

Biologi Perkembangan (Tumbuhan)

- Karakteristik Sel Tumbuhan yang Penting dalam Perkembangan

Adi Rahmat

1. Jurusan Pendidikan Biologi, Fakultas Pendidikan Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, UPI
2. Program Studi Pendidikan IPA, Sekolah Pascasarjana, UPI

Topik Kajian

1. Membran Sel
2. Dinding Sel
3. Sitoskeleton: Mikrotubul
4. Plasmodesmata: Penghubung Symplast

Membran Sel

Berperan penting dalam menjalankan fungsi sel

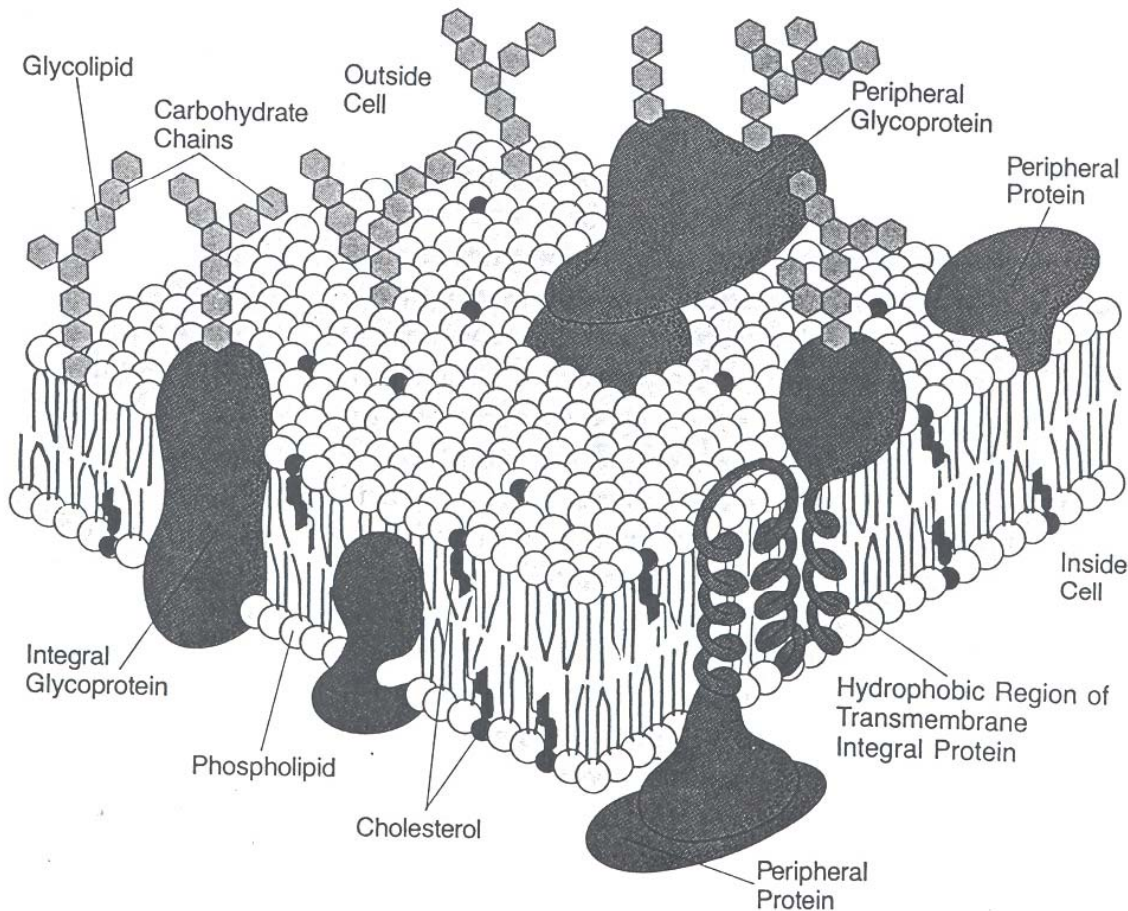
1. Sifat *selective permeable* mempertahankan kandungan sel dengan mengontrol keluar-masuknya molekul
2. Bertindak sebagai ‘mata dan telinga’ sel karena reseptor yang ada pada membran memonitor signal yang datang dari lingkungan luar

Struktur Membran

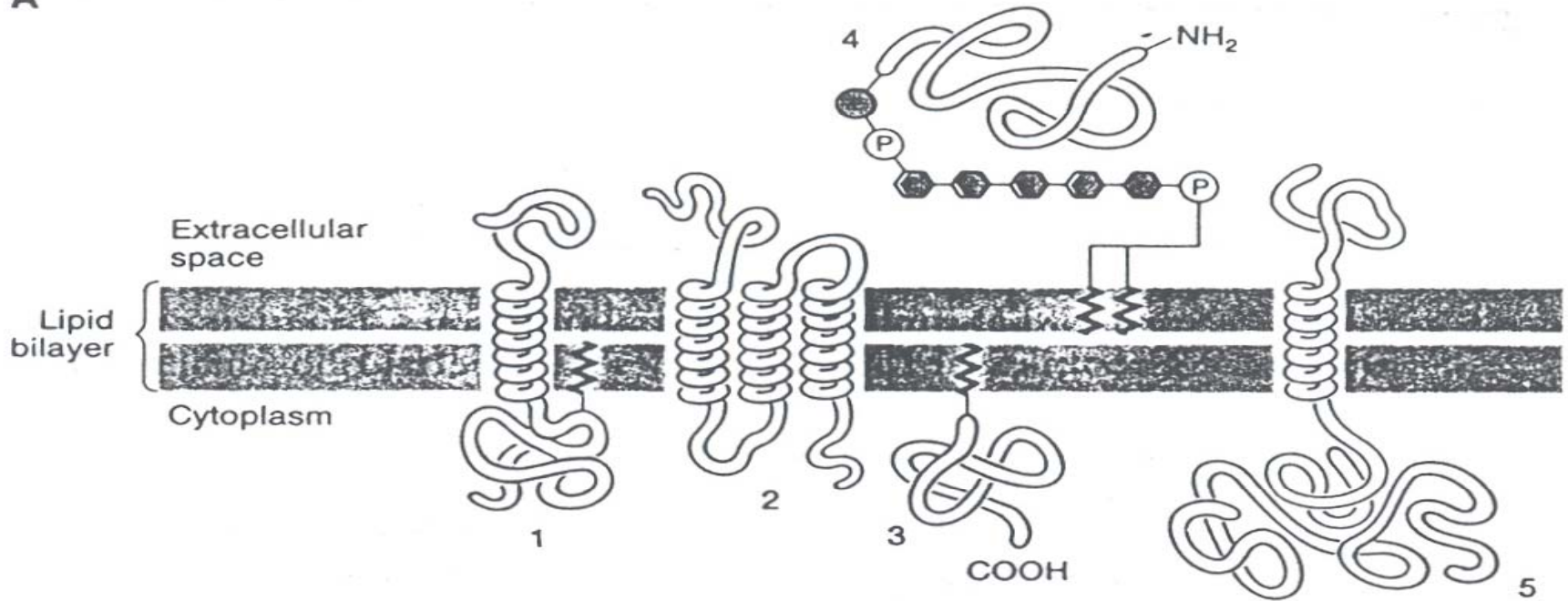
1. Lipid bilayer bersifat fluida dengan protein integral dan periferal yang tersusun dalam pola mosaik

2. Lipid bersifat amfipatik, terdiri atas bagian hidrofilik dan hidrofobik

3. Protein membran juga terdiri atas bagian hidrofilik dan hidrofobik

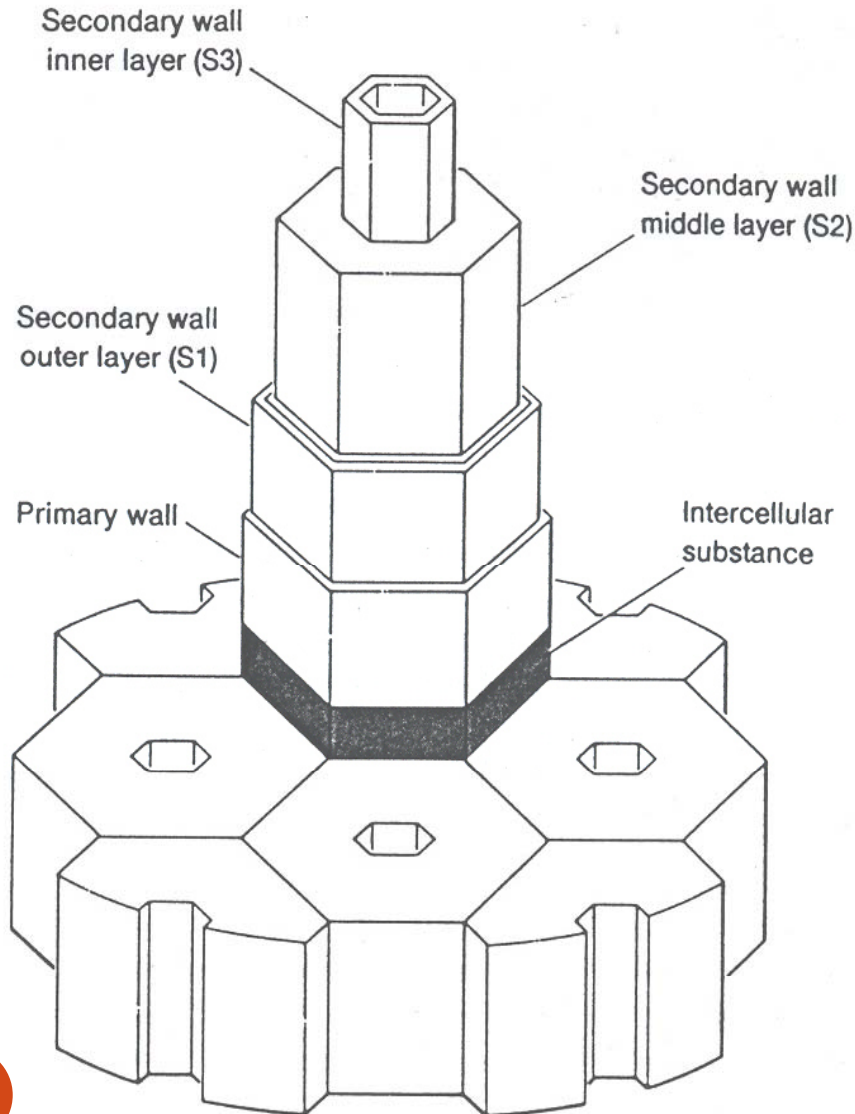


A



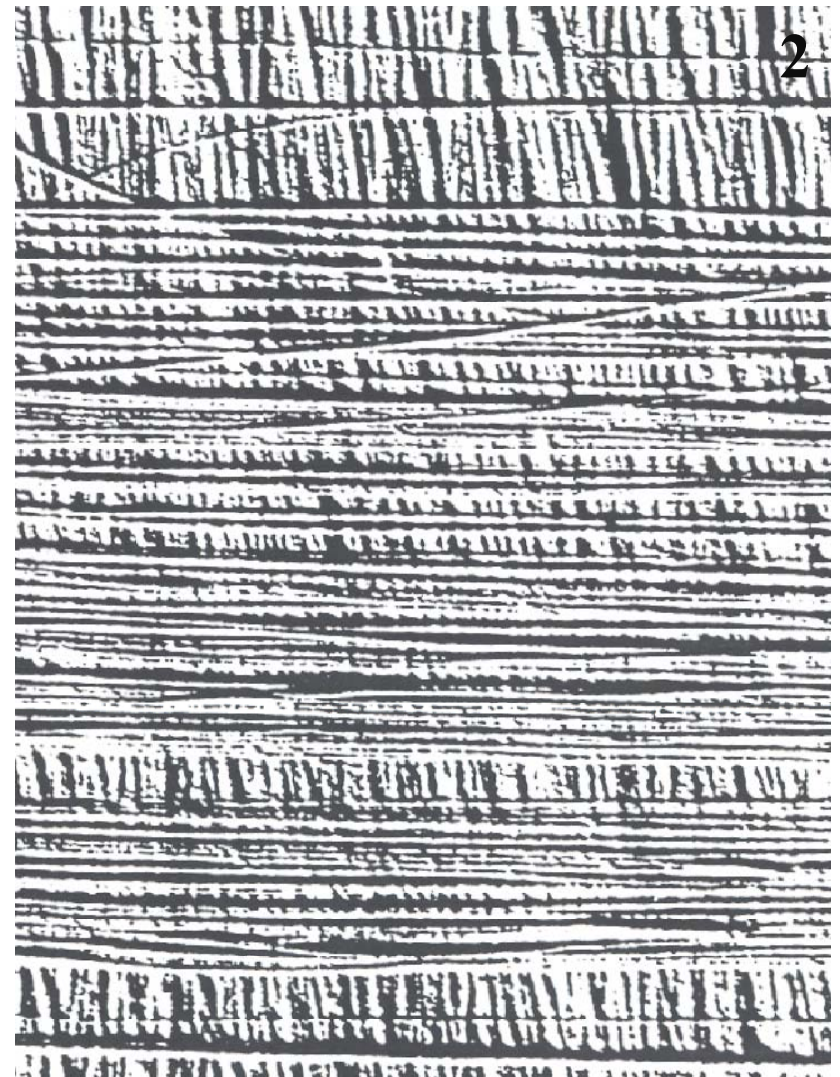
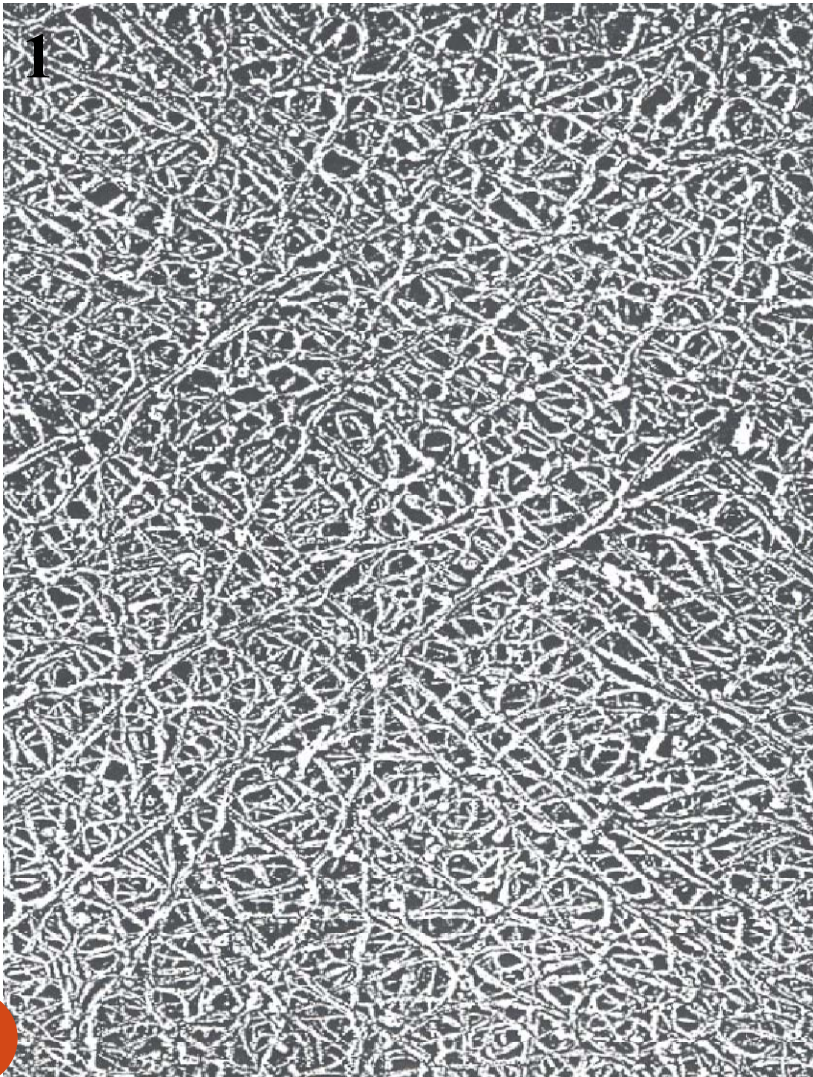
4. Protein membran (protein integral) berperan penting dalam transport aktif
5. Beberapa protein membran merupakan reseptor hormon dan molekul-molekul lain yang memberikan informasi kepada sel tentang lingkungannya
6. Cell membrane behaves like a thin layer of fluid

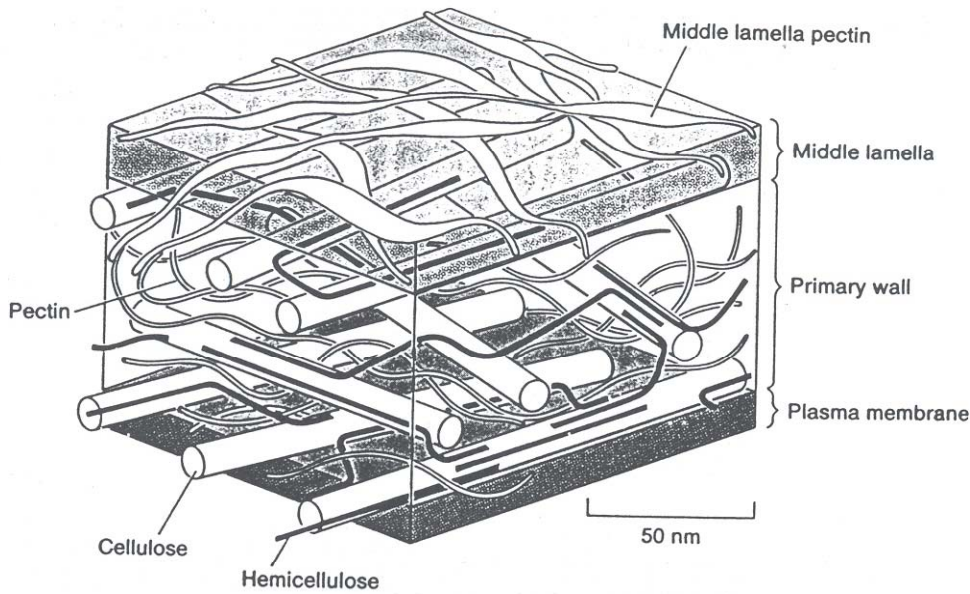
Dinding Sel



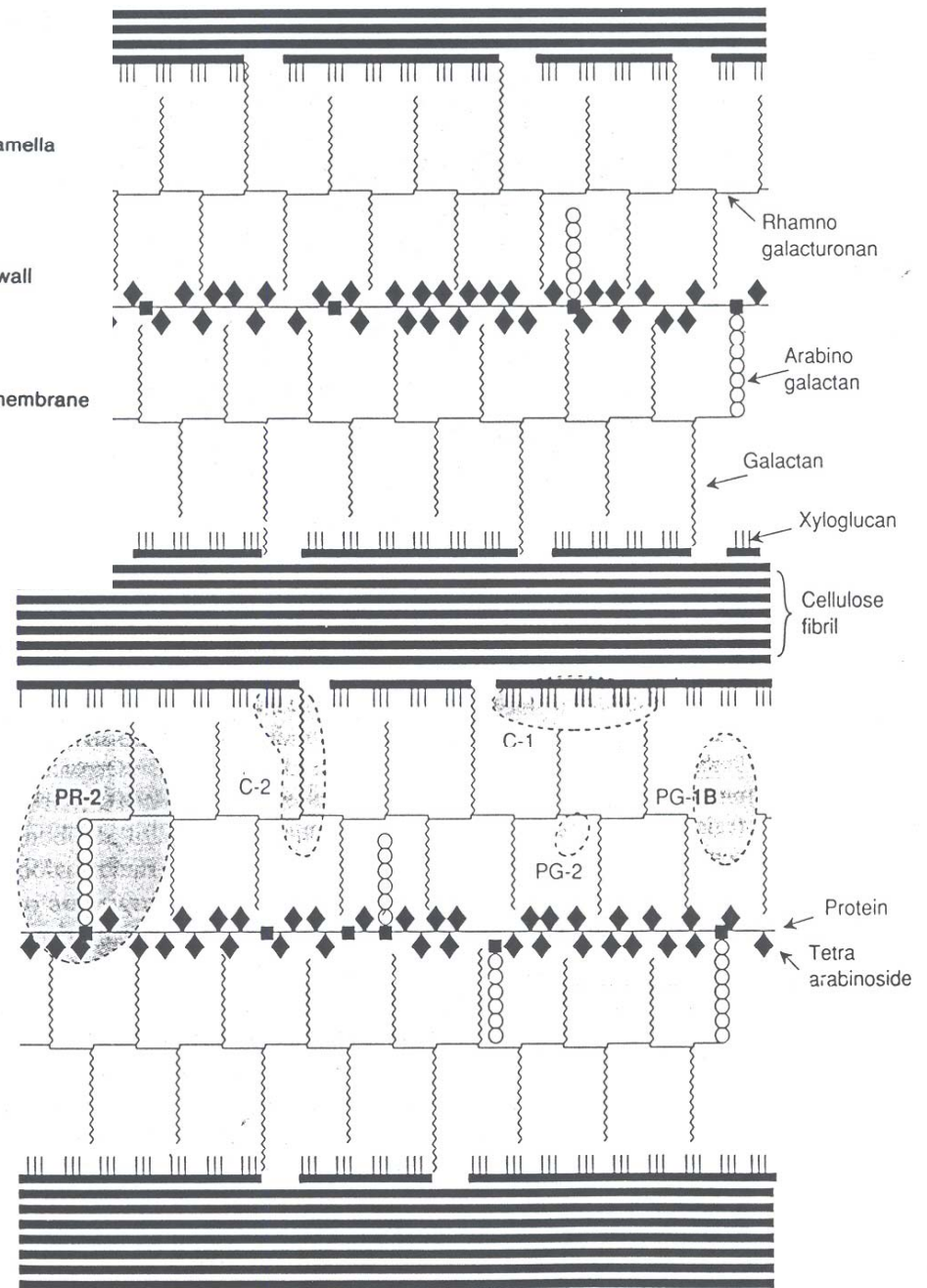
1. Dinding sel sebagian besar terdiri dari selulosa yang tersusun multilapis
2. Terdiri dari tiga bagian:
 - a. Lamela tengah, tersusun dari pektin (gluelike polysaccharide), melekatkan dua dinding (primer) sel yang berdekatan
 - b. Dinding primer, tersusun atas selulosa yang direkatkan satu sama lain oleh hemiselulosa
 - c. Dinding sekunder, sangat kuat karena selulosa banyak dan tersusun hampir tegak lurus satu sama lain. Pada dinding sekunder ini juga didepositkan lignin

Jalanan mikrofibril selulosa pada dinding primer (1) dan sekunder (2)



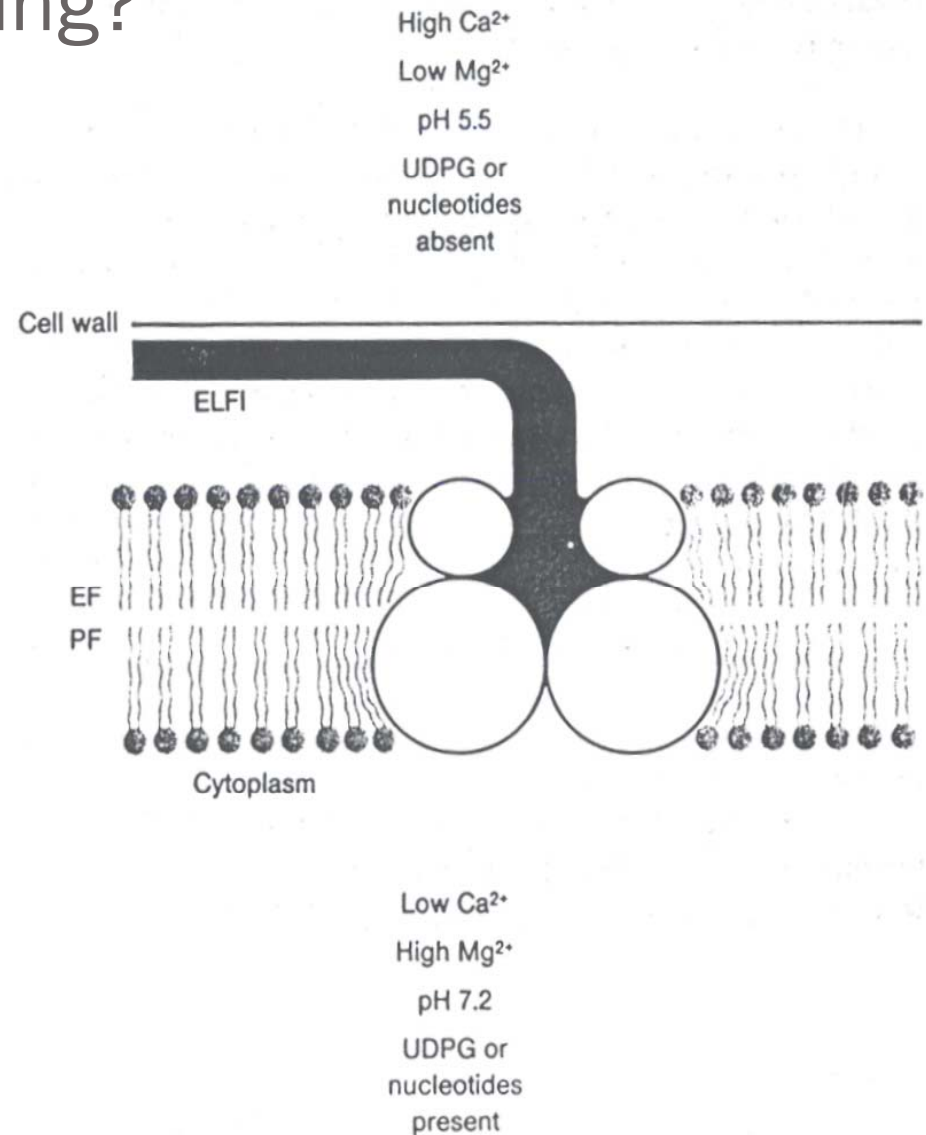


3. Selulosa tidak dalam keadaan molekul tunggal tetapi membentuk ikatan: sekitar 40 molekul selulosa bergabung melalui ikatan hidrogen membentuk kristal linier yang disebut mikrofibril
4. Mikrofibril digabungkan satu sama lain melalui dimer Rhamnogalaturonan
5. Diantara mikrofibril juga terdapat protein yang terikat pada polisakarida non-selulosa (primer)

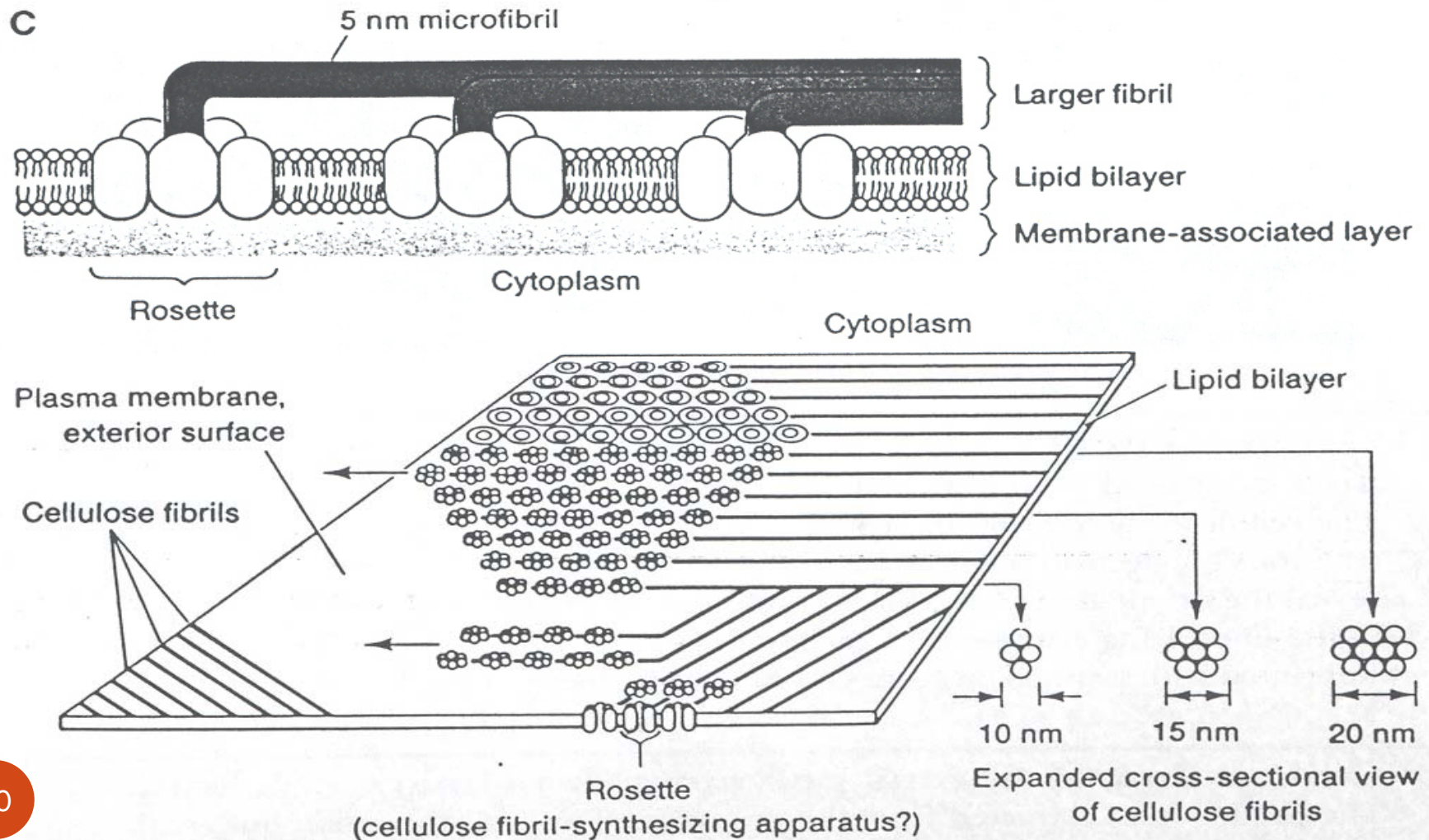


Bagaimana mikrofibril selulosa disintesis dan didepositkan pada dinding?

1. Selulosa disintesis oleh enzim selulose sintetase yang tertanam dalam membran plasma, membentuk kompleks roset.
2. Senyawa intermediet pembentuk selulosa adalah gula nukleotida: uridine diphosphat glucose (UDPG) yang terdapat pada sitoplasma di bawah membran



1. Setiap kompleks roset mensekretkan satu mikrofibril selulosa berdiameter 5 nm
2. Pada deposit dinding sekunder, sejumlah 5 nm mikrofibril bergabung membentuk 20 nm mikrofibril



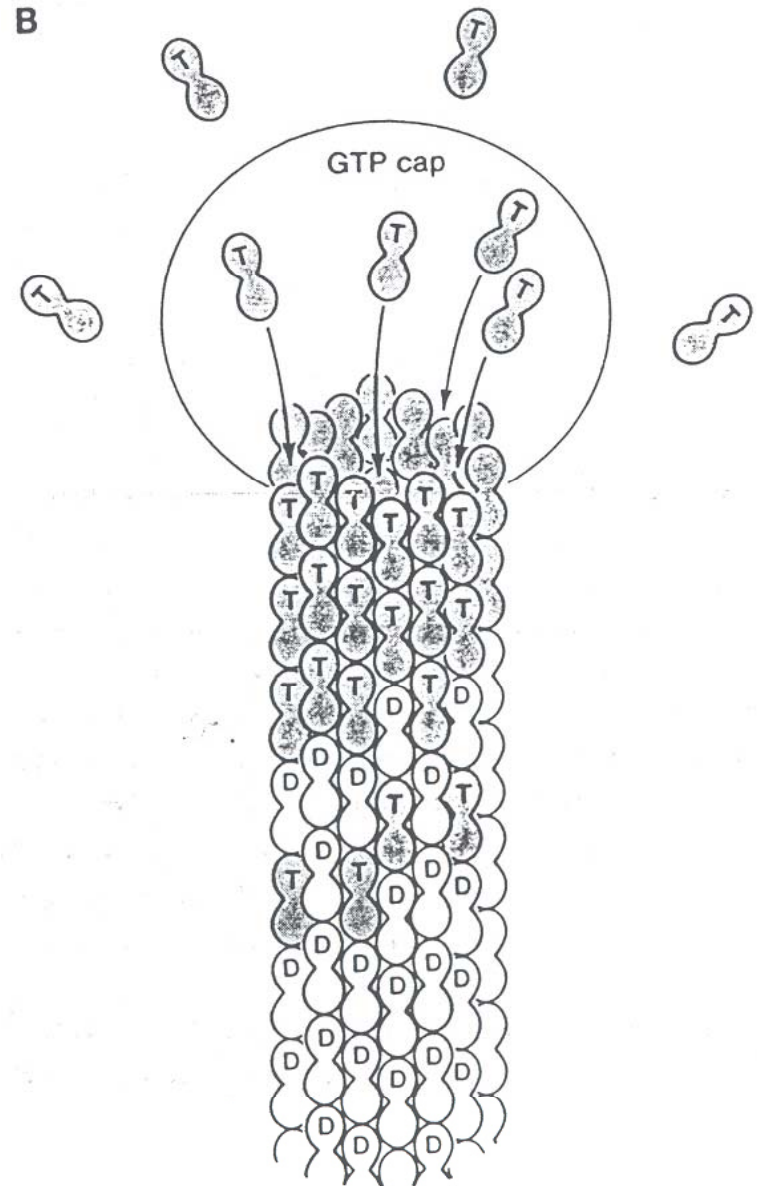
Sitoskeleton: Mikrotubul

Sitoskeleton terdiri dari tiga struktur filamen:

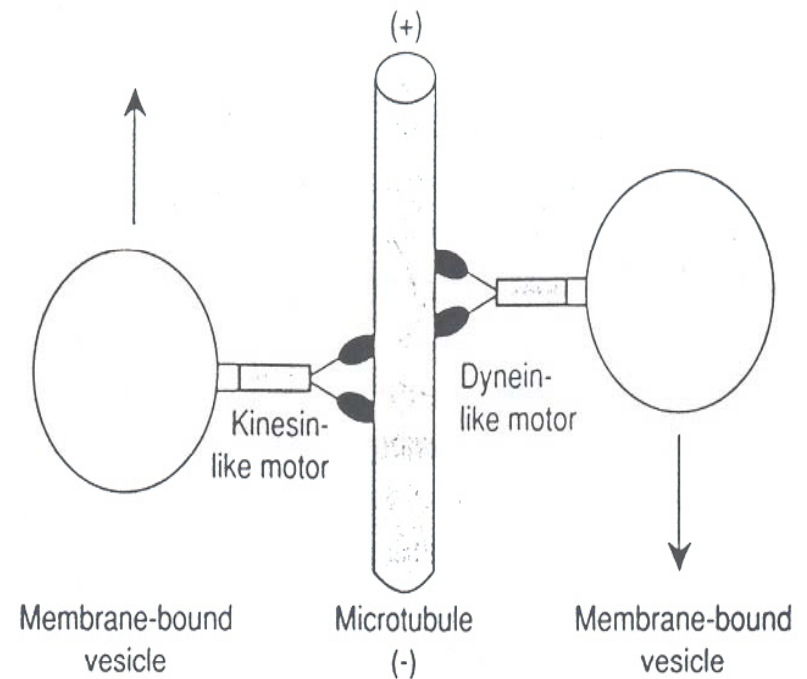
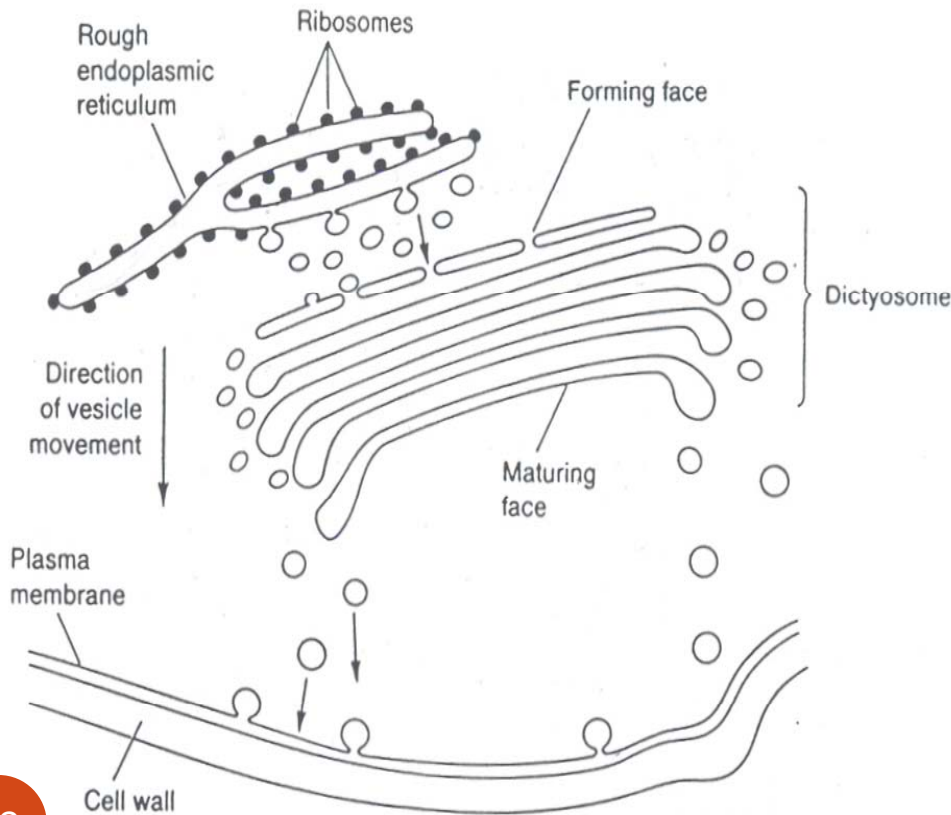
1. Mikrotubul, dibentuk dari protein tubulin (α dan β)
2. Mikrofilamen, dibentuk dari protein aktin (G-aktin dan F-aktin)
3. Filamen intermediat, terbentuk dari sejumlah protein filamen, misalnya **lamin** yang bertanggung jawab dalam disintegrasi dan pembentukan kembali membran inti ketika pembelahan sel

Mikrotubul

1. Dibentuk melalui self-assembly protein tubulin
2. Protein tubulin adalah heterodimer, terdiri dari polipeptida α - dan β -tubulin
3. Pembentukan mikrotubul dapat terganggu oleh beberapa senyawa alkaloid hasil metabolisme sekunder, misalnya colchicine yang mengikat dimer tubulin

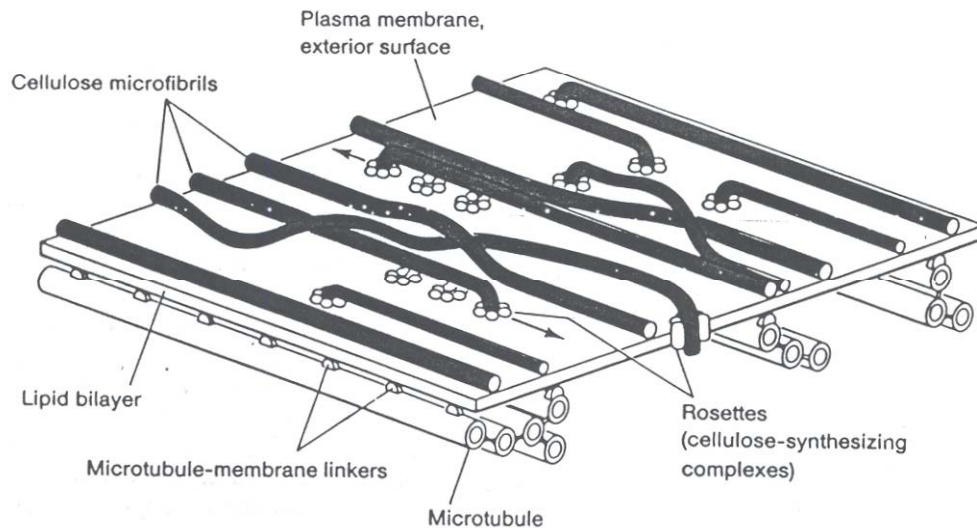


Mikrotubule menunjukkan satu polaritas pada setiap ujungnya (ujung positif dan ujung negatif); berperan dalam mengarahkan pergerakan vesikula (vesicle) yang dibentuk oleh aparatus Golgi



Mikrotubul berperan penting dalam pembelahan mitosis

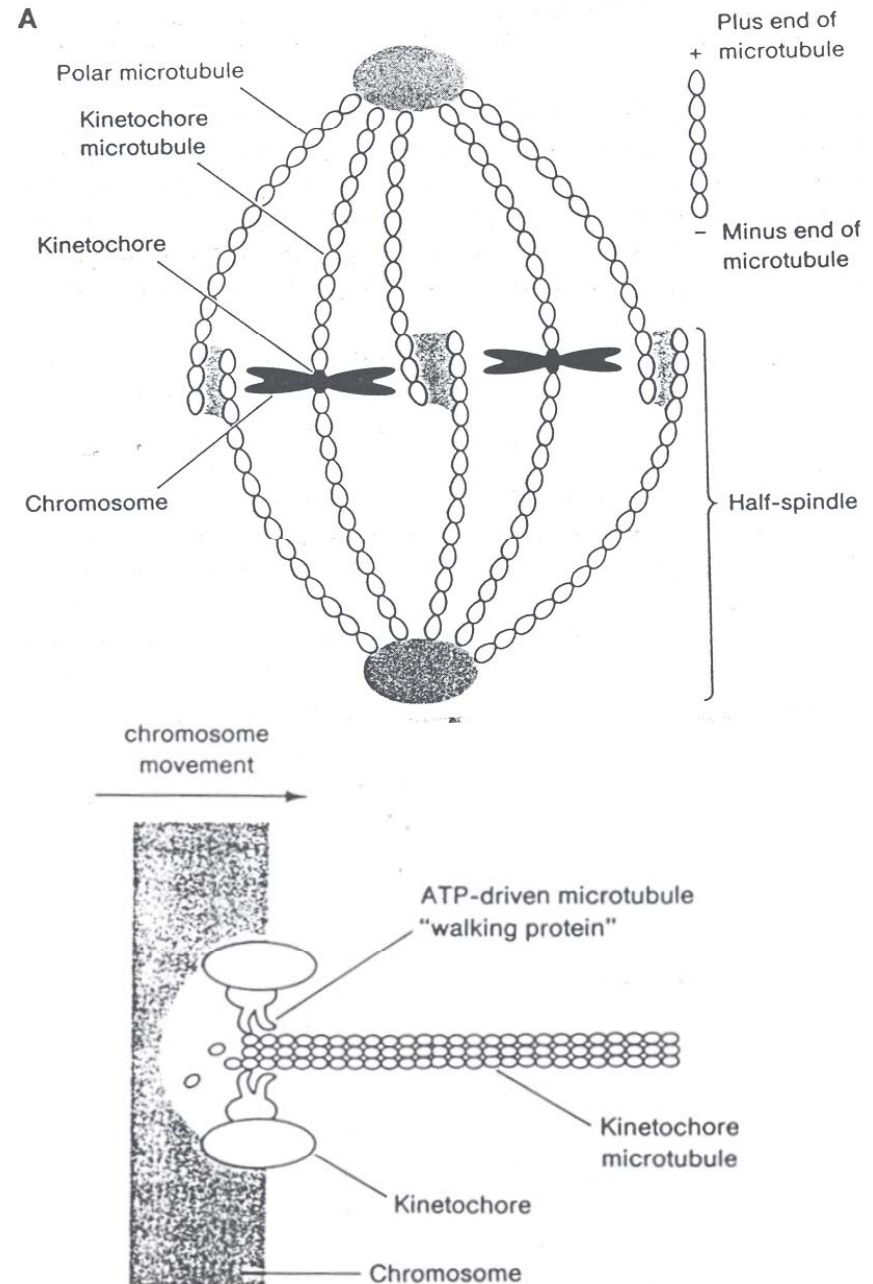
1. Pada saat interfase mikrotubul tersusun dibawah membran plasma, melingkari sumbu perpanjangan sel



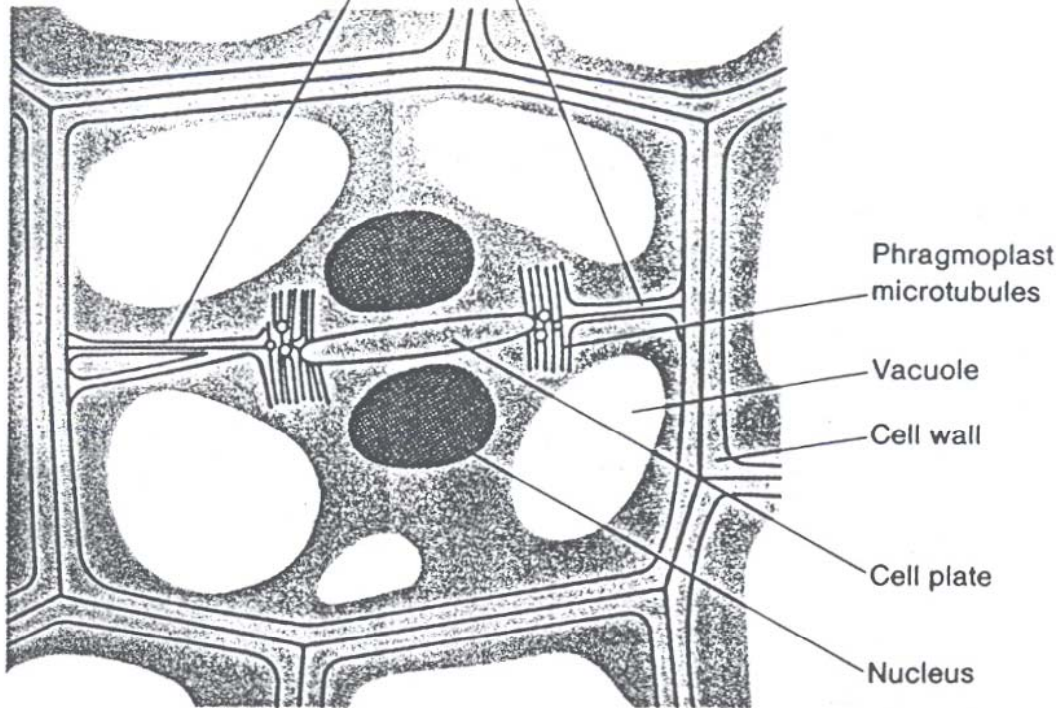
2. Menjelang pembelahan sel, mikrotubul terikat bersama dibagian tengah sel, membentuk pita praprofase (preprophase band; PPB) mengelilingi sel pada tempat dimana papan sel (dinding sel baru) akan dibentuk setelah sitokinesis.

3. Ketika memasuki mitosis (profase), PPB mengalami disassembly dan digantikan dengan spindle mitosis

4. Ketika metafase salah satu ujung elemen spindel terikat ke kromosom pada kinetokor, ujung lainnya tertanam pada kutub spindel
5. Selama anafase elemen spindel tetap melekat pada kromosom, tetapi pada bagian kinetokor mikrotubul mengalami disassembly yang menyebabkan kromosom bergerak ke arah kutub spindel
6. Pada telofase spindel yang terikat pada kromosom telah mengalami disassembly sempurna, tetapi spindel yang tidak terikat kromosom tetap ada dan membentuk phragmoplast pada daerah equator



Radial actin network connecting phragmoplast to cell cortex



7. Phragmoplast terdiri dari dua set mikrotubul yang melintasi daerah dimana papan sel akan dibentuk
8. Selanjutnya mikrotubul phragmoplast secara progresif bergumpal ke arah tepi sel, guna memperluas pembentukan papan sel
9. Mikrotubul phragmoplast berfungsi dalam mengarahkan pergerakan vesikula dari aparatus Golgi yang membawa bahan papan sel (dinding)
10. Setelah papan sel terbentuk sempurna, mikrotubul phragmoplast mengalami disassembly dan kembali tersusun dibawah membran plasma, melingkari sumbu perpanjangan sel

Plasmodesmata: Penghubung symplast

Pergerakan air, signal, dan substansi lain pada jaringan tumbuhan terjadi melalui dua jalur:

1. **Apoplast:** hubungan antar sel melalui dinding
2. **Symplast:** hubungan antar sel melalui sitoplasma

Pada symplast ada struktur khusus yang menghubungkan sitoplasma sel satu dengan yang lainnya: **Plasmodesmata**.

Plasmodesmata dibentuk ketika sitokinesis (pembentukan dinding) pada tempat retikulum endoplasma sel induk berada

