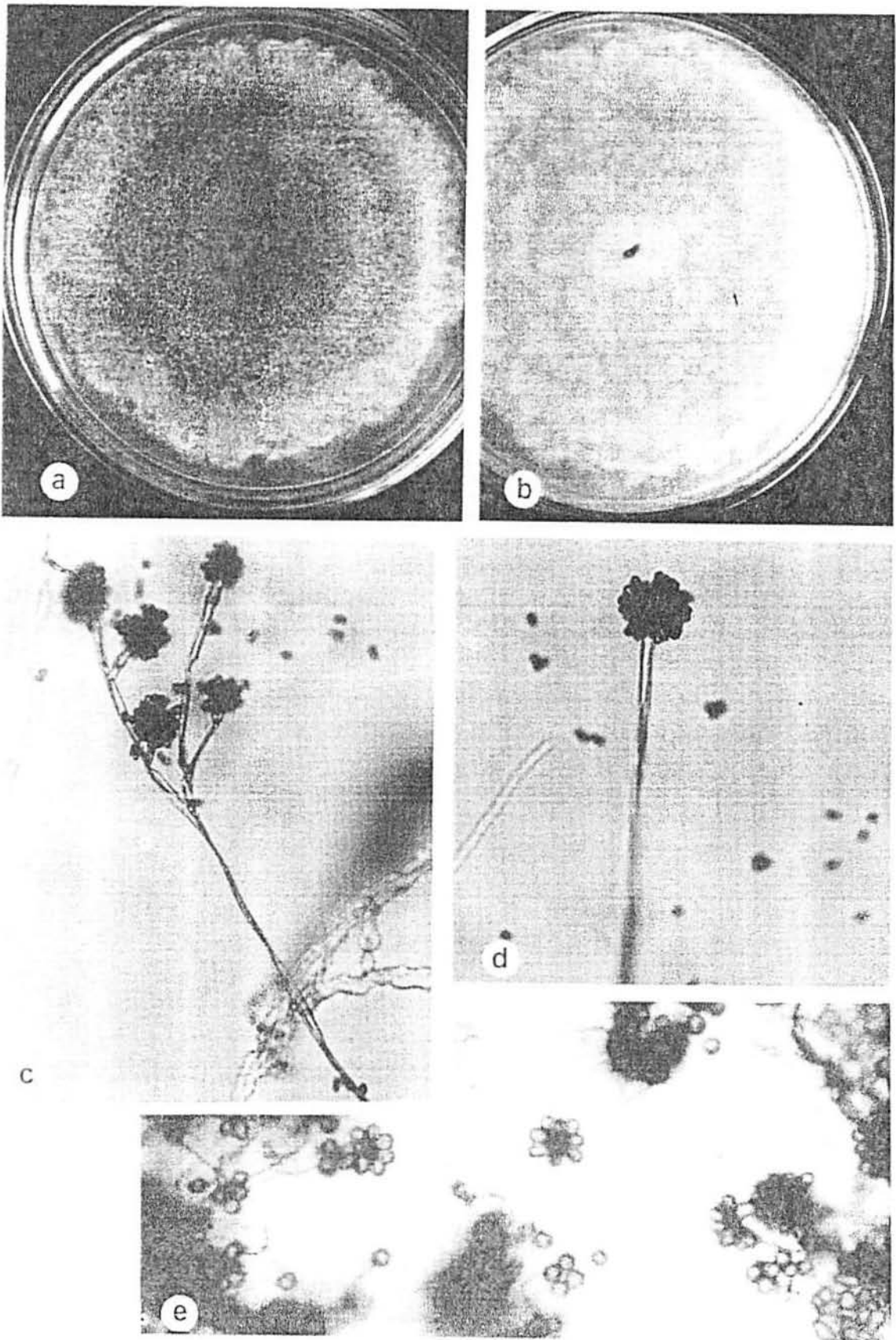
Koloni mempunyai pertumbuhan yang hampir sama pada media PDA maupun Czapek agar, pertumbuhannya terbatas, berbentuk bulat *ireguler*, bermassa kompak dan tebal, hijau abu-abu, tekstur beludru, berdiameter 2-2,5 cm pada umur 7 hari (a,b). Bagian *reverse* koloni hitam pekat, memperlihatkan adanya celah (c). Konidiofora muncul dari hifa aerial, panjang, tegak, bersekat, bercabang, dan pada bagian terminal masing-masing sel/buku membesar membentuk kepala dan berproliferasi membentuk nodus yang menghasilkan konidia (d,e); konidia gelap, satu sel, ovoid hingga batang pendek (f). Metabolit sekunder berupa tetes-tetes air berwarna hitam (a).

(30) *Syncephalastrum* sp. (Gambar 5.30)

Koloni tumbuh cepat, menutupi hampir seluruh (95%) cawan petri dalam waktu 7 hari, berwarna putih (berubah menjadi abu-abu dengan bertambahnya umur inkubasi); miselium tampak mengembang bertekstur kapas (a,b). Hifa vegetatif hialin (jernih), bercabang, sekat dihasilkan pada kultur tua untuk membatasi struktur reproduktif. Sporangiofor utama tegak, mempunyai *rhizoid* dan sering mempunyai cabang lateral yang bengkok dan pada masing-masing cabang menunjang vesikel terminal yang membentuk merosporangia dan menutup seluruh permukaannya (vesikel) (c,d). Vesikel kecoklatan, membulat (bentuk bola hingga bulat panjang). Merosporangia menyerupai rantai konidia, abu-abu, silindris, pecah menjadi 5 – 10 merospora. Merosporangium berdinding tipis dan tidak tampak. Merospora bentuk bulat atau ovoid (e).



Gambar 5.29. *Gonatobotryum fuscum*: Permukaan atas koloni pada media Czapek agar (a), pada media PDA (b); bagian reverse koloni pada PDA (c); conidial head baru terbentuk mendukung phialida (d); konidiofor sederhana, bersekat, dengan konidia yang keluar dari setiap bongkol ruas yang membesar (e); konidia oval sampai silinder, berdinding halus (f)



Gambar 5.30. *Syncephalastrum* sp. : Koloni pada permukaan atas dan *reverse* umur 7 hari pada media PDA (a,b); sporangiofor dengan cabang-cabang lateral (c); sporangiofor dengan vesikel yang mendukung merosporangia (d); merosporangia yang sebagian masih terikat pada vesikel (e)

Dari hasil penggolongan, berbagai strain jamur yang berhasil diisolasi dan dikarakterisasikan tersebut, kebanyakan dari Ordo Moniliales (*Gliocladium*, *Paecilomyces*, *Penicillium*, *Aspergillus*, *Trichoderma* dan *Gonatobotryum*); dan satu genus yang lain (*Syncephalastrum*) masuk Ordo Mucorales. Dari enam genus yang termasuk Moniliales, lima di antaranya masuk sub-familia Phialosporae, yakni golongan jamur yang konidia (phialospora)-nya dibentuk secara suksesif dari satu ujung terbuka (*open-apex*) dari sebuah konodiofor atau sel sporogenous (phialida). Dengan pengertian lain bahwa, phialida merupakan sel sporogenous atau sebuah cabang khusus yang menghasilkan dan mendukung konidia, di mana sel-sel phialida tersebut tidak mengalami penambahan panjang. Untuk mengetahui mengapa terutama jamur dari golongan Phialosporae yang mendominasi dalam proses degradasi serasah di kawasan mangrove Pantai Utara Surabaya, tentunya tidak mudah dan diperlukan adanya serangkaian penelitian. Dugaan yang muncul, bahwa golongan jamur berphialida (Phialosporae) ini mempunyai tingkat adaptasi yang khas terhadap kondisi lingkungan penelitian, khususnya lingkungan bersalinitas tinggi. Dari hasil pengukuran, tingkat salinitas di daerah penelitian rata-rata di atas 12 ‰. Namun demikian, kebenaran pernyataan ini masih perlu untuk pembuktian lebih lanjut, selain itu juga diperlukan penelitian lanjutan untuk mengetahui potensi dari masing-masing strain jamur, baik dalam proses dekomposisi dan mineralisasi di lingkungan mangrove, maupun yang berkaitan dengan prospek pengembangan di bidang industri.

Beberapa genus jamur asosiatif dengan proses degradasi serasah mangrove yang didapati dalam penelitian ini, seperti *Trichoderma*, *Aspergillus*, dan *Penicillium* telah diketahui sebagai jamur umum yang ada di lingkungan mangrove dan mempunyai sifat selulolitik yang kuat (Newell, 1996; Alexander, 1977). Untuk genera jamur yang lain seperti *Gliocladium*, *Gonatobotryum*, *Paecilomyces* dan *Syncephalastrum* masih perlu pembuktian potensinya dalam mendegradasi serasah mangrove.

Dalam penelitian sebelumnya (Affandi & Ni'matuzahroh, 2000), telah diketahui bahwa kehadiran dan jumlah strain, serta kelimpahan total jamur yang berasosiasi dengan proses degradasi serasah mangrove di Pantai Utara Surabaya secara umum menunjukkan perubahan secara suksesif. Jumlah strain dan kelimpahan total jamur cenderung tinggi pada awal-awal pendedahan serasah yaitu pada minggu kedua hingga keempat dan menurun sesudahnya. Strain-strain dari *Trichoderma* dan *Aspergillus* cenderung lebih banyak pada awal pendedahan.

Keberadaan strain-strain jamur *Trichoderma*, *Aspergillus* dan *Penicillium* di lingkungan mangrove telah pula dilaporkan mempunyai kemampuan besar dalam menghilangkan logam-logam berat (Huang, *et al.*, 1988).

Dari hasil karakterisasi jamur, dapat diketahui bahwa perbedaan strain dari genus sama atau khususnya perbedaan genus, cenderung mempunyai laju pertumbuhan berbeda. *Trichoderma* mempunyai karakter umum yakni mempunyai pertumbuhan yang sangat cepat, sedangkan *Penicillium* cenderung lebih lambat. Adanya perbedaan laju pertumbuhan pada jamur ini diduga mempunyai kaitan erat dengan efektivitas dalam mendegradasi serasah mangrove. Untuk meyakinkan dugaan ini, yaitu apakah kecepatan pertumbuhan pada jamur mempunyai pengaruh langsung terhadap kecepatan efektivitas degradasi serasah, tentunya sangat diperlukan adanya penelitian lanjutan.

BAB VI

KESIMPULAN DAN SARAN

6.1. Kesimpulan

Kesimpulan yang diambil dari penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Jamur asosiatif dengan proses degradasi serasah mangrove di kawasan Pantai Utara Surabaya tersusun atas 30 strain termasuk dalam 7 genus, masing-masing *Gliocladium* (2 strain), *Gonatobotryum* (1 strain), *Syncephalastrum* (1 strain) *Paecilomyces* (2 strain), *Penicillium* (4 strain), *Aspergillus* (10 strain) dan *Trichoderma* (10 strain).
2. Strain jamur yang berasosiatif dengan proses degradasi serasah mangrove dari kawasan mangrove Pantai Utara Surabaya secara umum termasuk Famili Moniliaceae, Ordo jamur Moniliales, khususnya dari sub-familia Phialosporae, yakni kelompok jamur yang dicirikan oleh adanya konidia (*phialospora*) yang terbentuk secara suksesif pada sebuah ujung terbuka (*open-apex*) dari suatu konodiofor atau sel sporogenous (*phialida*).

6.2. Saran

Saran yang diajukan adalah bahwa: strain-strain jamur yang didapati dalam penelitian ini merupakan jamur-jamur asosiatif dengan proses degradasi serasah dan bukan merupakan jamur pendegradasi serasah mangrove. Oleh karena itu, untuk memastikan apakah strain-strain jamur tersebut berpotensi sebagai pendegradasi serasah, masih perlu adanya pembuktian. Selain itu, perlu pula adanya beberapa penelitian untuk menguji kekhasan jamur-jamur golongan Phialosporae dalam proses mendegradasi serasah mangrove, potensi dari berbagai strain jamur dalam memecahkan senyawa-senyawa rekalsitran (seperti lignoselulosa) dan kemampuannya dalam menghasilkan enzim, serta hubungan antara kecepatan pertumbuhan dengan efektifitas degradasi serasah.

DAFTAR PUSTAKA

- Affandi, M., 1996. Produksi dan laju penghancuran serasah di hutan mangrove alami dan binaan Cilacap Jawa Tengah. Tesis. ITB. Bandung.
- Affandi, M. & Ni'matuzahroh., 2000. Perubahan suksesif biota dekomposer dalam proses dekomposisi serasah mangrove. Lembaga Penelitian Unair.
- Alexander, M., 1977. Introduction to soil microbiology. Second edition. John Wiley and Sons Inc., New York.
- Anonimus, 1993. Usulan strategis nasional pengelolaan hutan mangrove Indonesia. Yayasan Mangrove . p.15.
- Barnett, H.L. & Hunter, B.B., 1972. Illustration genera of imperfect fungi. Third edition. Burgess Publishing Company. Minneapolis, Minnesota.
- Belyea, L. R., 1996. Separating the effects of litter quality and microenvironment on decomposition rates in patterned peatland. OIKOS. Copenhagen. 77: 529 – 539.
- Boonruang, P., 1984. Therate of degradation of mangrove leaves, *Rhizophora apiculata* Bl. And *Avicennia Marina* (Forsk) Vierh at Phuket Island, western peninsular of Thailand . Proc. As. Symp. Env-Res. & Manag. P. 200 – 208.
- Brown, M.S., 1984. Mangrove leaf litter production and dynamic. The mangrove ecosystem: Research methods. Unesco, p. 231-238.
- Candramohan, D., 1997. Recent advances in marine microbiology : the Indian scenario. J. Mar. Biotechnology. 5: 73 – 81.
- Chapman, V.J., 1976. Mangrove vegetation, Vaduz. J. Cramer.
- Clough, B.F., 1986. Factors regulating mangrove ecosystem primary productivity. Workshop on mangrove ecosystem dynamics. UNDP/UNESCO. p. 75-85
- Clough, B.F. & Attiwill, P.M., 1982. Primary productivity of mangrove . In Clough, B.F. (Eds) Mangrove ecosystem in Ausrtralia: Structur, function and management. Institute of Marine Sci. Canberra. P. 213 – 222.
- Facelli, J.M. & Pickett, S.T.A., 1991. Plant litter: its dynamics and effects on plant comunity structur. Bot. Rev. 57: 1-32.
- Fell, J.W. & Master, I.M., 1984. Litter decomposition and nutrien enrichment. In . Snedaker, S.C. & Snedaker J.G. (eds). The mangrove ecosystems : research methods. Unesco. P 239 – 251.
- Fengel, D. & Wegener, G., 1987. Wood: Chemistry ultrastructure; Reactins. Walter de Gruyter and Co. Berlin.
- Huang, C.P., D. Westman, K. Quirk & J.P. Huang, 1988. The removal of cadmium (II) from dilute aqueous solutions by fungal adsorbent. Wat. Sci. Tech. (20): 20 (10): p. 369-376
- Hutching , P. & Saenger, P., 1987. Ecology of mangrove. Aust, Eco. Series. University of Queensland Press. St. Lucia, Queensland , p. 1-91.

- Izumi, H., 1986. Soil nutrient dynamics. Workshop on mangrove ecosystems dynamic. UNDP/UNESCO. P. 171 – 180.
- Kjerfve, B., 1986. The role of water currents in fluxes of carbon and nutrients through mangrove ecosystem. Workshop on mangrove ecosystem dynamic. UNDP/UNESCO. P. 159-165.
- Mackey, A.P., Smail, G., 1996. The decomposition of mangrove litter in a subtropical mangrove forest. Hidrobiologia. Kluwer Academic Publisher. 332: 93-98.
- Mann, K.H., 1982. Ecology of Coastal Water : a system approach: Studies in Ecology vol. 8. Blackwell Scientific Publication . Oxford. P. 18 – 52.
- Mason, C.F., 1977. Decomposition . Studies in Biology no. 74. The Edward Arnold (Publ). Ltd. Southampton. London. P. 1-11.
- Myint, A., 1986. Preliminary study of nitrogen fixation in Malayan mangrove. Workshop on mangrove ecosystem dynamics. UNDP/ UNESCO. P. 181 – 195.
- Newell, S.Y., 1996. Established and potential impacts of eukaryotic mycelial decomposers in marine/terrestrial ecotones. J. Exp. Mar. and Eco. 200: 187-206.
- Prastowo, H., 1993. Pemanfaatan dan rehabilitasi hutan mangrove Indonesia (makalah pembahas). Proc. Seminar strategi nasional pengelolaan hutan mangrove Indonesia. Yayasan Mangrove. p. 84 – 96.
- Polunin, N.V.C., 1986. Decomposition processes in mangrove ecosystem. Workshop on mangrove ecosystem dynamic. UNDP/UNESCO. P. 95 – 104.
- Redfield, J., 1982. Primary productivity and trophic dynamics: introduction. In Clough, B.F. (Eds) Mangrove eco. in Australia: Structure, function and manag . Institute of Marine Science. Canberra p. 211-212.
- Robertson, A.I., 1988. Decomposition of mangrove leaf litter in tropical Australia. J. Exp. Mar. Biol. Eco. 116: 235-247.
- Sanusi, H.S. , Eidman, M., Koesbiono, Abdurrahman, F., Andi, I. Yuluanda, F., kepel, R.C. & Budi, S.I., 1988. Fungsi hutan bakau sebagai zona penyangga kesuburan perairan peisisir Indonesia. Lap. Peneliti. Fak Perikanan IPB. P. 23 – 44.
- Samson, R.A., Hockstra, A.S., Van Oorschot, C.A.N., Introduction to food – borne fungi. 1981. Centraalbureau voor Schimmelcultures, BAARN. Netherlands.
- Schlegel, H.G. & Schmidt, K. 1994. Mikrobiologi Umum. Edisi keenam, terjemahan . Gajah Mada University Press.
- Thayer, D.W. 1978. Growth of “seeded” cellulolytic enrichment cultures on mosquito wood. Applied Microbiology. Vol. 36 no.2.
- Wiroatmodjo, P., H. Alrasyid, S. Salim, F. Mulia, & S. Meity, 1993. Pemanfaatan dan rehabilitasi hutan mangrove Indonesia (makalah utama). Proc. Seminar strategi nasional pengelolaan hutan mangrove Indonesia. Yayasan Mangrove, p. 84 – 96.
- Wiyono, D. 1991. Transformasi mikroorganism. PAU Pangan dan. UGM Yogyakarta.