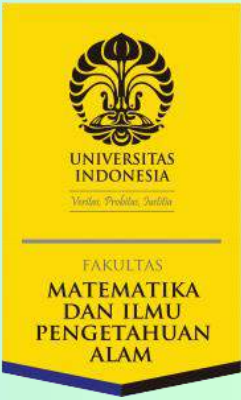


# Eksplorasi dan Penelitian Mikroalga *Indigenous* Indonesia dalam Studi Sistematika, Biodiversitas, Pemanfaatan, dan Usaha Konservasi

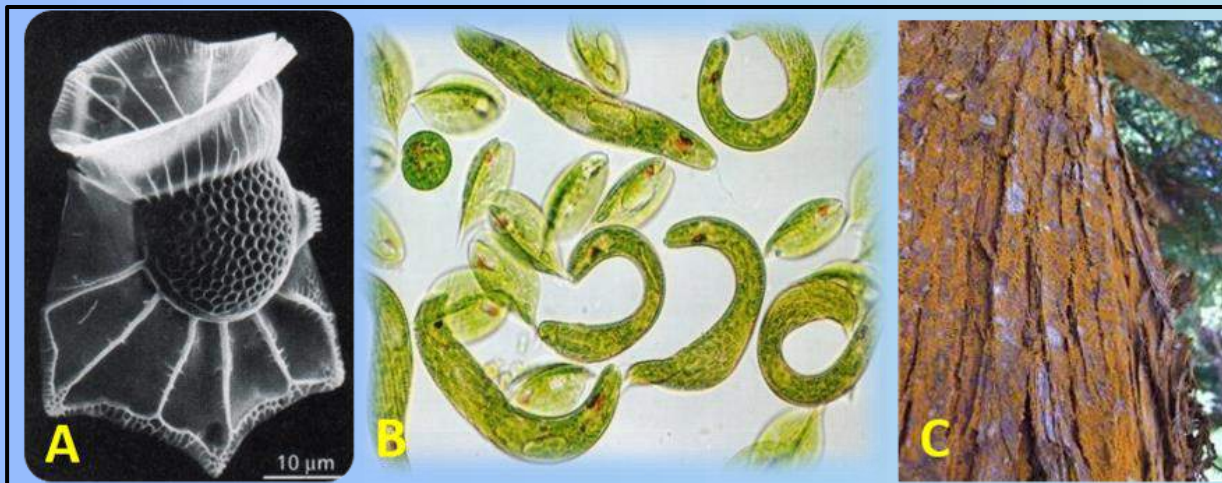


**Nining Betawati Prihantini**

Pidato pada Upacara Pengukuhan sebagai  
**Guru Besar Tetap Bidang Ilmu  
Sistematika dan Pemanfaatan Mikroalga**  
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam  
Universitas Indonesia

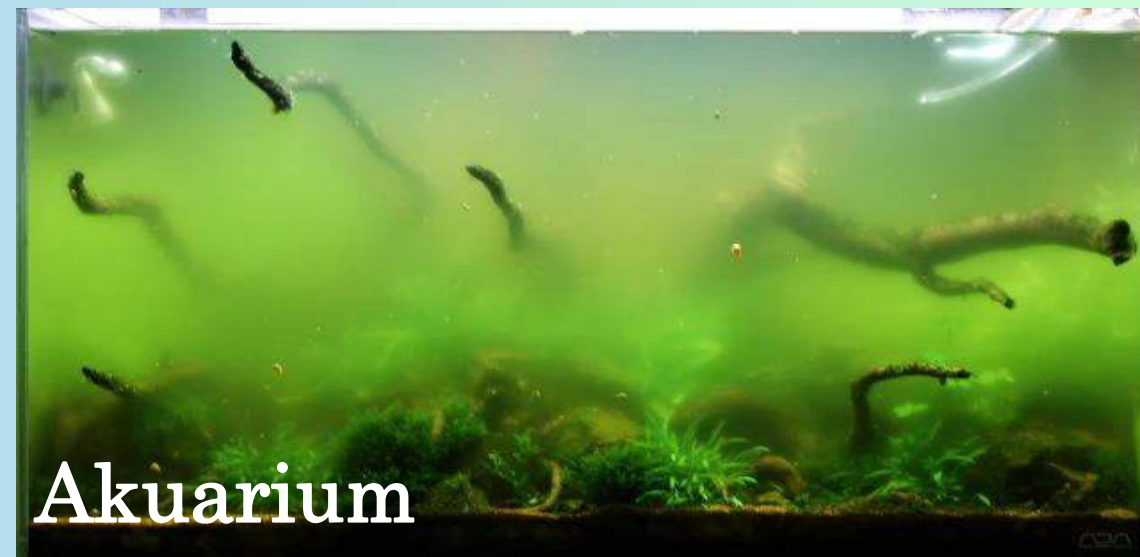
Depok, 25 Oktober 2023

# Apa itu mikroalga dan dimana alga berlimpah?

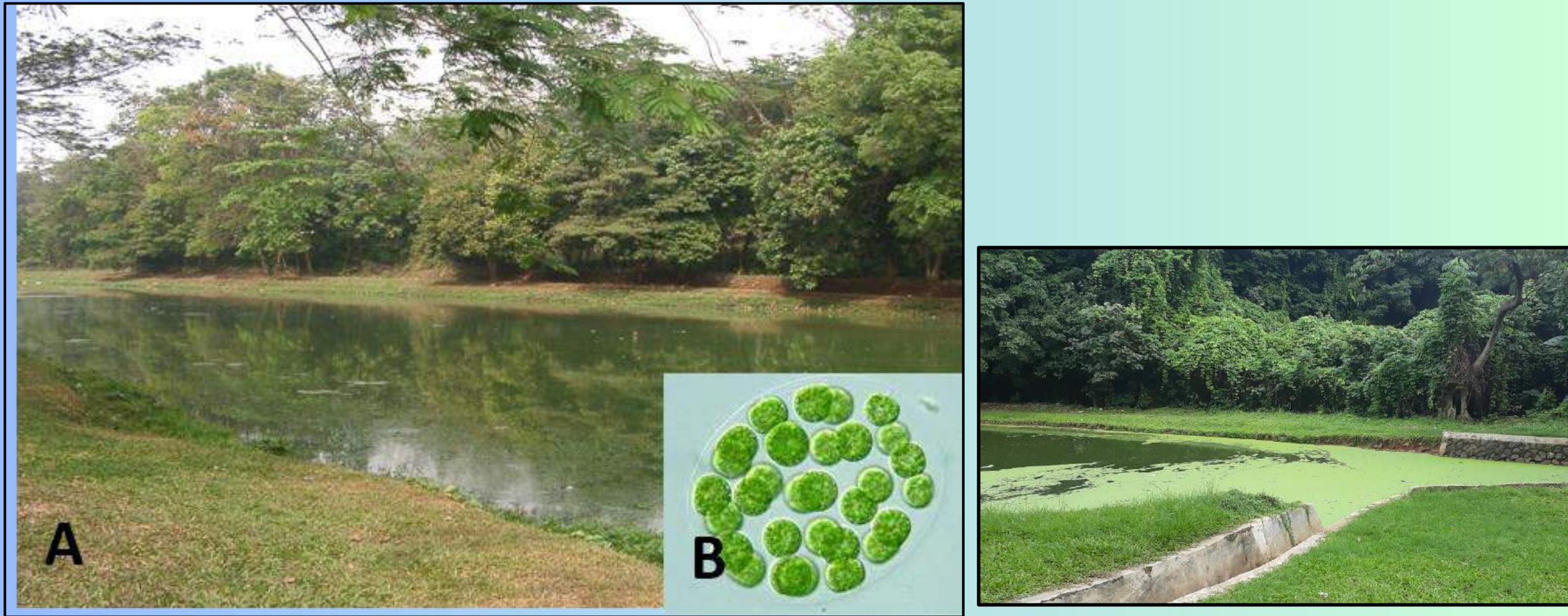


Gambar 1. Contoh Mikroalga: A. Dinoflagelata di perairan laut (menggunakan SEM); B. Genus *Euglena* di perairan tawar (menggunakan Mikroskop Cahaya biasa); C. Genus *Trentepohlia* di pohon (tanpa menggunakan bantuan alat melihat).

[Sumber: A. <https://byjus.com/neet/dinoflagellates/>; B. <https://www.britannica.com/science/Euglena>; C. <https://www.algaebase.org>]



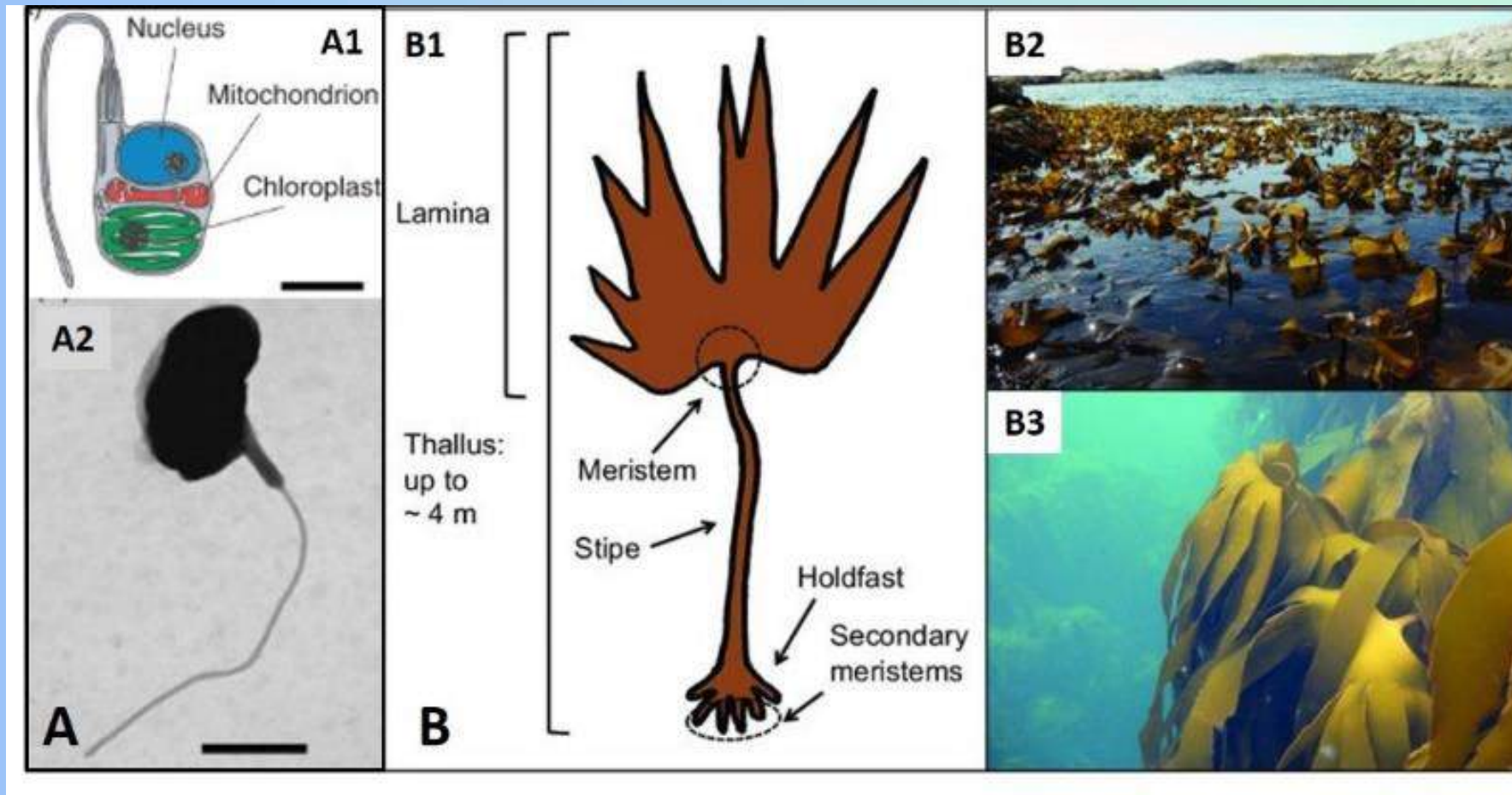
# Apa itu mikroalga dan dimana alga berlimpah?



Gambar 2. *Blooming* Mikroalga genus *Eudorina* (B) di situ Agathis UI (A).

[Sumber: Prihantini, dkk. 2021]

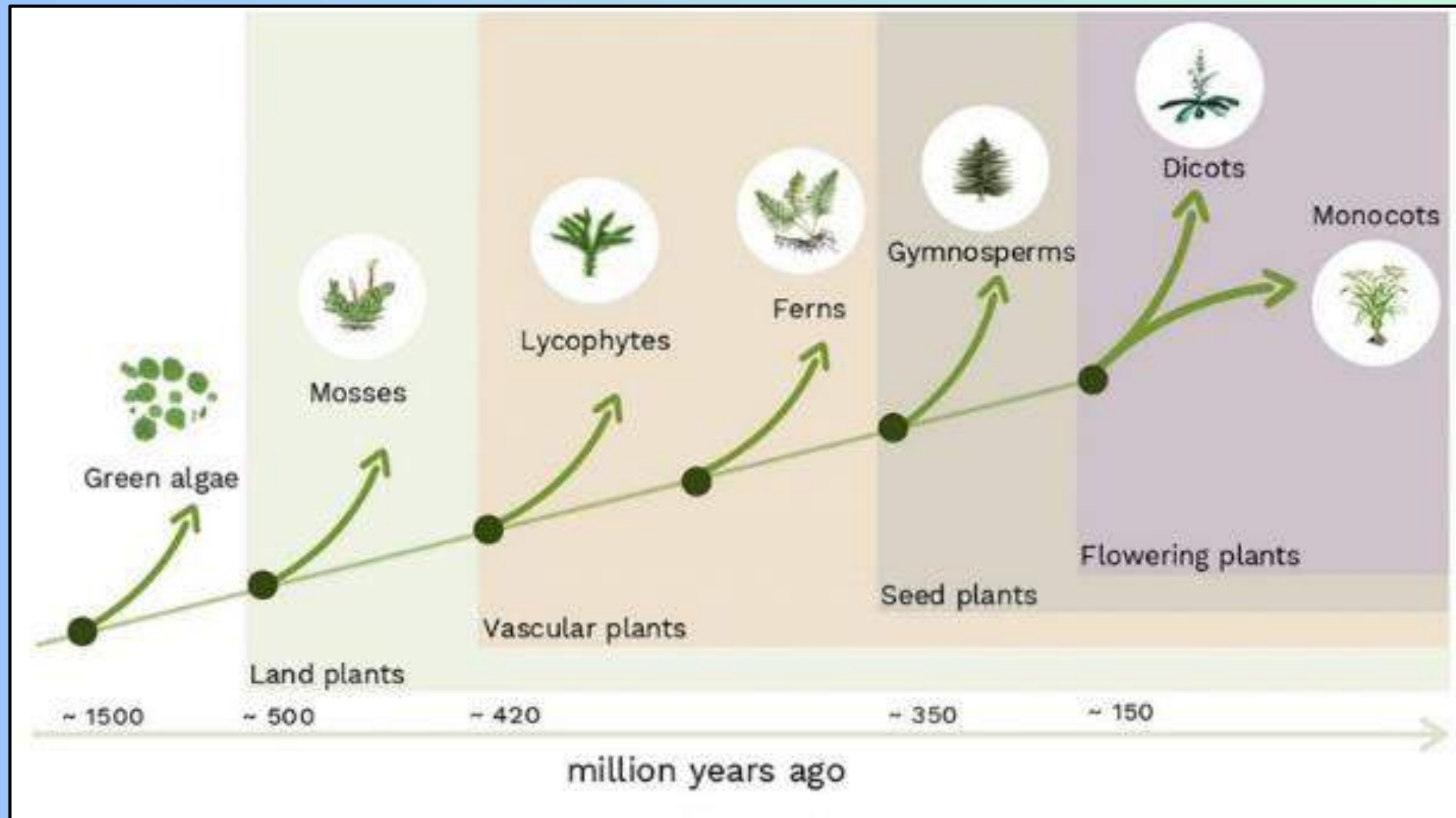
# Alga



Gambar 3. Ukuran alga: **A.** *Micromonas pusilla*: A1. Gambar *Micromonas pusilla*, A2. Seluruh permukaan *M. pusilla* diwarnai (Scale bar = 1  $\mu\text{m}$ ); **B.** *Laminaria hyperborea*: B1. Ilustrasi skema menunjukkan morfologi thallus sporofit khas *L. hyperborea*, B2. Kanopi hutan ganggang *L. hyperborea*, B3. Laminae *L. hyperborea* difoto di bawah air.

[Sumber: A. Massana R 2009. A1. Slapeta J, et al. 2006. A2. Guillou L, et al. 2004. B. Bengtsson 2011]

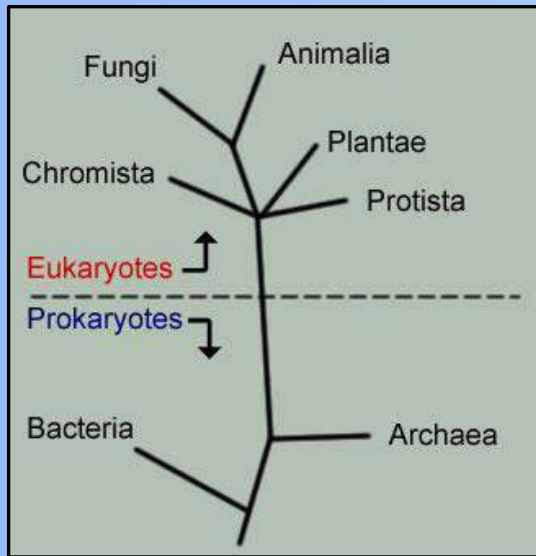
# Alga



Gambar 4. Evolusi tumbuhan darat

[Sumber: <https://www.eurekalert.org/multimedia/742682>]

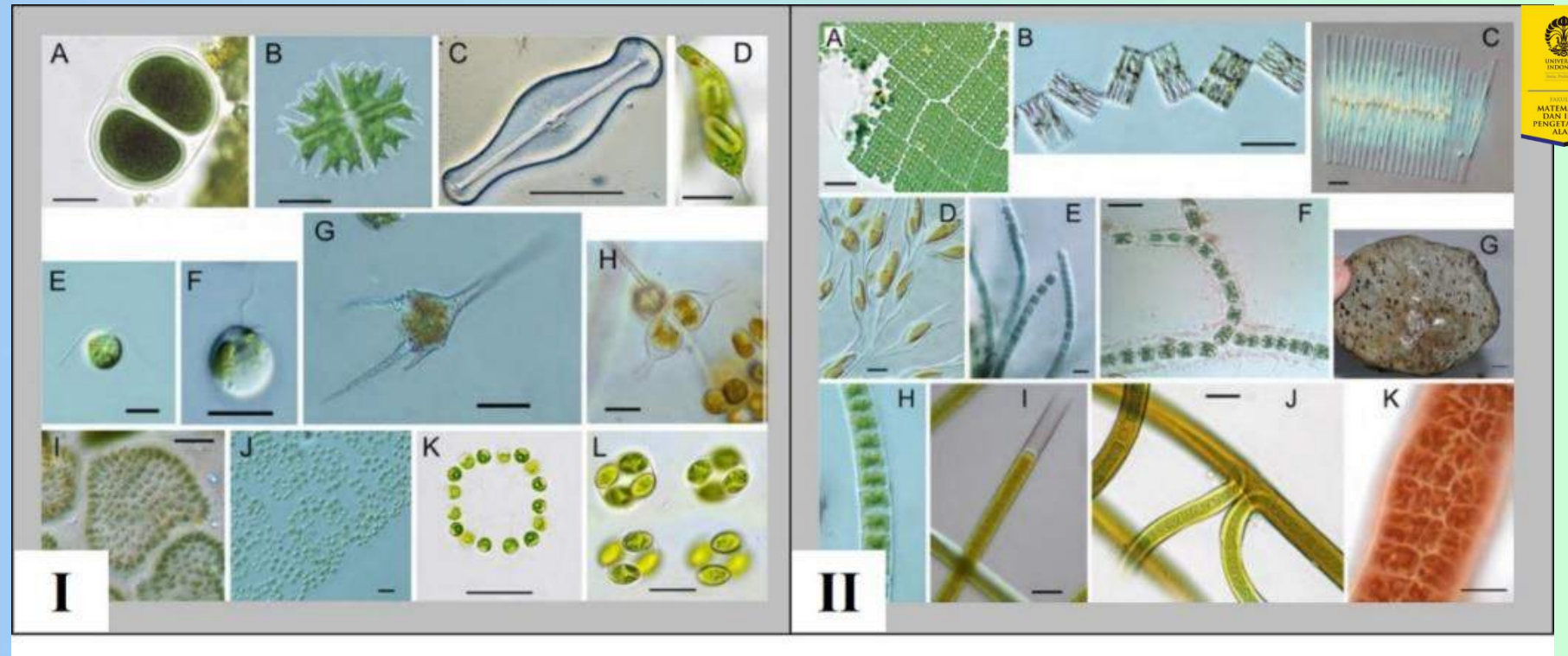
# Alga



Gambar 6.  
Tujuh Kingdom

[sumber:

[http://www.tanelorn.us/data/mycology/myc\\_kingdom.htm](http://www.tanelorn.us/data/mycology/myc_kingdom.htm)]



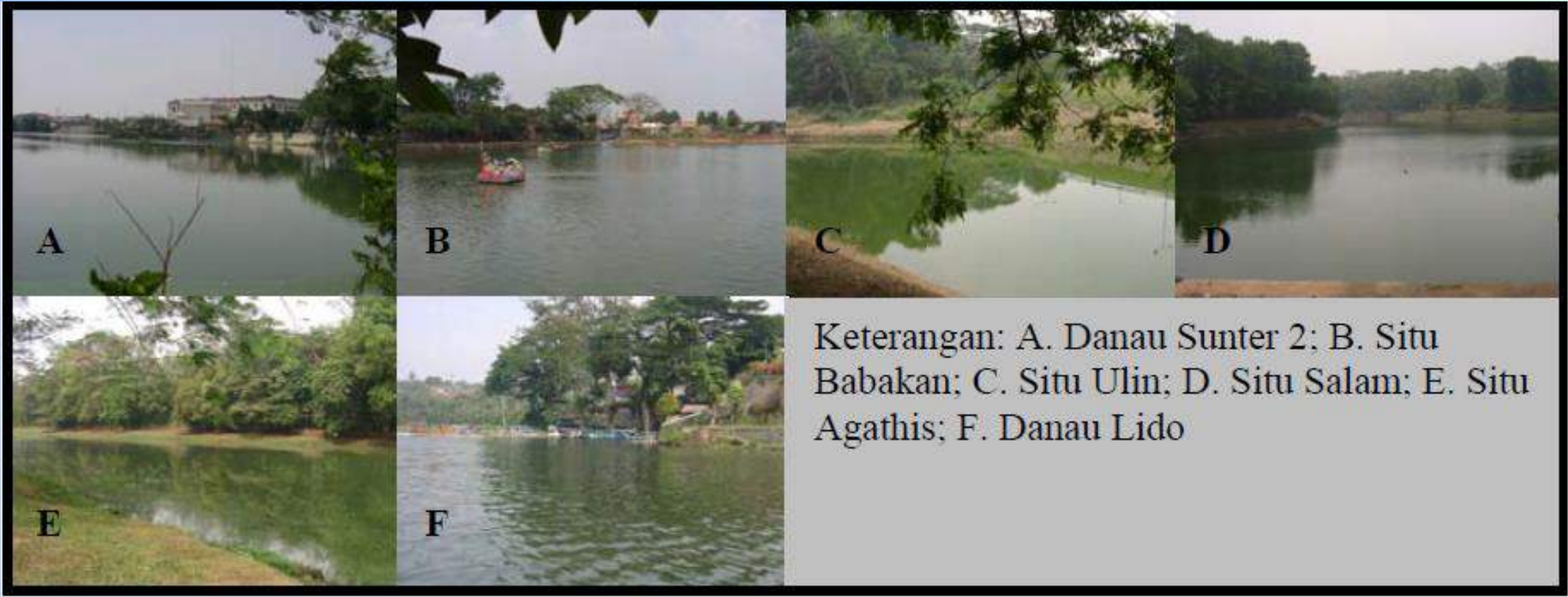
Gambar 7. Variasi bentuk Mikroalga: **I. Bentuk alga air tawar uniseluler dan kolonial.** A. *Chroococcus giganteus* (coccoid cyanobacterium), B. *Micrasterias americana* (conjugating green alga, desmid), C. *Didymosphenia geminata* (pennate diatom), D. *Euglena* sp. (euglenoid fotosintetik), E. *Dunaliella* sp. (alga hijau berflagel), F. *Ochromonas* sp. (alga chrysophycean), G. *Ceratium hirundinella* (dinoflagellata), H. *Lagynion* sp. (alga chrysophycean), I. *Woronichinia naegeliana* (coccoid cyanobacterium), J. *Tetraspora lubrica* (alga hijau kolonial yang tidak bergerak), K. *Dictyosphaerium granulatum* (alga hijau kolonial yang tidak bergerak), L. *Oocystis lacustris* (alga hijau kolonial yang tidak bergerak). Skala = 25  $\mu$ m, kecuali E, F, H = 10  $\mu$ m; B, C, G = 50 m; **II. Bentuk alga air tawar kolonial, pseudofilamen, dan berfilamen.** A. *Merismopedia* sp. (coccoid cyanobacterium), B. *Tabellaria flocculosa* (pennate diatom), C. *Fragilaria crotonensis* (pennate diatom), D. *Dinobryon divergens* (chrysophycean alga), E. *Stichosiphon willei* (coccoid cyanobacterium), F. *Chroodactylon* sp. (alga merah), pseudofilamen, G. *Chamaesiphon* sp. (coccoid cyanobacterium), H. *Zygnema* sp. (konjugasi alga hijau), filamen tidak bercabang, I. *Limnorphis* sp. (cyanobacterium berfilamen), filamen tidak bercabang, J. *Scytonema* sp. (cyanobacterium berfilamen), filamen dalam selubung umum yang menghasilkan cabang palsu ganda, K. *Bangia* sp. (alga merah), filamen multiseriat tidak bercabang. Skala = 25  $\mu$ m, kecuali C, D, E = 10  $\mu$ m; G = 1 cm (dengan modifikasi).

[Sumber: Sheath & Wehr 2015].

# Penelitian keanekaragaman (biodiversitas) dan sistematika mikroalga yang berasal dari Indonesia

- ❑ Tahun 2002 → penelitian keanekaragaman mikroalga dari perairan kampus Universitas Indonesia Depok (Prihantini 2002).
- ❑ Tahun 2004 → penelitian berjudul *A bird's eye view on microalgae biodiversity in Indonesia* di konferensi ICC-10 (Prihantini 2004).
- ❑ Tahun 2005 → penelitian Cyanobacteria dan Chlorophyta di Situ Kenanga dan Situ Agathis UI, Depok; dipublikasi di Sains Indonesia, FMIPA UI (Prihantini *et al.* 2005).
- ❑ Tahun 2006 → penelitian mikroalga perairan di Situ Agathis dan Situ Kenanga UI, Depok; dilakukan fokus pada divisi Cyanobacteria (Rianto *et al.* 2006).
- ❑ Selain penelitian mikroalga dari kawasan perairan tawar juga dilakukan penelitian pada lokasi mangrove dan perairan laut.

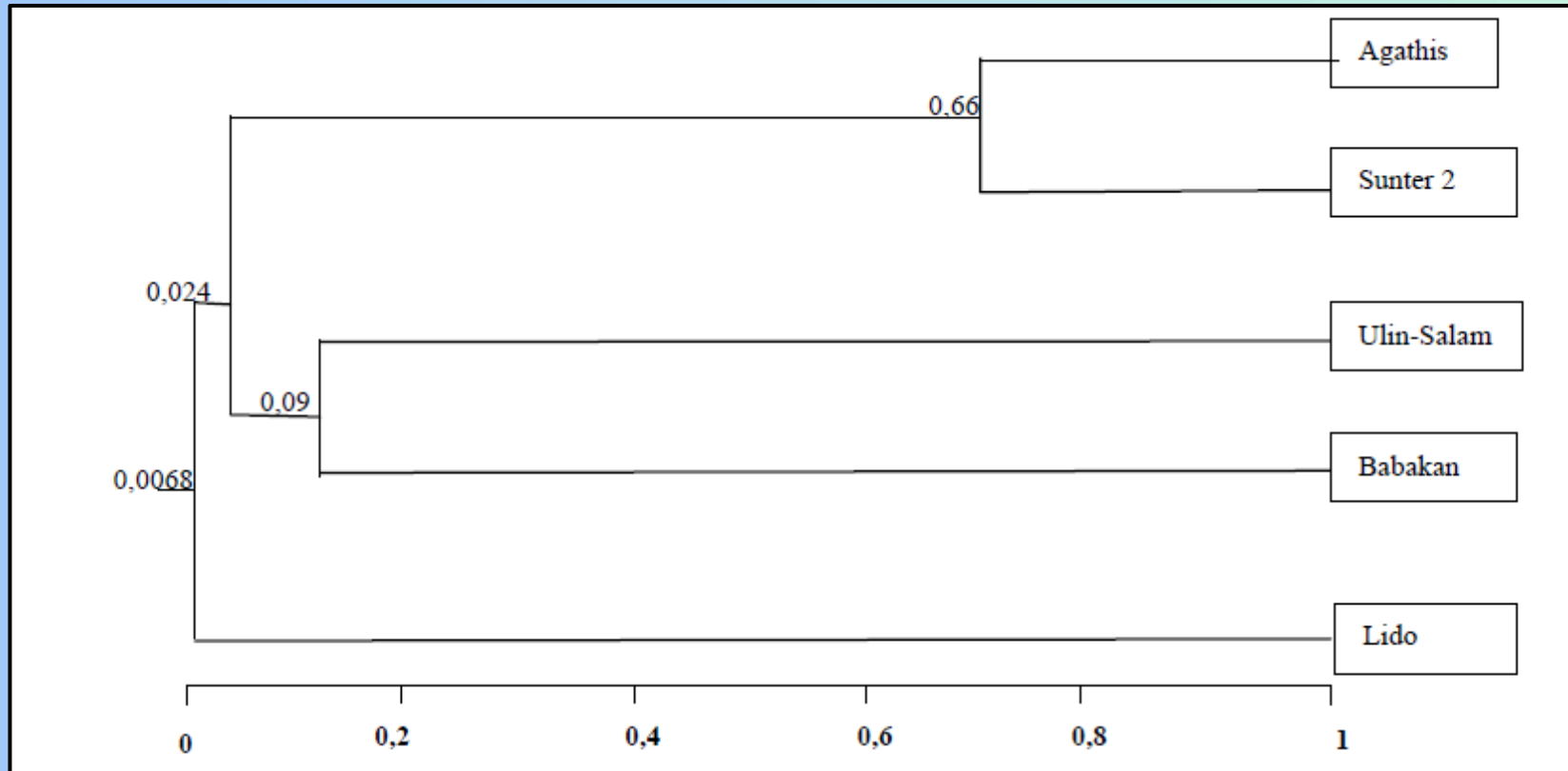
# Biodiversitas Cyanobacteria dari Beberapa Situ/Danau di Kawasan Jakarta-Depok-Bogor, Indonesia



Gambar 8. Foto Beberapa Situ/Danau di Kawasan Jakarta-Depok-Bogor:  
A. Danau Sunter Dua, B. Situ Babakan, C. Situ Ulin, D. Situ Salam, E. Situ Agathis,  
F. Danau Lido  
[Sumber: Prihantini dkk 2008]

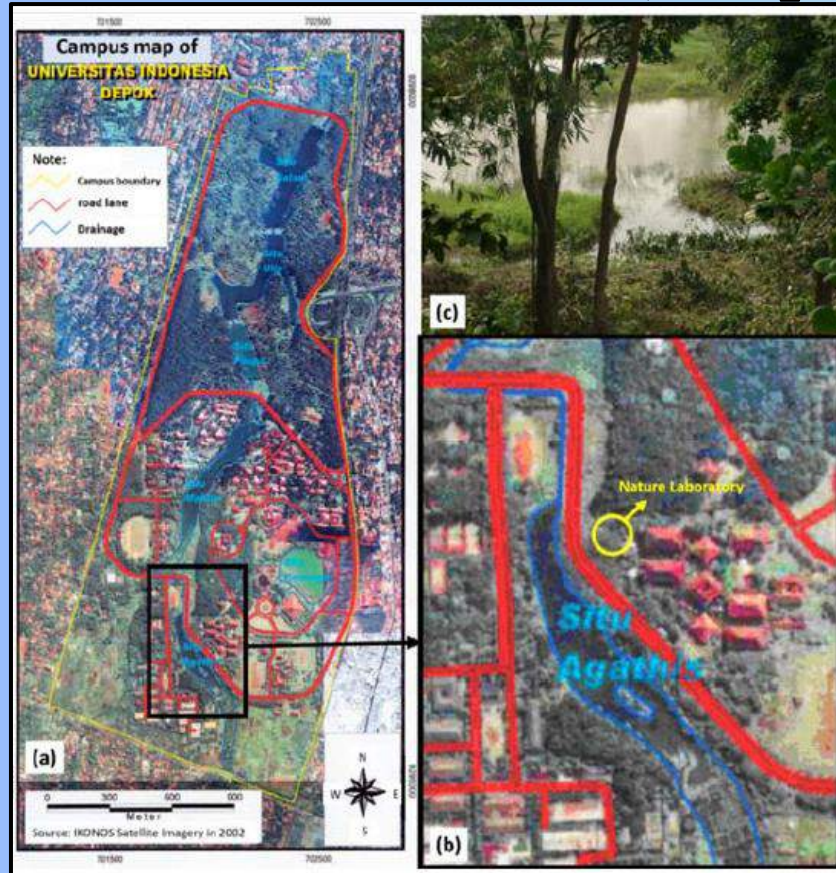


# Biodiversitas Cyanobacteria dari Beberapa Situ/Danau di Kawasan Jakarta-Depok-Bogor, Indonesia

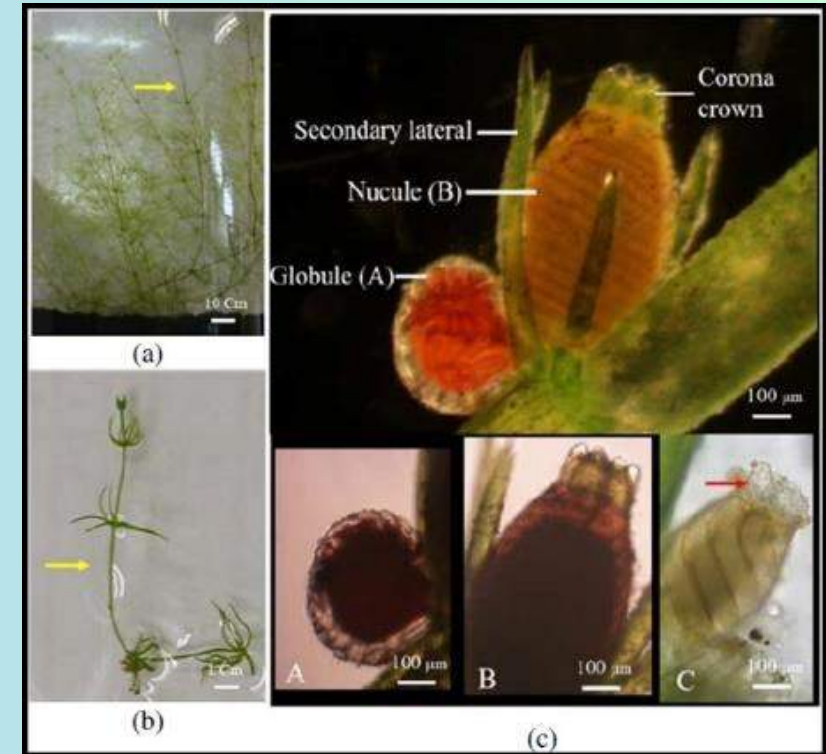


Gambar 9. Dendrogram Indeks Kesamaan Sorensen Cyanobacteria di Danau Sunter 2, Situ Babakan, Situ Ulin-Salam, Situ Agathis, dan Danau Lido.  
[Sumber: Prihantini dkk 2008]

# Mikroalga genus *Chara* (kelas Charophyceae) di lingkungan Universitas Indonesia, Depok: Upaya konservasi *in situ* dan *ex situ*



Gambar 13. Lokasi Laboratorium Alam FMIPA UI, (a) Citra satelit kawasan kampus UI dengan 6 buah danau kecil (Situ), (b) Lokasi Laboratorium Alam dan (c) Foto Laboratorium Alam.  
[Sumber: Prihantini 2020]



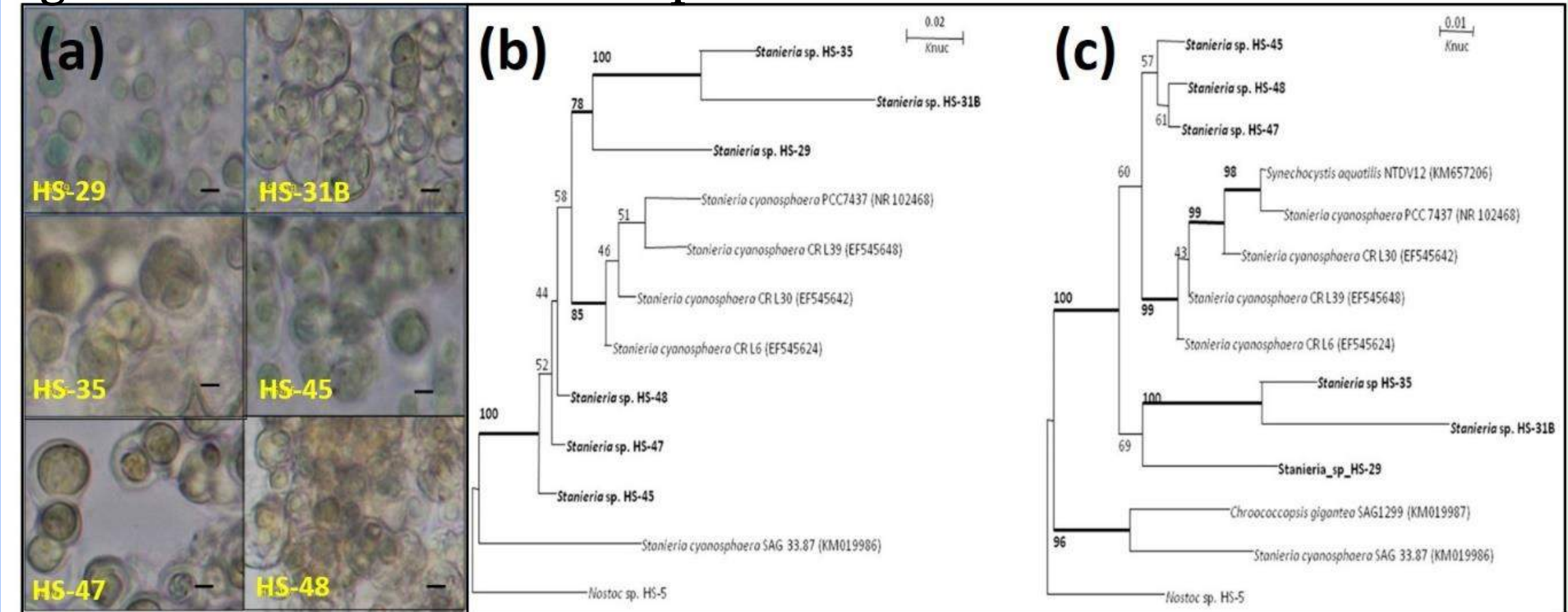
Gambar 14. Strain *Chara* dari Laboratorium Alam FMIPA UI (strain UI), (a) Visualisasi makroskopis strain *Chara*, (b) Thallus strain *Chara*, dan (c) Posisi nucule di atas globul. A: Globula, B: Inti; C: Mahkota mahkota satu tingkat dalam inti (panah merah).  
[Sumber: Prihantini 2020]

# Mikroalga genus *Chara* (kelas Charophyceae) di lingkungan Universitas Indonesia, Depok: Upaya konservasi *in situ* dan *ex situ*



Gambar 15. Kultur *Chara* strain UI yang disimpan di NIES, Jepang;  
(a) Strain *Chara* dalam pengkulturan dan (b) Ruang kultur untuk  
anggota Charophyceae  
[Sumber: Prihantini 2020]

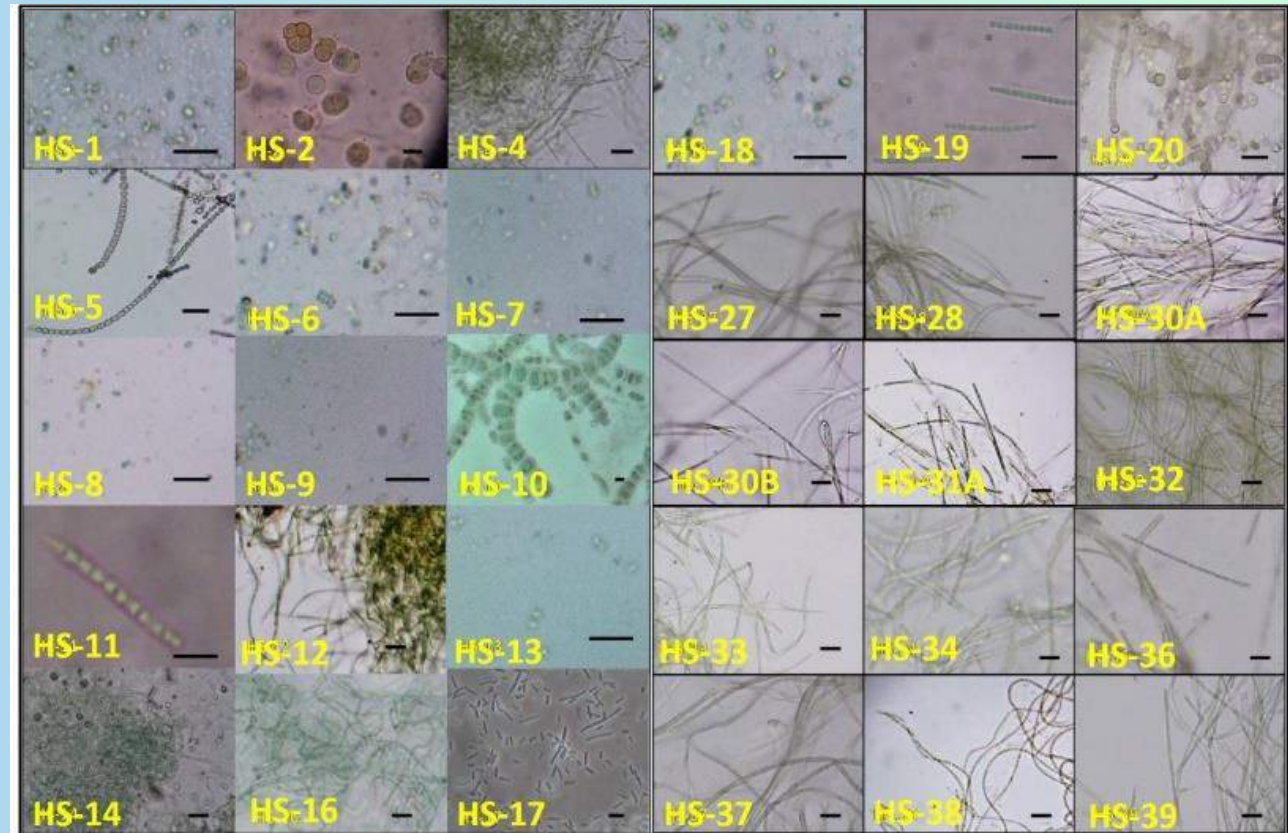
# Deskripsi Cyanobacteria strain *Stanieria* yang diisolasi dari sumber air panas di Indonesia



Gambar 16. (a). Fotomikrograf *Stanieria* menggunakan Light Microscope (LM). Catatan: Bar = 10  $\mu$ m; (b) Neighbor-joining tree yang dibangun menggunakan rangkaian gen 16S rRNA dari enam strain *Stanieria* dan *Stanieria cyanosphaera*. The GenBank accession numbers ditunjukkan dalam tanda kurung. Angka-angka tersebut menunjukkan tingkat kepercayaan dari 1000 ulangan sampel bootstrap. Knuc, parameter Kimura (1980); (c) Neighbor-joining tree yang dibangun menggunakan gen urutan 16S rRNA dari enam strain *Stanieria* dan taksa yang berkerabat dekat. Hanya spesies yang berkerabat dekat yang ditampilkan. The GenBank accession numbers ditunjukkan dalam tanda kurung. Angka-angka tersebut menunjukkan tingkat kepercayaan dari 1000 ulangan sampel bootstrap. Knuc, parameter Kimura (1980).

[Sumber: Prihantini dkk. 2015]

# Isolasi dan Identifikasi Cyanobacteria yang dapat di kultur, yang Diisolasi dari Sumber Air Panas Indonesia di Jawa Barat Berdasarkan Karakter Fenotipik dan Genotipik

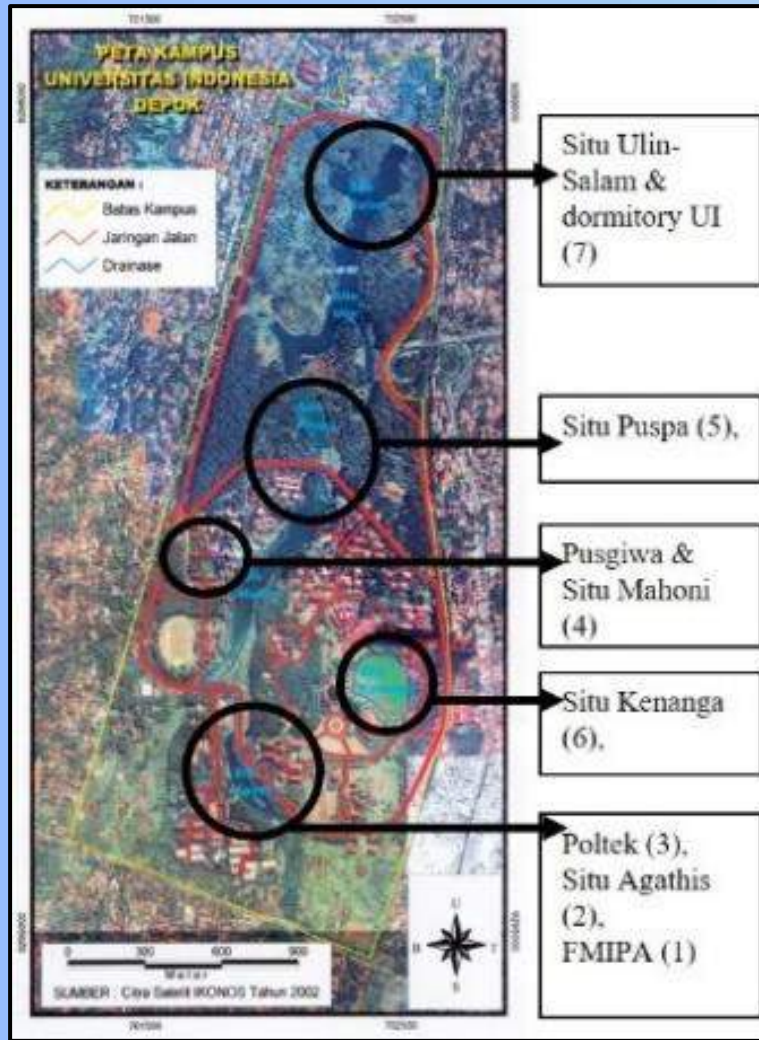


Gambar 17. Fotomikrograf strain cyanobacterium yang diisolasi dari sumber air panas Indonesia.

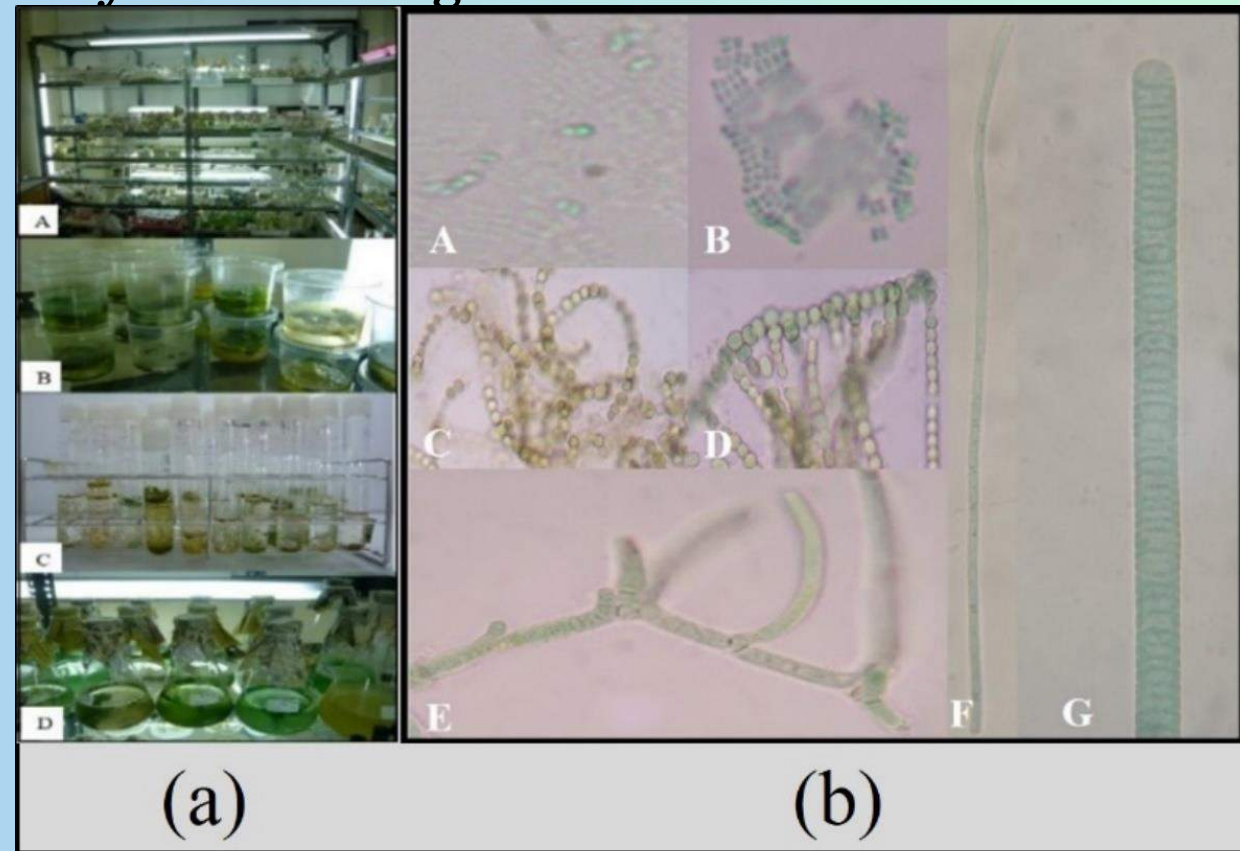
Catatan: Bar = 10  $\mu\text{m}$ .

[Sumber: Prihantini 2015]

# Peran koleksi kultur Cyanobacteria asli Indonesia sebagai upaya konservasi ex-situ dan bahan kajian keanekaragaman hayati mikroalga



Gambar 19. Lokasi pengambilan sampel air dan tanah di wilayah Kampus UI [Sumber: Prihantini 2022]



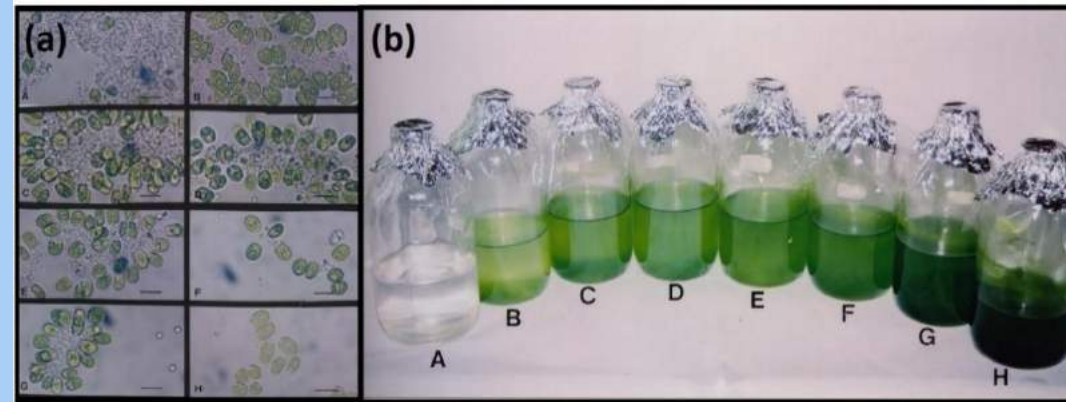
Gambar 20. (a) Inkubator Kultur Alga: A. Rak Kultur Alga; B. Pengayaan kultur pada rak kultur; C. isolat Cyanobacteria; D. Biomassa Cyanobacteria dalam Erlenmeyer 500 ml dan 1000 ml; (b) Fotomikrograf dari beberapa genera Cyanobacteria yang ditemukan: A. Synnechococcus; B. Merismopedia; C. Nostoc; D. Hapalosifon; E. Stigonema; F. Limnotrix; G. Oscillatoria (Foto tanpa skala). [Sumber: Prihantini 2022]

# Pembuatan medium untuk penelitian mikroalga asli Indonesia sebagai sumber pangan (protein), bahan baku bioenergi (lipid), dan agen bioremediasi

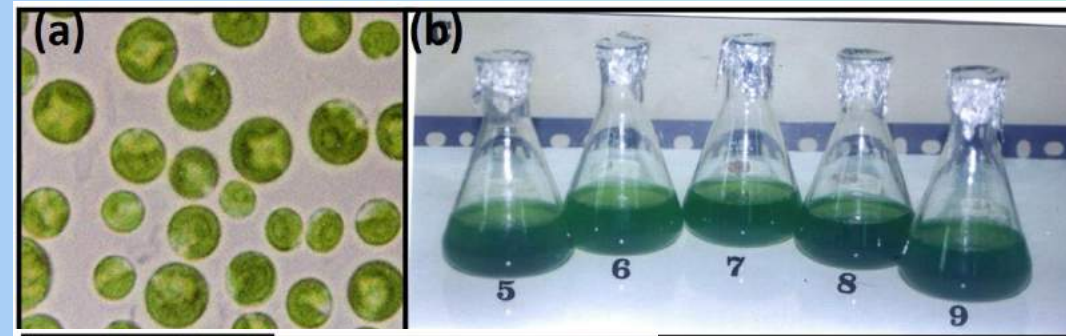
Mikroalga hijau (*Chlorophyta*) dari habitat sekitar yang berhasil diisolasi:

- *Chlamydomonas*
- *Chlorella*
- *Scenedesmus*.

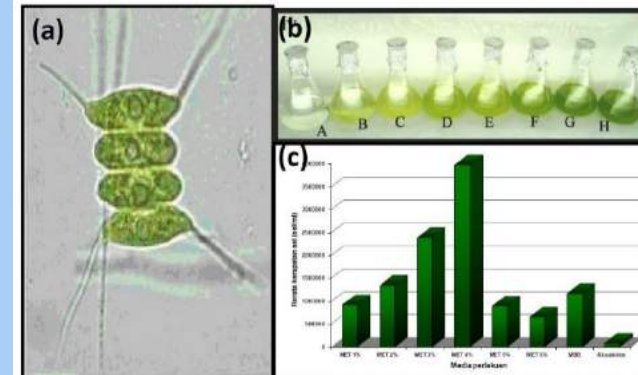
Mikroalga tersebut ditumbuhkan di medium sederhana yaitu **medium ekstrak taoge (MET)**.



Gambar 21. (a). Penampakan mikroskopis sel *Chlamydomonas* dalam Medium Basal Bold pada hari ke-10 (Skala — = 1 $\mu$ m); (b) Kultur mikroalga *Chlamydomonas* isolat Subang. [Sumber: Prihantini dkk 2001]



Gambar 22. (a). Penampakan mikroskopis sel *Chlorella* dalam Medium Basal Bold pada hari ke-10 (Foto tanpa skala); (b) Kultur mikroalga *Chlorella* isolat Depok. [Sumber: Prihantini dkk 2007a]



Gambar 23. (a). Penampakan mikroskopis sel *Scenedesmus* dalam Medium Basal Bold pada hari ke-10 (Foto tanpa skala); (b) Kultur mikroalga *Scenedesmus* isolat Subang; (c). Diagram batang rerata kerapatan sel *Scenedesmus* pada saat *peak* dalam media perlakuan MET, MBB, dan akuabides. [Sumber: Prihantini dkk 2007b]

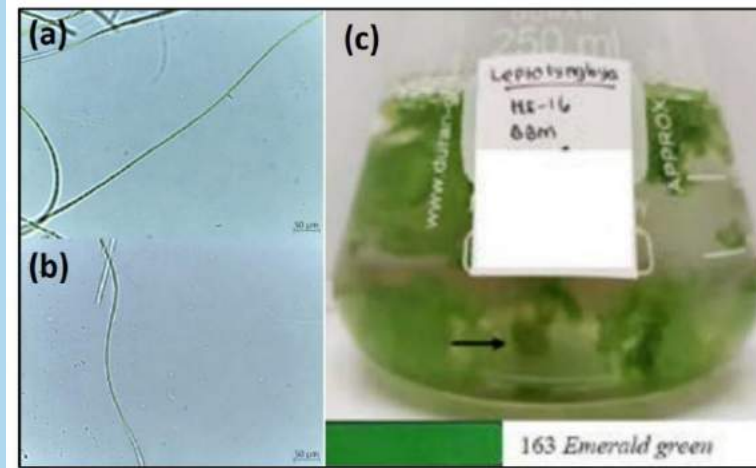
# Pembuatan medium untuk penelitian mikroalga asli Indonesia sebagai sumber pangan (protein), bahan baku bioenergi (lipid), dan agen bioremediasi

Pembuatan medium pertumbuhan mikroalga yang tepat guna

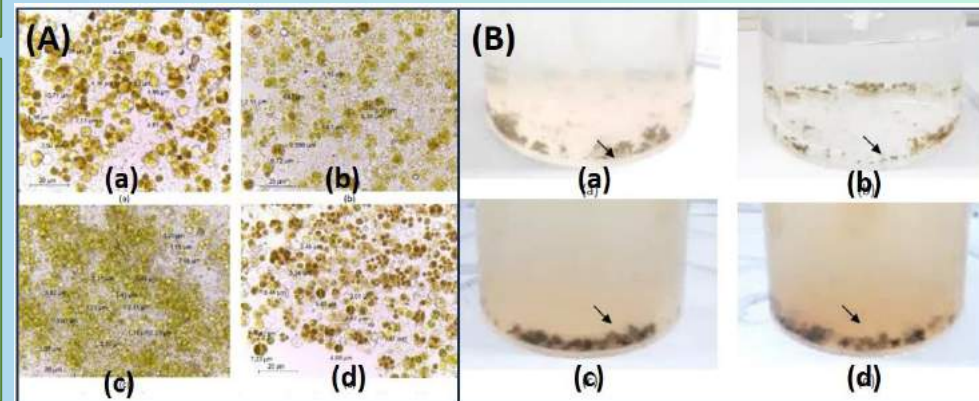
- **medium ekstrak taube (MET)**
- medium pertumbuhan dari pupuk buatan:
  - pupuk urea
  - pupuk ZA
  - **pupuk NPK Growmore**
  - **pupuk Indonesia**

Penelitian produksi Biomassa Strain *Leptolyngbya* indigenous/asli Indonesia pada Media Pupuk NPK dihubungkan dengan potensinya sebagai sumber bahan bakar nabati

Penelitian optimalisasi medium NPK dengan penambahan ekstrak kecambah kacang hijau (NPK Ind+MET) untuk produksi biomassa dan lipid *Stanieria* HS-48 sebagai potensi Biofuel.



Gambar 24. (a). Penampakan mikroskopis sel *Leptolyngbya* HS-16 dalam Medium NPK-GM 80 ppm pada hari ke-1 (Skala — = 50  $\mu$ m); (b). Penampakan mikroskopis sel *Leptolyngbya* HS-16 dalam Medium NPK-GM 240 ppm pada hari ke-1 (Skala — = 50  $\mu$ m); (c). Penampakan makroskopis starter *Leptolyngbya* HS-16 dalam medium BBM: Panah ( $\rightarrow$ ) Biomassa *Leptolyngbya* HS-16 dalam labu Erlenmeyer 250 mL [Sumber: (Prihantini, dkk. 2020)]



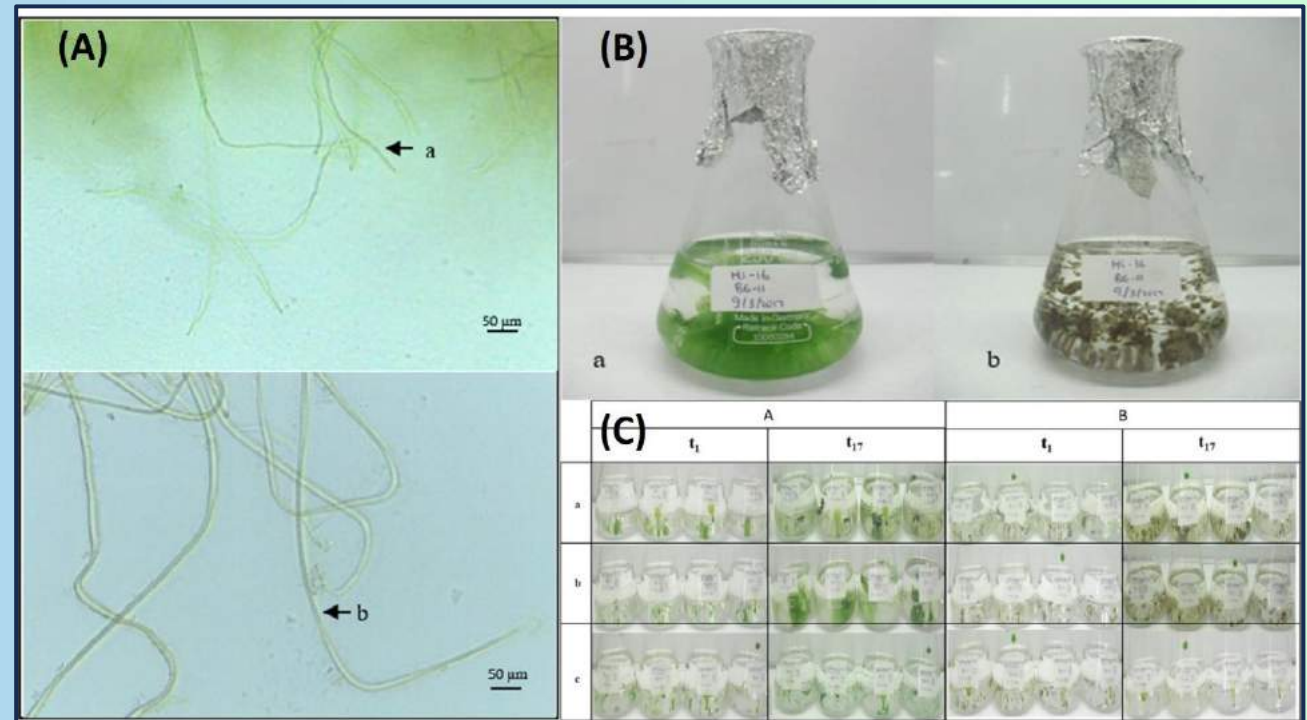
Gambar 25. (A). Fotomikrograf *Stanieria* HS-48 hari ke 5 pada masing-masing media (a) BBM (b) NPK (c) NPK + ekstrak taube kacang hijau 2% (d) NPK + 4% ekstrak taube kacang hijau; (B). Penampakan makroskopis biomassa *Stanieria* HS-48 hari ke 18 pada masing-masing medium (a) BBM (b) NPK (c) NPK + ekstrak taube kacang hijau 2% (d) NPK + 4% kacang hijau ekstrak kecambah. [Sumber: Yanti *et al.* 2021]



# Karakterisasi strain Mikroalga asli Indonesia dan perbanyakkan biomassa mikroalga untuk dimanfaatkan

Dalam pemanfaatan mikroalga diperlukan karakterisasi fisiologis cyanobacteria yang jelas.

Suhu merupakan salah satu faktor utama yang mempengaruhi pertumbuhan cyanobacteria.



Gambar 26. (A). Penampakan mikroskopis *Leptolyngbya* HS-16 (a) dan *Leptolyngbya* HS-36 (b); (B). Kultur starter *Leptolyngbya* HS-16 dan HS-36. a, Kultur starter *Leptolyngbya* HS-16; b, Kultur starter *Leptolyngbya* HS-36; (C). Penampakan makroskopis kultur *Leptolyngbya* HS-16 dan HS-36. t<sub>1</sub>, Observasi hari ke-1; t<sub>17</sub>, Observasi hari ke-17; a, suhu 20 °C; b, suhu 35 °C; c, suhu 50 °C.

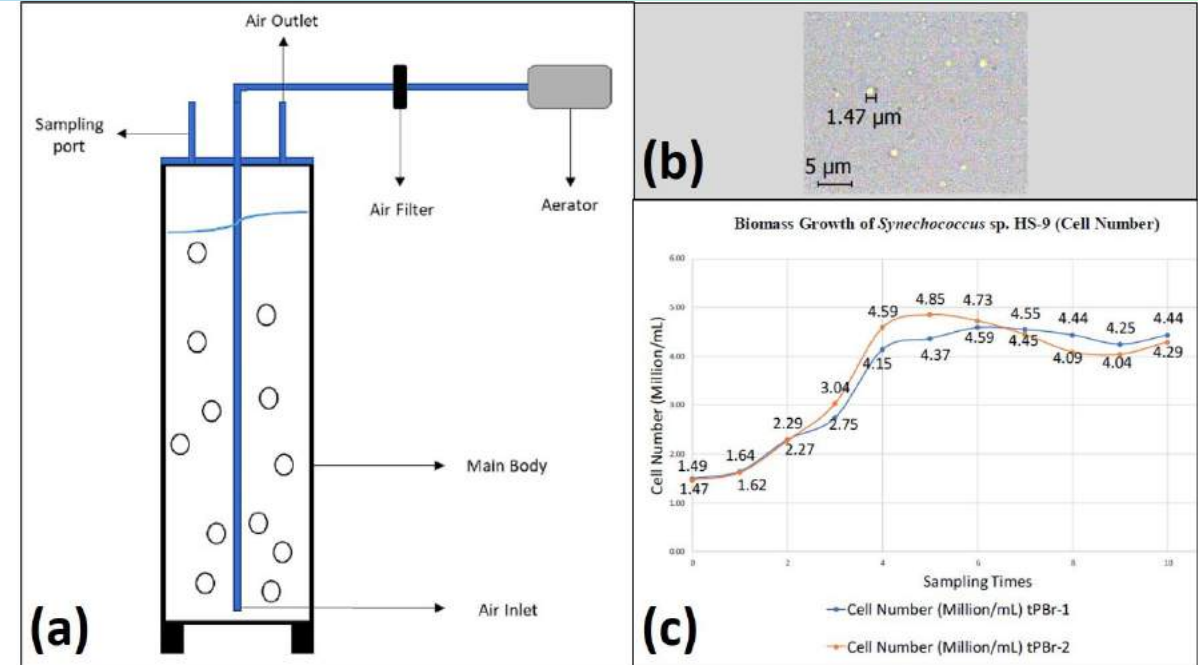
[Sumber: Prihantini et al 2018]

# Penelitian wadah pengkulturan dan sistem yang digunakan (fotobioreaktor)

Perbanyakkan kultur (biomassa) sangat bergantung dari wadah pengkulturan dan system yang digunakan.

Percobaan awal menggunakan *Synechococcus* sp. (Cyanobacteria) dibudidayakan dalam Media NPK dengan fotobioreaktor Tubular untuk Produksi Biomassa sebagai Bahan Baku Biofuel.

Fotobioreaktor (PBr) merupakan suatu sistem yang biasa digunakan untuk menghasilkan biomassa dalam jumlah besar.

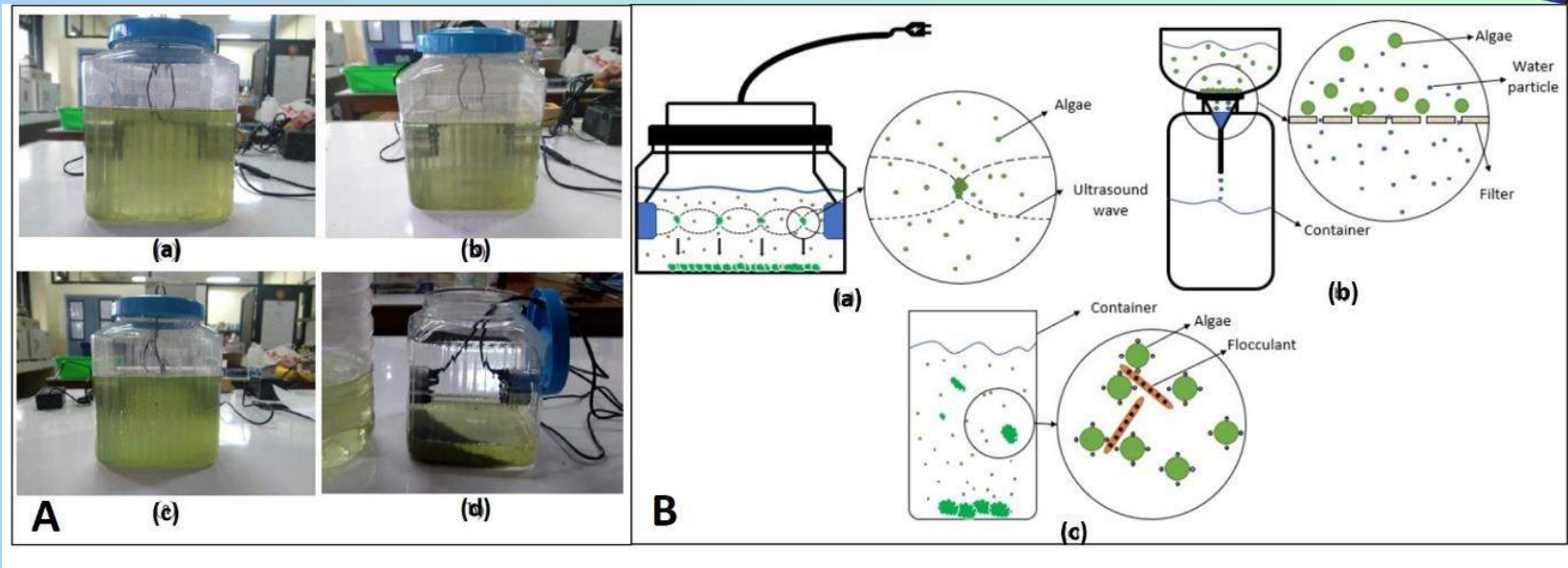


Gambar 28. Skema Sistem Fotobioreaktor Tubular (tPBr); (b) Fotomikrograf *Synechococcus* sp. HS-9; (c) Kurva Pertumbuhan Biomassa *Synechococcus* sp. HS-9 (jumlah sel).

[Sumber: Ardiansyah *et al.* 2019]

# Alat pemanenan biomassa

Fotobioreaktor telah menjadi cara yang menonjol untuk menghasilkan biomassa dalam hal produksi biofuel. Salah satu prosedur terpenting dalam lini produksi ini adalah **pemanenan**.



Gambar 30. A. Desain modul pemanen ultrasonik mikroalga (UHM): Akumulasi biomassa

*Synechococcus* HS-9 sebelum (a) dan setelah 20 menit pengoperasian modul pemanenan USG (b), Akumulasi biomassa pada kultur campuran sebelum (c) dan setelah 20 menit pengoperasian modul pemanenan ultrasonik (d);

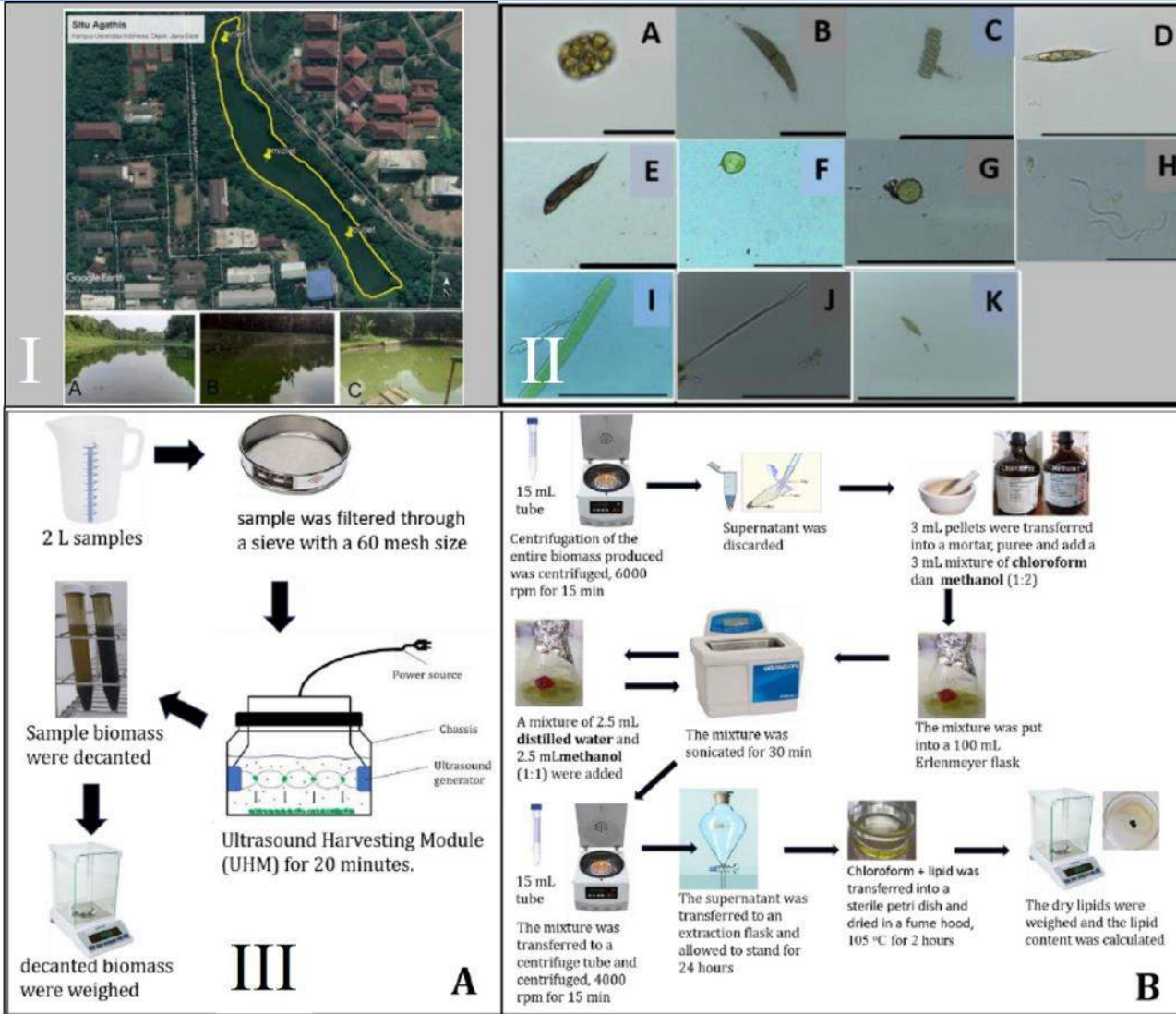
B. Prinsip tiga metode pemanenan biomassa mikroalga:

(a) Modul pemanenan ultrasonik, (b) Metode filtrasi,

(c) Metode flokulasi.

[Sumber: Ardiansyah *et al.* 2019]

# Pemanfaatan biomassa mikroalga langsung dari alam, pengolahan air limbah dan agen bioremediasi



Sebuah studi lanjutan mengenai penggunaan suara ultrasonik untuk memanen kultur campuran mikroalga dari danau kecil (situ) untuk bahan baku biofuel telah dilakukan.

Gambar 31. I. Lokasi pengambilan sampel di danau kecil Agathis, Kampus Universitas Indonesia (UI), Depok, Jawa Barat. Catatan: Utara Utara; A.saluran masuk; B. midlet, C. outlet. Bar: 200 m (Sumber: Google Earth); II. Mikroalga Situ Agathis: (A) *Eudorina* sp.; (B) *Closterium* sp.; (C) *Scenedesmus* sp.; (D) *Euglena viridis*; (E) *Euglena spirogyra*; (F) *Phacus* sp.; (G) *Trachelomonas* sp.; (H) *Arthrospira* sp.; (I) *Oscillatoria* sp.; (J) *Limnothrix* sp.; (K) *Pinnularia* sp. Bar = 50  $\mu$ m; III. A. Cara pemanenan sampel kultur campuran mikroalga dengan UHM, B. Metode ekstraksi lipid dengan metode Bligh dan Dyer yang dimodifikasi.

[Sumber: Prihantini *et al.* 2021]

# Penutup

- ❖ Identifikasi yang benar dari spesies alga merupakan hal penting
- ❖ Pemahaman tentang ilmu taksonomi dan sistematika diperlukan.
- ❖ Usaha mengumpulkan strain-strain mikroalga asli Indonesia dilakukan untuk
  - ❖ dijadikan bahan pembelajaran keanekaragaman hayati mikroalga, dan
  - ❖ pemanfaatan dari mikroalga yang berpotensi untuk digunakan sebagai sumber bahan alam.
- ❖ Koleksi kultur UIMCC (Universitas Indonesia *Microalgae* Culture Collection) Departemen Biologi FMIPA UI.
- ❖ Alat untuk memproduksi biomassa (Fotobioreaktor), dan untuk pemanenan biomassa.



Gambar 32. Ruang kultur Alga Departemen Biologi FMIPA UI lokasi kultur koleksi UIMCC

# Ucapan Terima Kasih

الْحَمْدُ لِلَّهِ رَبِّ الْعَالَمِينَ



- ❖ Terima kasih yang sebesar-besarnya kepada Menteri Pendidikan, Kebudayaan, Riset dan Teknologi, Bapak Nadiem Anwar Makarim, B.A., M.B.A. beserta seluruh jajaran Kemendikbudristek.
- ❖ Rektor Universitas Indonesia, Prof. Ari Kuncoro, SE., M.A., Ph.D., dan para Wakil Rektor Universitas Indonesia.
- ❖ Dewan Guru Besar (DGB) Universitas Indonesia yang dipimpin oleh Prof. Harkristuti Harkrisnowo, S.H., M.A., Ph.D., beserta seluruh anggota Dewan Guru Besar UI.
- ❖ Ketua Senat Akademik UI, Prof. Nachrowi Djalal Nachrowi, M.Sc., M.Phil., Ph.D. dan seluruh anggota Senat Akademik Universitas Indonesia.
- ❖ Ketua PAK Universitas Indonesia, Prof. Dr. Heru Suhartanto, dan anggota PAK UI.
- ❖ Seluruh anggota Dewan Guru Besar FMIPA Universitas Indonesia yang dipimpin oleh Prof. Dr. Sumi Hudyono PWS, dengan sekretaris Prof. Dr. Wibowo Mangunwardoyo, M.Sc.
- ❖ Dekan FMIPA UI, Prof. Dede Djuhana, Ph.D., dan para Wakil Dekan FMIPA UI, Prof. Dr. rer.nat. Budiawan dan Dr. Tito Latief Indra, M.Si., serta rekan-rekan Dosen di FMIPA UI
- ❖ Tim SDM MIPA dan SDM UI
- ❖ Tim panitia perhelatan pengukuhan GB yang dipimpin oleh Dra. Sri Handayani, M.Biomed. dan seluruh Tim Humas FMIPA dan Humas UI

# Ucapan Terima Kasih

- ❖ Terima kasih banyak untuk semua pembimbing saya ketika menjalani studi S1, S2, S3.
- ❖ Terima kasih banyak khususnya kepada dosen-dosen di Departemen Biologi FMIPA UI.
- ❖ Terima kasih kepada seluruh kolaborator dalam membimbing dan melakukan penelitian.
- ❖ Terima kasih untuk tim *NBP Corporation* (mahasiswa/i bimbingan skripsi, tesis, dan disertasi).
- ❖ Terima kasih kepada seluruh mahasiswa yang pernah saya ajar dan saya bimbing, yaitu mahasiswa peserta mata kuliah, mahasiswa bimbingan akademis (PA), dan mahasiswa bimbingan tugas akhir S1, S2, dan S3.
- ❖ Terima kasih kepada seluruh karyawan di Departemen Biologi khususnya dan karyawan di Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam UI pada umumnya.
- ❖ Terima kasih saya kepada seluruh Ibu dan Bapak Guru dan teman-teman sekolah di SD Blok P V pagi Jakarta Selatan; SMP Negeri XII Jakarta Selatan; SMA Negeri 6 Jakarta Selatan. Teman-teman di Jurusan/Departemen Biologi FMIPA UI khususnya Biologi Angkatan 1982.

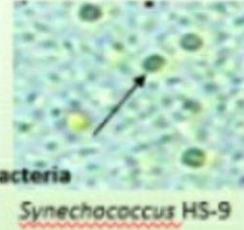
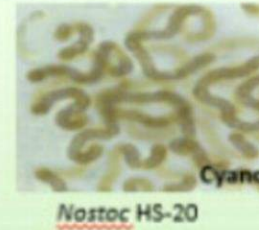
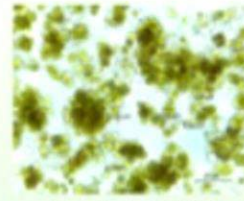
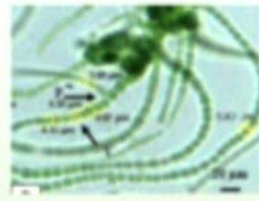


# Ucapan Terima Kasih





# Terima kasih 😊



*Dr. Nining Betawati Prihantini, M.Sc.*



*Dep. Biologi FMIPA UI*

