



KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN, RISET DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS MULAWARMAN
FAKULTAS PERTANIAN

Alamat : Kampus Gunung Kelua Jl. Pasir Belengkong P.O. BOX. 1040 Telp. (0541) 749159, 749314, Fax. 738341 Samarinda 75123
E-mail : faperta@unmul.ac.id

SURAT TUGAS

Nomor : 1364/UN17.3/PP/2022

Dekan Fakultas Pertanian Universitas Mulawarman , dengan ini memberikan tugas pengasuhan Mata Kuliah dan Asistensi Praktikum di Jurusan Agroekoteknologi pada semester Ganjil Tahun Akademik 2022/2023 kepada nama-nama yang tersebut dalam lampiran dibawah ini :

No	Nama	NIP	Pangkat/Golongan	Jabatan
	Terlampir			

Surat Tugas ini dibuat untuk dilaksanakan dengan penuh tanggung jawab.



Samarinda, 23 Juni 2022.

Dekan,

Prof. Dr. Ir. H. Rusdiansyah, M.Si.

NIP. 19610917 198703 1 005

LAMPIRAN : Surat Tugas Dekan Fakultas Pertanian – UNMUL No. 1364/UN17.3/PP/2022, tentang Pengangkatan Dosen Pengasuh Mata Kuliah dan Asisten Praktikum Semester Ganjil Tahun Akademik 2022/2023

Jurusan : AGROEKOTEKNOLOGI

NO	KODE	MATA KULIAH	SKS	PENGASUH MATA KULIAH	GOL	PENGASUH PRAKTIKUM	GOL
SEMESTER I (KKNI)							
MATA KULIAH UNIVERSITAS							
1	MU000063W001	AGAMA (W) ISLAM KELAS A (AGT) KELAS B (AGB) KELAS C (THP) KELAS D (PTK) BUDHA (AGT, THP, AGB, PTK) PROTESTAN (AGT, THP, AGB, PTK) KATOLIK (AGT, THP, AGB, PTK) HINDU (AGT, THP, AGB, PTK)	3(2-1)	Muhammad Ridwan, M.Si. Rabiatul Adawiah, LC., MA. Makmun, S.Ag., M.Ag., Ph.D. Irma Suriyani, S.Ag., M.Ag. Dr. Ir. Surya Sila, M.P. Dr. Ana Margareta T, S.PAK., M.Si., M.Th. Lorensius, S.Pd., M.Pd. Kadek Subagiada, S.Si., M.Si.	IIIc/L IIIb/AA IIIb/AA IIIc/L IIIc/L IIIb/L DLB DLB IIIc/L	Muhammad Ridwan, M.Si. Rabiatul Adawiah, LC., MA. Makmun, S.Ag., M.Ag., Ph.D. Irma Suriyani, S.Ag., M.Ag. Dr. Ir. Surya Sila, M.P. Dr. Ana Margareta T, S.PAK., M.Si., M.Th. Lorensius, S.Pd., M.Pd. Kadek Subagiade, S.Si., M.Si.	IIIc/L IIIb/AA IIIb/AA IIIc/L IIIc/L IIIb/L DLB DLB IIIc/L
2	MU000063W002	PANCASILA KELAS A (AGT)-Ganjil KELAS A (AGT)-Genap KELAS B (AGB) KELAS C (THP) KELAS D (PTK)	2(2-0)	Nurul Puspita Palupi, S.P., M.Si. Dr. Ir. Akhyar Roeslan, M.P. Dr. Jamil, M. AP. Dr. Abdul Sahid, S.P., M.P. Prof. Dr. H.M. Bahzar, M.Si.	IIIc/L IIIc/L IVa/L IIIc/L IVb/GB		
3	MU000063W004	BAHASA INDONESIA KELAS A (AGT) KELAS B (AGB) KELAS C (THP) KELAS D (PTK)	2(2-0)	Bayu Aji Nugroho, S.S., M.Hum. Kukuh Elyana, S.Pd., M.Pd. Ahmad Mubarak, S.Pd., M.Hum Purwanti, M.Hum.	IIIb/AA IIIb/AA IIIb/AA IIIb/AA		
4.	MU000063W006	ILMU SOSIAL DAN BUDAYA DASAR KELAS A (AGT) KELAS B (AGB) KELAS C (THP) KELAS D (PTK)	2(2-0)	Dr. Hadi Pranoto, S.P., M.P. Dr. Hadi Pranoto, S.P., M.P. Dr. Fitriyana, S.Pi., M.Si. Dr. Hamdi Mayulu, S.Pt., M.Si.	IIIc/L IIIc/L IVb/L IIIc/L		
MATA KULIAH FAKULTAS							
5	190301612W001	PENGANTAR ILMU PERTANIAN TROPIKA LEMBAB (W) KELAS A (AGT) – Ganjil KELAS A (AGT) – Genap KELAS B (AGB) – Ganjil KELAS B (AGB) – Genap KELAS C (THP) KELAS D (PTK)	2(2-0)	1. Prof. Dr. Ir. Rusdiansyah, M.Si. (*) 2. Penny Pujowati, S.P., M.Si. 3. Dr. Ir. Akhyar Roeslan, M.P. 1. Dr. Hadi Pranoto, S.P., M.P. (*) 2. Ir. Hj. Susylowati, M.P. 3. Ir. Suyadi, MS., Ph.D. 1. Dr. Ir. Hj. Siti Balkis, M.P (*) 2. Eko Harri Yulianto Arifin, S.P., M.Si. 1. Ir. Hj. Rita Mariati, M.P (*) 2. Ir. Ndan Imang, M.P., Ph.D. 1. Dr. Ir. H. Syamad Ramayana, M.P. (*) 2. Hj. Maulida Rachmawati, S.P., M.P. 1. Dr. Ir. Taufan Purwokusumaning Daru, M.P. (*) 2. Suhardi, S.Pt., M.P., Ph.D. 3. Dinar Anindyasari, S.Pt., M.Si. 4. Ardiansyah, S.Pt., M.Si	IVc/GB IIIc/L IIIc/L IIIc/L IVa/LK IVb/LK IVa/LK IIIc/L IVa/LK IVa/LK IVa/LK IIIc/L IVb/LK IIIc/L IIIb/AA IIIb/TP		
6	190301613W002	MIKROBIOLOGI DASAR (W) KELAS A (AGT) – Ganjil KELAS A (AGT) – Genap	3(2-1)	1. Ir. Sopiarena, M.P., Ph.D. (*) 2. Sofian, S.P., M.Sc. 1. Dr. Ir. Ni'matuljannah Akhsan, M.P. (*) 2. Andi Suryadi, S.P., M.P.	IVa/LK IIIc/L IVa/LK IIIa/AA	1. Ir. Sopiarena, M.P., Ph.D. (**) 2. Sofian, S.P., M.Sc. 1. Dr. Ir. Ni'matuljannah Akhsan, M.P (**) 2. Andi Suryadi, S.P., MP 3. Muhammad Ugiannur, S.Sos.	IVa/LK IIIc/L IVa/LK IIIa/AA IIIb/PLP
7	190301612W003	EKOLOGI DASAR (W) KELAS A (AGT) – Ganjil KELAS A (AGT) – Genap	2(2-0)	1. Dr. Ir. Sadaruddin, M.P. (*) 2. Ir. Hj. Yetty Elidar, M.P.. 1. Dr. Ir. Suria Darna Idris, M.Si. (*) 2. Penny Pujowati, S.P., M.Si.	IVa/LK IVc/LK IVb/LK IIIc/L		

NO	KODE	MATA KULIAH	SKS	PENGASUH MATA KULIAH	GOL	PENGASUH PRAKTIKUM	GOL
8	190301613W004	BOTANI (W) KELAS A (AGT) – Ganjil KELAS A (AGT) – Genap	3(2-1)	1. Ir. Hj. Susylowati, M.P. (*) 2. Dr. Ir. H.E.A. Syaifudin, M.P. 3. Prof. Widi Sunaryo, S.P., M.Si. Ph.D. 1. Ir. Hj. Susylowati, M.P. (*) 2. Dr. Ir. H.E.A. Syaifudin, M.P. 3. Prof. Widi Sunaryo, S.P., M.Si. Ph.D.	Iva/LK Iv/LK IIId/GB Iva/LK Iv/LK IIId/GB	1. Prof. Widi Sunaryo, S.P., M.Si. Ph.D. (**) 2. Ir. Hj. Susylowati, M.P. 3. Dr. Ir. H.E.A. Syaifudin, M.P. 4. Dr. Ir. Elok Dwi Sulichantini, M.Si. 5. Nurul Puspita Palupi, S.P., M.Si.	IIId/GB Iva/LK Iv/LK Iva/LK Iva/LK
9	190301612W005	SISTEM MANAJEMEN INFORMASI (W) KELAS A (AGT) – Ganjil KELAS A (AGT) – Genap	2(2-0)	1. <i>Medi Taruk, M.Cs.</i> 2. //Yoga Toyibulah, S.Si., M.Sc. 1. <i>Bambang Firdaus, M.Kom.</i> 2. //Yoga Toyibulah, S.Si., M.Sc.	DLB IIb/TP DLB IIb/TP		
SEMESTER III (KKN1)							
1	190301633W013	STATISTIKA (W) KELAS A (AGT) – Ganjil KELAS A (AGT) – Genap	3(2-1)	1. Dr. Ir. Sadaruddin, M.P. (*) 2. Ir. Bambang Supriyanto, M.Si. 3. Ir. Alvera Prihatini Dewi Nazari, M.Si. 4. Ir. Muhammad Saleh, M.Si. 1. Ir. Eliyani, M.Si. (*) 2. RM. Nurhartanto, S.P., M.Si. 3. Dr. Ir. H.E.A. Syaifudin, M.P.	Iva/LK Iva/LK Iva/LK Iva/LK IIId/L IIc/L Iv/LK	1. Ir. Alvera Prihatini Dewi Nazari, M.Si. (**) 2. Ir. Bambang Supriyanto, M.Si. 3. Dr. Ir. Elok Dwi Sulichantini, M.Si. 4. Ir. Muhammad Saleh, M.Si. 1. Ir. Eliyani, M.Si. (**) 2. RM. Nurhartanto, S.P., M.Si. 3. Dr. Ir. H.E.A. Syaifudin, M.P.	Iva/LK Iva/LK Iva/LK Iva/LK IIId/L IIc/L Iv/LK
2	190301633W014	FISIOLOGI TUMBUHAN (W) KELAS A (AGT) – Ganjil KELAS A (AGT) – Genap	3(2-1)	1. Dr. Ir. Syakhri, M.Si. (*) 2. Ir. Eliyani, M.Si. 3. Dr. Odit Ferry Kurniadinata, S.P., M.Si. 1. Ir. Hj. Yetty Elidar, M.P. (*) 2. Ir. Alvera Prihatini Dewi Nazari, M.Si. 3. Prof. Widi Sunaryo, S.P., M.Si. Ph.D.	Iva/LK IIId/L Iv/LK Iva/LK IIId/GB	1. Dr. Ir. Syakhri, M.Si. 2. Ir. Eliyani, M.Si. (**) 3. Dr. Odit Ferry Kurniadinata, S.P., M.Si. 1. Ir. Alvera Prihatini DN, M.Si. (**) 2. Prof. Widi Sunaryo, S.P., M.Si. Ph.D. 3. Ir. Yetty Elidar, M.P.	Iva/LK IIId/L Iva/LK IIId/GB Iv/LK
3	190301632W015	GENETIKA DASAR (W) KELAS A (AGT) – Ganjil KELAS A (AGT) – Genap	2(2-0)	1. Prof. Dr. Ir. Rusdiansyah, M.Si. (*) 2. Prof. Dr.sc.agr. Nurhasanah, S.P., M.Si. 3. Dr. Ir. Syakhri, M.Si. 1. Dr. Ir. Elok Dwi Sulichantini, M.Si. (*) 2. Prof. Widi Sunaryo, S.P., M.Si. Ph.D. 3. Ir. Muhammad Saleh, M.Si.	Iv/GB Iva/GB Iva/LK Iva/LK IIId/GB Iva/LK		
4	190301633W0016	MEKANISASI PERTANIAN (W) KELAS A (AGT) – Ganjil KELAS A (AGT) – Genap	3(2-1)	1. Ir. Bambang Supriyanto, M.Si. (*) 2. Dr. Ir. A. Syamad Ramayana, M.P. 3. RM. Nurhartanto, S.P., M.Si. 1. Dr. Ir. Suria Darma Idris, M.Si. (*) 2. Dr. Ir. Hamsyin, M.P. 3. Dr. Ir. Zulkarnain, M.S.	Iva/LK Iva/LK IIc/L IIId/L Iv/LK Iva/LK	1. Dr. Ir. A. Syamad Ramayana, M.P. (**) 2. Ir. Bambang Supriyanto, M.Si. 3. RM. Nurhartanto, S.P., M.Si. 1. Dr. Ir. Suria Darma Idris, M.Si. (**) 2. Dr. Ir. Hamsyin, M.P. 3. Dr Ir. Zulkarnain, M.S.	Iva/LK Iva/LK IIc/L Iv/LK IIId/L Iva/LK
5	190301633W017	BIOLOGI DAN KESEHATAN TANAH (W) KELAS A (AGT) – Ganjil KELAS A (AGT) – Genap	3(2-1)	1. Dr. Rabiatul Jannah, S.P., M.P. (*) 2. Dr. Ir. Hamsyin, M.P. 1. Roro Kusumaningwati, S.P., M.Sc. (*) 2. Nurul Puspita Palupi, M.Si.	IIc/L IIId/L IIId/L IIId/L	1. Dr. Rabiatul Jannah, S.P., M.P. (**) 2. Dr. Ir. Hamsyin, M.P. 1. Roro Kusumaningwati, S.P., M.Sc. (**) 2. Nurul Puspita Palupi, M.Si.	IIc/L IIId/L IIId/L IIId/L
6	190301633W018	BIOKIMIA TUMBUHAN (W) KELAS A (AGT) – Ganjil KELAS A (AGT) – Genap	3(2-1)	1. Prof. Dr. Ir. Rusdiansyah, M.Si. (*) 2. Dr. Ir. Tjatjuk Subiono, M.P. 1. Prof. Dr.sc.agr. Nurhasanah, S.P., M.Si. (*) 2. Dr. Ir. Hj. Ni'matuljannah Akhsan, M.P.	Iv/GB IIId/L Iva/GB Iva/LK	1. Prof. Dr. Ir. Rusdiansyah, M.Si. 2. Dr. Ir. Tjatjuk Subiono, M.P. (**) 3. Penny Pujowati, S.P., M.Si. 1. Prof. Dr.sc.agr. Nurhasanah, S.P., M.Si. (**) 2. Dr. Ir. Hj. Ni'matuljannah Akhsan, M.P.	Iv/GB IIId/L IIId/L Iva/GB Iva/LK
7	190301633W019	AGROHIDROLOGI (W) KELAS A (AGT) – Ganjil KELAS A (AGT) – Genap	3(2-1)	1. Ir. Bambang Supriyanto, M.Si. (*) 2. R.M. Nur Hartanto, S.P., M.Si. 3. Dr. Ir. Fahrnsyah, MP 1. Dr. Ir. Syamad Ramayana, M.P. (*) 2. Dr. Ir. Mulyadi, M.Sc. 3. Dr. Rabiatul Jannah, S.P., M.P.	Iva/LK IIc/L Iva/LK Iva/LK Iv/LK IIc/L	1. R.M. Nur Hartanto, S.P., M.Si. (**) 2. Ir. Bambang Supriyanto, M.Si. 3. Dr. Ir. Fahrnsyah, MP 1. Dr. Rabiatul Jannah, S.P., M.P. (**) 2. Dr. Ir. A. Syamad Ramayana, M.P. 3. Donny Donantho, S.P., M.Sc.	IIc/L Iva/LK Iva/LK IIc/L Iva/LK IIb/L
8	190301633W020	ILMU GULMA (W)	3(2-1)	1. Ir. H.M. Alexander Mirza, M.P. (*) 2. Dr. Ir. H. E.A. Syaifudin, M. P.	IIc/L Iv/LK	1. Ir. H.M. Alexander Mirza, M.P. (**) 2. Dr. Ir. H. E.A. Syaifudin, M. P. 3. Muhammad Ugiannur, S.Sos.	IIc/L Iv/LK IIb/PLP

NO	KODE	MATA KULIAH	SKS	PENGASUH MATA KULIAH	GOL	PENGASUH PRAKTIKUM	GOL
SEMESTER V (KKN)							
MATA KULIAH WAJIB JURUSAN							
1	190301653W029	TANAMAN BIOENERGI DAN BIODISEL (W) KELAS A (AGT) – Ganjil KELAS A (AGT) – Genap	3(2-1)	1. Dr. Odit Ferry Kurniadinata, S.P., M.Si. (*) 2. Ir. Eliyani, MSi. 3. Dr. Ir. Zulkarnain, M.Si. 1. Dr. Rabiatul Jannah, S. P., M.P. (*) 2. Ir. Alvera Prihatini DN., MSi. 3. Dr. Ir. Syakhriil, M.Si.	III d/LK III d/L IV a/LK III c/L IV a/LK IV a/LK	1. Dr. Odit Ferry Kurniadinata, S.P., M.Si. (**) 2. Ir. Eliyani, MSi. 3. Dr. Ir. Zulkarnain, M.Si. 1. Dr. Rabiatul Jannah, S. P., M.P. (**) 2. Ir. Alvera Prihatini DN., MSi. 3. Dr. Ir. Syakhriil, M.Si.	III d/LK III d/L IV a/LK III c/L IV a/LK IV a/LK
2	190301653W030	BIOTEKNOLOGI PERTANIAN (W) KELAS A (AGT) – Ganjil KELAS A (AGT) – Genap	3(2-1)	1. Prof. Dr.sc.agr. Nurhasanah, S.P., M.Si. (*) 2. Dr. Rabiatul Jannah, S. P., M.P. 3. Dr. Ir. Syakhriil, MSi. 1. Prof. Widi Sunaryo, S.P. M.Si., Ph.D. (*) 2. Dr. Ir. Ellok Dwi Sulichantini, M.Si. 3. Roro Kusumaningwati, SP. MSc.	IV a/GB III c/L IV a/LK III d/GB IV a/LK III d/L	1. Prof. Dr.sc.agr. Nurhasanah, S.P., M.Si. (**) 2. Dr. Rabiatul Jannah, S. P., M.P. 3. Dr. Ir. Syakhriil, MSi. 1. Prof. Widi Sunaryo, S.P. M.Si., Ph.D. (**) 2. Dr. Ir. Ellok Dwi Sulichantini, M.Si. 3. Roro Kusumaningwati, SP. MSc.	IV a/GB III c/L IV a/LK III d/GB IV a/LK III d/L
MATA KULIAH PILIHAN KAJIAN AGRONOMI							
3	190301653P031	KULTUR JARINGAN TANAMAN (P)	3(2-1)	1. Dr. Ir. Ellok Dwi Sulichantini, M.Si. (*) 2. Prof. Widi Sunaryo, S.P. M.Si., Ph.D. 3. Prof. Dr.sc.agr. Nurhasanah, S.P., M.Si.	IV a/LK III d/GB IV a/GB	1. Dr. Ir. Ellok Dwi Sulichantini, M.Si.P. (**) 2. Prof. Widi Sunaryo, S.P. M.Si., Ph.D. 3. Prof. Dr.sc.agr. Nurhasanah, S.P., M.Si.	IV a/LK III d/GB IV a/GB
4	190301652P032	EKOLOGI TANAMAN (P)	2(2-0)	1. Ir. Hj. Susylowati, M. P. (*) 2. Dr. Ir. Sadaruddin, M.P.	IV a/LK IV a/LK		
5	190301653P033	PEMULIAAN TANAMAN (P)	3(2-1)	1. Prof. Dr. Ir. Rusdiansyah, M.Si. (*) 2. Dr. Ir. Ellok Dwi Sulichantini, M.Si. 3. Prof. Dr.sc.agr. Nurhasanah, S.P., M.Si. 4. Dr. Ir. Syakhriil, M.Si.	IV c/GB IV a/LK IV a/GB IV a/LK	1. Prof. Dr. Ir. Rusdiansyah, M.Si. (**) 2. Dr. Ir. Ellok Dwi Sulichantini, M.Si. 3. Prof. Dr.sc.agr. Nurhasanah, S.P., M.Si. 4. Dr. Ir. Syakhriil, M.Si.	IV c/GB IV a/LK IV a/GB IV a/LK
6	190301653P034	ILMU HORTIKULTURA (P)	3(2-1)	1. Dr. Odit Ferry Kurniadinata, S.P., M.Si. (*) 2. Ir. Hj. Yetti Elidar, M.P. 3. Ir. Eliyani, M.Si.	III d/LK IV c/LK III c/L	1. Dr. Odit Ferry Kurniadinata, S.P., M.Si. (**) 2. Ir. Hj. Yetti Elidar, M.P. 3. Ir. Eliyani, M.Si.	III d/LK IV c/LK III c/L
7	190301653P035	TANAMAN KOPI, KAKAO, LADA (P)	2(1-1)	1. Ir. Eliyani, M.Si. (*) 2. Penny Pujowati, S.P., M.Si.	III d/L III d/L	1. Ir. Eliyani, M.Si. (**) 2. Penny Pujowati, S.P., M.Si.	III d/L III d/L
8	190301652P036	TANAMAN REMPAH DAN OBAT-OBATAN (P)	2(2-0)	1. Dr. Odit Ferry Kurniadinata, S.P., M.Si. (*) 2. Dr. Hadi Pranoto, S.P., M.P. 3. Dr. Ir. Ellok Dwi Sulichantini, M.Si.	III d/LK III d/L IV a/LK		
9	190301652P037	TANAMAN HIAS (P)	2(2-0)	1. Prof. Dr. Ir. Rusdiansyah, M.Si. (*) 2. Penny Pujowati, S.P., M.Si. 3. Dr. Ir. Ellok Dwi Sulichantini, M.Si.,	IV c/GB III d/L IV a/LK		
10	190301653P038	POMOLOGI (P)	3(2-1)	1. Dr. Odit Ferry Kurniadinata, S.P., M.Si. (*) 2. Ir. Hj. Yetti Elidar, MP.	III d/LK IV c/LK	1. Dr. Odit Ferry Kurniadinata, S.P., M.Si. (**) 2. Ir. Hj. Yetti Elidar, MP.	III d/LK IV c/LK
11	190301653P041	BUDIDAYA TANAMAN KARET (P)	3(2-1)	1. Dr. Abdul Sahid, S.P., M.P. (*) 2. Ir. Hj. Yetti Elidar, M.P. 3. Dr. Ir. Surya Darma, M.Si.	III d/L IV c/LK IV a/LK	1. Dr. Abdul Sahid, S.P., M.P. (*) 2. Ir. Hj. Yetti Elidar, M.P. 3. Dr. Ir. Surya Darma, M.Si.	III d/L IV c/LK IV a/LK
12	190301603P042	BIOTEKNOLOGI TANAMAN (P)	3(2-1)	1. Prof. Widi Sunaryo, S.P. M.Si., Ph.D. (*) 2. Dr. Ir. Ellok Dwi Sulichantini, M.Si. 3. Prof. Dr.sc.agr. Nurhasanah, S.P., M.Si.	III d/GB IV a/LK IV a/GB	1. Prof. Widi Sunaryo, S.P. M.Si., Ph.D. (**) 2. Dr. Ir. Ellok Dwi Sulichantini, M.Si. 3. Prof. Dr.sc.agr. Nurhasanah, S.P., M.Si.	III d/GB IV a/LK IV a/GB
13	190301653P042	ANALISIS TANAH DAN TANAMAN (P)	3(2-1)	Mengikuti perkuliahan dan praktikum pada PS Agroekoteknologi Bidang Kajian Ilmu Tanah Semester V			
14	190301653P040	PERENCANAAN DAN KELAYAKAN BISNIS (P)	3(2-1)	Mengikuti perkuliahan dan praktikum Perencanaan dan Kelayakan Bisnis pada PS. Agribisnis. Semester V			
MATA KULIAH PILIHAN KAJIAN ILMU TANAH							
15	190301653P039	ANALISIS TANAH DAN TANAMAN (P)	3(2-1)	1. Roro Kusumaningwati, S.P., M.Sc. (*) 2. Nurul Puspita Palupi, S.P., M.Si. 3. //Rahadian Adi Prasetyo, SP., M.Si.	III d/L III d/L III b/TP	1. Nurul Puspita Palupi, S.P., M.Si. (**) 2. Roro Kusumaningwati, S.P., M.Sc. 3. //Rahadian Adi Prasetyo, SP., M.Si.	III d/L III d/L III b/TP
16	190301653P043	KIMIA TANAH (P)	3(2-1)	1. Dr. Ir. Surya Darma, M.Si. (*) 2. Dr. Ir. Fahrurnsyah, M.P.	IV b/L IV a/LK	1. Dr. Ir. Surya Darma, M.Si. (**) 2. Dr. Ir. Fahrurnsyah, M.P.	IV b/L IV a/LK
17	190301653P044	FISIKA TANAH (P)	3(2-1)	1. Dr. Ir. Fahrurnsyah, M.P. (*) 2. R.M. Nur Hartanto, S.P., M.Si. 3. Dr. Ir. Hamsyin, M.P.	IV a/LK III c/L III d/L	1. Dr. Ir. Hamsyin, M.P. (**) 2. R.M. Nur Hartanto, S.P., M.Si. 3. Dr. Ir. Fahrurnsyah, M.P.	III d/L III c/L IV a/LK

NO	KODE	MATA KULIAH	SKS	PENGASUH MATA KULIAH	GOL	PENGASUH PRAKTIKUM	GOL
18	190301653P045	GEOLOGI DAN MINERALOGI (P)	3(2-1)	1. Dr. Ria Rachel Paranoan, S.P., M.Sc. (*) 2. Donny Donantho, S.P., M.Sc. 3. //Rahadian Adi Prasetyo, SP.M.Si.	IIIc/L IIIb/L IIIb/TP	1. Donny Dhonanto, S.P, M.Sc. (**) 2. Dr. Ria Rachel Paranoan, S.P., M.Sc. 3. //Rahadian Adi Prasetyo, SP.M.Si.	IIIb/L IIIc/L IIIb/TP
19	190301653P046	MORFOLOGI DAN KLASIFIKASI TANAH (P)	3(2-1)	1. Dr. Ir. Mulyadi, M.Sc. (*) 2. Donny Dhonanto, S.P., M.Sc. 3. Dr. Ir. H. Makhrawie, M.Agr.	IVb/LK IIIb/L IVa/LK	1. Dr. Ir. H. Makhrawie, M.Agr. (**) 2. Dr. Ir. Mulyadi, M.Sc. 3. Donny Dhonanto, S.P., M.Sc. 4. //Rahadian Adi Prasetyo, SP., M.Si.	IVa/LK IVb/LK IIIb/L IIIb/TP
20	190301653P047	GEODESI DAN KARTOGRAFI (P)	3(2-1)	1. Dr. Ir. Surya Darma, M.Si. (*) 2. //Yoga Toyibulah, S.Si., M.Sc.	IVa/LK IIIb/TP	1. //Yoga Toyibulah, S.Si., M.Sc. (**) 2. Dr. Ir. Surya Darma, M.Si. 3. Donny Dhonanto, S.P., M.Sc.	IIIb/TP IVa/LK IIIb/L
21	190301653P048	GEOMORFOLOGI DAN ANALISIS LANSEKAP (P)	3(2-1)	1. Donny Dhonanto, S.P., M.Sc. (*) 2. Dr. Ria Rachel Paranoan, S.P., M.Sc. 3. Dr. Ir. Surya Darma, M.Si.	IIIb/L IIIc/L IVa/LK	1. Dr. Ir. Surya Darma, M.Si. (**) 2. Dr. Ria Rachel Paranoan, S.P., M.Sc. 3. Donny Dhonanto, S.P., M.Sc.	IVa/LK IIIc/L IIIb/L
22	190301653P049	PENGINDERAAN JARAK JAUH (P)	3(2-1)	1. Dr. Ir. Surya Darma, M.Si. (*) 2. //Yoga Toyibulah, S.Si., M.Sc.	IVa/LK IIIb/L	1. //Yoga Toyibulah, S.Si., M.Si. (**) 2. Dr. Ir. Surya Darma, M.Si. 3. Donny Dhonanto, S.P., M.Sc.	IIIb/TP IVa/LK IIIb/L
23	190301653P050	SURVEI TANAH DAN EVALUASI LAHAN (P)	3(2-1)	1. Dr. Ir. H. Makhrawie, M.Agr. (*) 2. Dr. Ir. Mulyadi, M.Sc. 3. Donny Donantho, S.P., M.Sc. 4. //Rahadian Adi Prasetyo, SP.M.Si.	IVa/LK IVb/LK IIIb/L TP	1. Donny Donantho, S.P., M.Sc. (**) 2. Dr. Ir. Mulyadi, M.Sc. 3. Dr. Ir. H. Makhrawie, M.Agr. 4. //Rahadian Adi Prasetyo, SP.M.Si.	IIIb/L IVb/LK IVa/LK IIIb/TP
MATA KULIAH PILIHAN KAJIAN ILMU HAMA DAN PENYAKIT TUMBUHAN							
24	190301653P051	ENTOMOLOGI (P)	3(2-1)	1. Dr. Abdul Sahid, S.P., M.P. (*) 2. Kadis Mujiono, S.P., M.Sc., Ph.D. 3. Rosfiansyah, S.P., M.Si., Ph.D.	IIIc/L IIIa/L IIIc/L	1. Dr. Abdul Sahid, S.P., M.P. (**) 2. Kadis Mujiono, S.P., M.Sc., Ph.D. 3. Rosfiansyah, S.P., M.Si., Ph.D. 4. Muhammad Ugiannur, S.Sos. 5. Andi Suryadi, S.P. M.P.	IIIc/L IIIa/L IIIc/L IIIb/PLP IIIa/ AA
25	190301653P052	MIKOLOGI DAN BAKTERIOLOGI (P)	3(2-1)	1. Dr. Ir. Ni'matuljannah Akhsan, M.P. (*) 2. Ir. Sopiarena, M.P., Ph.D. 3. Andi Suryadi, S.P., M.P. 4. Sofian, S.P., M.P.	IVa/LK IVa/LK IIIa/AA IIIc/L	1. Dr. Ir. Ni'matuljannah Akhsan, M.P. (*) 2. Ir. Sopiarena, M.P., Ph.D. 3. Andi Suryadi, S.P., M.P. 4. Sofian, S.P., M.P. 5. Muhammad Ugiannur, S.Sos.	IVa/LK IVa/LK IIIa/AA IIIc/L IIIb/PLP
26	190301653P053	NEMATOLOGI (P)	3(2-1)	1. Ir. Suyadi, M.S., Ph.D. (*) 2. Dr. Ir. Surya Sila, M.P. 3. Rosfiansyah, S.P., M.Si. Ph.D.	IVb/LK IIIc/L IIIc/L IIIa/ AA	1. Ir. Suyadi, M.S., Ph.D. (**) 2. Dr. Ir. Surya Sila, M.P. 3. Rosfiansyah, S.P., M.Si. Ph.D. 4. Muhammad Ugiannur, S.Sos. 5. Andi Suryadi, S.P. M.P.	IVb/LK IIIc/L IIIc/L IIIb/PLP IIIa/ AA
27	190301653P054	PENGENDALIAN GULMA DAN TUMBUHAN INVASIF TERPADU (P)	3(2-1)	1. Dr. Ir. H.E.A. Syaifuddin, M.P. (*) 2. Ir. H.M. Alexander Mirza, M.P.	IVb/LK IIIc/L IIIa/ AA	1. Ir. H.M. Alexander Mirza, M.P. (**) 2. Dr. Ir. H.E.A. Syaifuddin, M.P. 3. Andi Suryadi, S.P. M.P. 4. Sofian, S.P., M.P.	IIIc/L IVb/LK IIIa/ AA IIIc/L
28	190301652P055	KARANTINA TUMBUHAN (P)	2(2-0)	1. Ir. Suyadi, M.S., Ph.D. 2. Dr. Ir. Surya Sila, M.P. (*) 3. Eny Nurjanah, S.P. 4. Yekti Choiriyah, S.P.	IVb/LK IIIc/L DLB DLB		
29	190301653P056	EPIDEMIOLOGI PENYAKIT TUMBUHAN (P)	3(2-1)	1. Ir. Sopiarena, M.P., Ph.D (*) 2. Dr. Ir. Ni'matuljannah Akhsan, M.P. 3. Dr. Ir. Akhyar Roeslan, M.P.	IVa/LK IVa/LK IIIc/L	1. Dr. Ir. Ni'matuljannah Akhsan, M.P.(**) 2. Ir. Sopiarena, M.P. Ph.D 3. Dr. Ir. Akhyar Roeslan, M.P. 4. Sofian, S.P., M.P.	IVa/LK IVa/LK IIIc/L IIIc/L
30	190301653P057	VERTEBRATA HAMA (P)	3(2-1)	1. Dr. Ir. Tjatjuk Subiono. (*) 2. Ir. H.M. Alexander Mirza, M.P. 3. Dr. Abdul Sahid, S.P., M.P.	IIIc/L IIIc/L IIIc/L	1. Dr. Ir. Tjatjuk Subiono. (**) 2. Ir. H.M. Alexander Mirza, M.P. 3. Dr. Abdul Sahid, S.P., M.P. 4. Muhammad Ugiannur, S.Sos.	IIIc/L IIIc/L IIIc/L IIIb/PLP
31	190301652P058	KEBIJAKAN PERLINDUNGAN TANAMAN (P)	2(2-0)	1. Ir. Suyadi, M.S., Ph.D. (*) 2. Ir. H.M. Alexander Mirza, M.P. 3. Dr. Ir. Surya Sila, M.P.	IVb/LK IIIc/L IIIc/L		
32	190301653P059	PENYAKIT PENTING TANAMAN UTAMA (P)	3(2-1)	1. Dr. Ir. Surya Sila, M.P. (*) 2. Dr. Ir. Akhyar Roeslan, MP 3. Andi Suryadi, S.P., M.P.	IIIc/L IIIc/L IIIa/AA	1. Dr. Ir. Surya Sila, M.P. (**) 2. Dr. Ir. Akhyar Roeslan, MP 3. Andi Suryadi, S.P., M.P.	IIIc/L IIIc/L IIIa/AA
33	190301603P061	HAMA PENTING TANAMAN UTAMA (P)	3(2-1)	1. Dr. Abdul Sahid, S.P., M.P. (*) 2. Dr. Ir. Tjatjuk Subiono, M.P. 3. Kadis Mujiono, S.P., M.Sc. Ph.D.	IIIc/L IIIc/L IIIa/L	1. Dr. Abdul Sahid, S.P., M.P. (**) 2. Dr. Ir. Tjatjuk Subiono, M.P. 3. Kadis Mujiono, S.P., M.Sc. Ph.D.	IIIc/L IIIc/L IIIa/L
34	190301653P062	FISIOLOGI DAN BOKIMIA HERBISIDA (P)	3(2-1)	1. Dr. Ir. H. E.A. Syaifuddin, M.P. (*) 2. Ir. H.M. Alexander Mirza, M.P. 3. Dr. Ir. Tjatjuk Subiono, M.P.	IVb/LK IIIc/L IIIc/L	1. Dr. Ir. H. E.A. Syaifuddin, M.P. (**) 2. Ir. H.M. Alexander Mirza, M.P. 3. Dr. Ir. Tjatjuk Subiono, M.P.	IVb/LK IIIc/L IIIc/L

NO	KODE	MATA KULIAH	SKS	PENGASUH MATA KULIAH	GOL	PENGASUH PRAKTIKUM	GOL
35	190301653P063	ILMU PENYAKIT TUMBUHAN	3(2-1)	1. Dr. Ir. Ni'matuljannah Akhsan, M.P. (*) 2. Ir. Hj. Sopialena, M.P., Ph.D. 3. Sofian, S.P., M.P.	IVa/LK IVa/LK IIIc/L	1. Dr. Ir. Ni'matuljannah Akhsan, M.P. (**) 2. Dr. Ir. Hj. Sopialena, M.P. 3. Sofian, S.P., M.P. 4. Muhammad Ugiannur, S.Sos.	IVa/LK IVa/LK IIIc/L IIIb/PLP
36	190301653P064	ILMU HAMA TUMBUHAN	3(2-1)	2. Dr. Ir. Tjatjuk Subiono, M.P. (*) 3. Kadis Mujiono, S.P., M.Sc. Ph.D. 4. Rosfiansyah, S.P., M.Si. Ph.D.	IIIId/L IIIa/L IIIc/L	1. Kadis Mujiono, S.P., M.Sc. Ph.D. (**) 2. Dr. Ir. Tjatjuk Subiono, M.P. 3. Rosfiansyah, S.P., M.Si. Ph.D. 5. Muhammad Ugiannur, S.Sos.	IIIa/L IIIId/L IIIc/L IIIb/PLP

KETERANGAN :

- (W) Mata Kuliah Wajib
(P) Mata Kuliah Pilihan
(*) Koordinator Mata Kuliah
(**) Koordinator Praktikum

Samarinda, 23 Juni 2022



Dekan,

Prof. Dr. Ir. H. Rusdiansyah, M.Si
NIP. 19610917 198703 1 005

FISIOLOGI TUMBUHAN

ZAT PENGATUR TUMBUH TANAMAN ZPT DAN APLIKASINYA

Disusun kembali oleh

Ir. Alvera Prihatini Dewi Nazari, M.Si.
NIP. 196610211991032001



**FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS MULAWARMAN
SAMARINDA
2022**

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadiran Allah SWT atas rahmat dan petunjuk-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan penulisan salah satu bahan pengajaran mata kuliah Fisiologi Tumbuhan: *Zat Pengatur Tumbuh Tanaman dan ZPT dan Aplikasinya*.

Pada kesempatan ini, penulis tak lupa mengucapkan terima kasih yang tak terhingga atas segala bantuan, baik berupa saran, bimbingan maupun dorongan sehingga tersusunnya bahan pengajaran ini, yaitu

1. Dekan dan para Wakil Dekan Fakultas Pertanian Universitas Mulawarman.
2. Ketua Jurusan Agroekoteknologi dan para Dosen Fakultas Pertanian Universitas Mulawarman.
3. Rekan-rekan dosen pengasuh mata kuliah Fisiologi Tumbuhan Fakultas Pertanian Universitas Mulawarman.
4. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu per satu yang telah banyak memberikan dukungan, semangat, dan masukannya.

Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan pengajaran ini masih terdapat banyak kelemahan dan kekurangan, oleh karena itu penulis sangat mengharapkan saran dan kritik yang sifatnya membangun demi kesempurnaan bahan pengajaran ini. Akhirnya penulis berharap semoga bahan pengajaran ini dapat bermanfaat bagi pribadi, mahasiswa, maupun yang membutuhkan.

Samarinda, 18 November 2022

Penulis

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR

DAFTAR ISI

ZAT PENGATUR TUMBUH TANAMAN

I. AUKSIN

II. GIBERELIN

III. SITOKININ

IV. ETILEN

V. ASAM ABSISAT

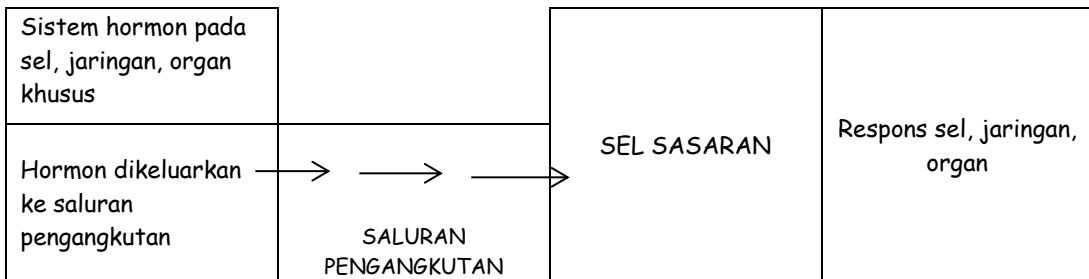
ZPT DAN APLIKASINYA

1. Sebagai Herbisida
2. Dalam Metode Kultur Jaringan Tanaman
3. Dalam Kegiatan Hortikultura Komersial

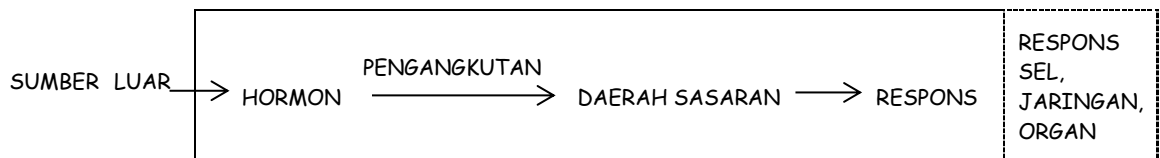
ZAT PENGATUR TUMBUH TANAMAN

Pertumbuhan, perkembangan, dan pergerakan tumbuhan dikendalikan oleh beberapa golongan ZAT yang secara umum dikenal sebagai **Hormon Tumbuhan** atau **Fitohormon**. Penggunaan istilah “**Hormon**” sendiri menggunakan **analogi fungsi hormon pada hewan**. Sebagaimana pada hewan, hormon pada tumbuhan juga dihasilkan dalam jumlah yang sangat sedikit di dalam sel. Hormon (dari bahasa Yunani “**hormaein**” = **menggiatkan**).

Model hormon pada hewan ini sebenarnya tidak sesuai untuk model hormon tumbuhan. Model hormon pada hewan teratur dan sistematis, tempat sintesis dan target/sasaran terpisah dan dihubungkan oleh saluran pengangkutan, sedangkan pada tumbuhan, tempat sintesis, pengangkutan, dan sasaran/respons dapat terjadi dalam satu sel sebagaimana diilustrasikan pada Gambar 1 dan 2 berikut.



Gambar 1. Model Hormon Hewan (Wattimena, 1988)



Gambar 2. Model Hormon Tumbuhan (Wattimena, 1988)

Hormon Tumbuhan (Fitohormon) adalah senyawa organik bukan nutrisi yang disintesis di salah satu bagian/ tempat dan dipindahkan ke bagian lain, dan pada konsentrasi yang sangat rendah (10^{-6} - 10^{-5} mM atau < 1 mM) mampu menimbulkan respons biokimia, fisiologis, dan morfologis.

Beberapa ahli keberatan dengan istilah ini karena fungsi beberapa hormon tertentu pada tumbuhan dihasilkan sendiri oleh individu yang bersangkutan (**hormon endogen**) dapat digantikan dengan pemberian zat-zat tertentu dari luar (**hormon eksogen**), misalnya dengan penyemprotan (diberikan dari luar sistem individu). Mereka lebih suka menggunakan istilah **Zat Pengatur Tumbuh Tanaman (Plant Growth Regulator/Plant Growth Substances)**.

Hormon Tumbuhan (Phytohormones) pertama yang ditemukan adalah **Asam Indol Asetat (Indole Acetic Acid)** oleh **Fritz Went (1928)** pada ujung koleoptil oat:

- baru dapat dicirikan pada tahun 1930-an

- mula-mula dimurnikan dari air seni
- mula-mula dikira satu-satunya hormon

Hormon Tumbuhan (Fitohormon) secara fisiologis adalah **penyampai pesan kimia antar sel** yang dibutuhkan untuk mengontrol seluruh daur hidup tumbuhan, diantaranya perkecambahan, perakaran, pertumbuhan, pembungaan, dan pembuahan. **Fitohormon** dihasilkan sebagai respons terhadap berbagai faktor lingkungan: kelebihan nutrisi, kekeringan, cahaya, suhu, dan stress, baik secara kimia maupun fisik. Oleh karena itu, ketersediaan hormon sangat dipengaruhi oleh **musim dan lingkungan**.

Pemahaman terhadap fitohormon pada masa kini telah membantu **peningkatan hasil pertanian** dengan ditemukan berbagai macam **zat sintesis yang memiliki pengaruh yang sama dengan fitohormon alami**.

Hormon tumbuhan merupakan **bagian dari proses regulasi genetik** dan berfungsi sebagai **prekursor** (= bahan awal untuk membentuk bahan definitif). Rangsangan lingkungan memicu terbentuknya hormon tumbuhan. Apabila konsentrasi hormon telah mencapai tingkat tertentu, **sejumlah gen yang semula tidak aktif akan mulai berekspresi**.

Pada umumnya dikenal lima kelompok hormon (fitohormon) yaitu

1. Auksin (dikenal 4 macam auksin), yaitu
 - a. Asam indolasetat (IAA)
 - b. Asam 4-kloroindolasetat (4-kloroIAA)
 - c. Asam fenilasetat (PAA)
 - d. Asam indolbutirat (IBA)
2. Giberelin (tercatat lebih dari 110 macam GA), giberelin pertama yang ditemukan adalah GA₃
3. Sitokinin (beberapa macam)
4. Asam absisat (ABA) atau inhibitor
5. Etilen

Senyawa lain yang **memacu pertumbuhan**, diantaranya Triakontanol, Brasin, Asam Salisilat, Poliamin, sedangkan yang **menghambat**, antara lain Batasin dan Asam jasmonat. Perkembangan riset terbaru telah menemukan molekul aktif yang termasuk zat pengatur tumbuh dari golongan Poliamin, seperti Putrescine, Spermine, dan Spermidine.

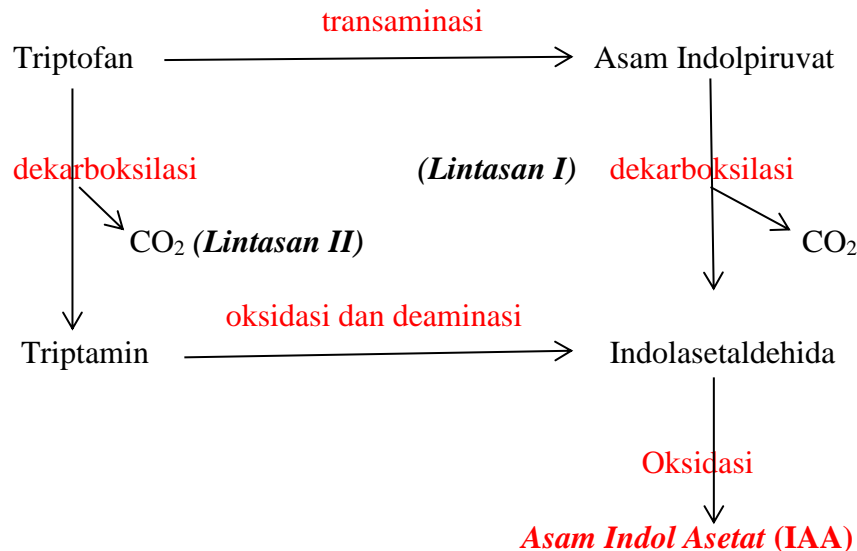
1. AUKSIN

a. Tempat Penyusunan dan Mekanisme Pembentukan Auksin

- Auksin adalah zat aktif dalam sistem perakaran.
- Berasal dari bahasa Yunani "**auxein**" = **meningkatkan**
- Ditemukan pertama kali oleh **Fritz Went (1928)** pada koleoptil oat (*Avena sativa*) → pembengkokan ke arah cahaya
- **Tempat penyusunan Auksin**; jaringan-jaringan meristem pada ujung-ujung tanaman, seperti tunas, kuncup bunga, pucuk daun, dan ujung akar
- **Mekanisme pembentukan Auksin**;
Auksin diduga disintesis dari **asam amino Triptofan**

- Terdapat **2 (dua) mekanisme yang mungkin**, tetapi yang **lebih banyak** terjadi adalah **lintasan** berikut:

Gugus amino bergabung dengan sebuah asam α -ketoglutarat menjadi indolpiruvat, kemudian mengalami dekarboksilasi sehingga indolpiruvat membentuk indolasetaldehida, dan akhirnya indolasetaldehida mengalami oksidasi menjadi Asam Indolasetat (AIA = IAA) (**Lintasan I**) pada skema di bawah ini.



Gambar 3. Skema Dua Kemungkinan Mekanisme Pembentukan IAA

b. Auksin alami dan auksin sintetis

Auksin yang dihasilkan secara alami oleh tumbuhan:

1. Auksin yang ditemukan Went yang dikenal sebagai IAA
2. Asam 4-kloroindolasetat (4-kloroIAA), ditemukan pada biji muda tan. kacang-kacangan
3. Asam fenilasetat (PAA), ditemukan pada banyak jenis tumbuhan dan lebih banyak jumlahnya daripada IAA, tetapi kurang aktif menimbulkan respons IAA.
4. Asam indolbutirat (IBA), ditemukan pada daun jagung dan berbagai jenis tumbuhan dikotil.

Beberapa **auksin sintetis (buatan) (ZPT)** adalah

1. Asam α -naftalenasetat (NAA)
2. Asam 2,4-diklorofenoksiasetat (2,4-D)
3. Asam 2-metil-4-klorofenoksiasetat (MCPA)

c. Pengangkutan Auksin dan Pengaruhnya terhadap Tanaman

Sifat-sifat Pengangkutan Auksin:

1. Pergerakan auksin lambat, hanya ± 1 cm per jam di akar dan batang

2. Pengangkutan auksin berlangsung secara polar pada batang, arahnya lebih sering **basipetal (mencari dasar)**, sedang pada akar, arahnya **akropetal (mencari apeks)**
3. Pergerakan auksin memerlukan energi metabolisme.
4. Auksin dapat berdifusi dari ujung koleoptil ke agar-agar kosong

Pengaruh Auksin terhadap Tanaman:

1. Memacu pemanjangan/pengembangan sel
2. Fototropisme
3. Geotropisme
4. Dominansi apikal
5. Pertumbuhan akar (*root initiation*)
6. Auksin memacu pembentukan buah tanpa penyerbukan (**Partenokarpi**)
7. Auksin mencegah gugurnya (absisi) daun dan buah
8. Pembentukan kalus (*callus formation*)
9. Respirasi
10. *Senescence*

d. Auksin dan Pemanjangan/Pengembangan Sel

Mekanisme Kerja Auksin :

Meristem tunas apikal merupakan tempat utama sintesis auksin. Pada saat auksin bergerak dari ujung tunas ke bawah ke daerah pemanjangan sel, auksin menstimulasi pertumbuhan sel, mungkin dengan mengikat reseptor yang dibangun di dalam membran plasma.

Auksin akan menstimulasi pertumbuhan hanya pada kisaran konsentrasi tertentu, yaitu antara 10^{-8} - 10^{-4} M. Pada konsentrasi yang lebih tinggi, auksin akan menghambat pemanjangan sel, mungkin dengan menginduksi produksi **etilen**, yaitu hormon tumbuhan yang pada umumnya berperan sebagai **inhibitor pada pemanjangan sel**.

Fungsi auksin bukan memacu pembelahan sel pada jaringan meristem, **tetapi mengembangkan sel-sel menjadi panjang-panjang dan berisi banyak air dengan vakuola yang besar.**

Peran auksin dalam pemanjangan/pengembangan sel dijelaskan dengan suatu hipotesis yang dikenal sebagai **Hipotesis Pertumbuhan Asam (*Acid Growth Hypothesis*)**.

Hipotesis Pertumbuhan Asam (*Acid Growth Hypothesis*)

Di daerah perpanjangan tunas, auksin menstimulasi **pemompaan proton membran plasma**, dan dalam beberapa menit, **auksin akan meningkatkan potensial membran (tekanan melewati membran) dan menurunkan pH di dalam dinding sel (sekitar 4,00)**. Pengasaman dinding sel akan **mengaktifkan enzim yang disebut ekspansin**, suatu enzim yang memecahkan ikatan hidrogen antara mikrofibril selulosa dan melonggarkan struktur dinding sel, sehingga dinding sel menjadi longgar. Dinding sel menjadi longgar, tekanan dinding sel menjadi berkurang, air masuk ke dalam sel dan terjadi pembesaran dan perpanjangan sel dengan vakuola besar.

Disamping itu, **auksin mengaktifkan enzim-enzim** yang berperan dalam **memproduksi protein** untuk pembuatan komponen sel karena setelah pembesaran sel, dinding sel menjadi “retak”.

e. Auksin dan Fototropisme

Fenomena Fototropi, yaitu pertumbuhan batang dan daun menuju arah datangnya cahaya sering dikaitkan dengan kerusakan auksin oleh cahaya. Beberapa ahli menentang pendapat tersebut, diantaranya :

1. *Blaauw* (1918): cahaya menghambat pertumbuhan di sisi batang atau koleoptil yang terkena cahaya.
2. *N. Cholodny* dan *F. Went* (1926) mengemukakan hipotesis: “Cahaya dari satu arah menyebabkan pengangkutan auksin menuju sisi yang terlindung cahaya”.
3. *Briggs* (1963), melakukan percobaan pada koleoptil jagung
4. *Briggs* dan *Baskin* (1988), model Cholodny-Went sangat mantap pada tanaman jagung, tetapi ada mekanisme yang berbeda pada tanaman dikotil
5. *Franssen* dan *Bruinsma* (1981): tidak ada gradien auksin di sepanjang hipokotil bunga matahari, tetapi ada gradien Zat Penghambat *Xantoksin* 60-70% pada sisi yang disinari.
6. *Hasegawa*, dkk (1989) ; mengisolasi dan menemukan adanya 3 (tiga) zat penghambat pada hipokotil lobak.
7. *Koji Hasegawa, Masako Sakoda, dan Johan Bruinsma* (1989); menguji model Cholodny-Went pada jagung. Terjadi pembelokan paling besar pada balok yang terlindung dan IAA (auksin) sama banyaknya pada kedua balok agar (2,5-7 kali lebih banyak daripada yang ditunjukkan dengan uji lingkungan), artinya ; di dalam balok terkandung Auksin dan 2 jenis Zat Penghambat lebih banyak dlm balok yang disinari.

f. Auksin dan Geotropisme

Geotropisme adalah pengaruh gravitasi bumi terhadap pertumbuhan organ tanaman. **Dikenal dua macam geotropisme**, yaitu **geotropisme negatif** dan **geotropisme positif**.

Apabila suatu tanaman (koleoptil) diletakkan secara mendatar, maka auksin akan berada di bagian bawah. Hal ini menunjukkan adanya transportasi auksin ke arah bawah sebagai akibat dari geotropisme. Pengaruh geotropisme terhadap akumulasi auksin dibuktikan melalui percobaan oleh Dolk pada tahun 1936 (dalam Wareing dan Phillips, 1970), ternyata kadar auksin di bagian bawah lebih tinggi daripada di bagian atas.

Sel-sel tanaman terdiri dari berbagai komponen bahan cair dan padat, adanya gravitasi menyebabkan bahan yang bersifat cair akan berada di bagian atas, sedangkan bahan padat akan berada di bagian bawah. Bahan-bahan yang dipengaruhi oleh gravitasi dinamakan *statolith* (misalnya pati), sedangkan sel yang terpengaruh oleh gravitasi dinamakan *statocyste*.

g. Auksin dan Dominansi Apikal

Pertumbuhan ujung batang yang dilengkapi dengan daun muda akan tumbuh ke arah samping jika mengalami hambatan yang dikenal sebagai “tunas lateral”, misalnya saat terjadi pemotongan ujung batang (pucuk), maka akan tumbuh tunas pada ketiak daun. Fenomena ini dikenal sebagai **Apical Dominance (Dominansi Apikal)**.

Hubungan antara auksin dengan dominansi apikal dibuktikan oleh **Skoog dan Thimann (1975)** dengan memotong pucuk tanaman kacang (*apical bud*), maka tumbuh tunas pada ketiak daun. Jika pada ujung tanaman yang dipotong diletakkan blok agar yang mengandung auksin, ternyata tidak terjadi pertumbuhan tunas pada ketiak daun. Hal ini membuktikan bahwa auksin menghambat tumbuhnya tunas lateral.

2. GIBERELIN

- Giberelin adalah **turunan dari asam giberelat**.
- Pertama ditemukan di Jepang oleh **Eichi Kurosawa (1926)**
- Suatu zat yang diperoleh dari cendawan yang hidup pada tanaman padi sebagai parasit yaitu *Giberella fujikuroi* (fase sempurna) atau *Fusarium moniliforme* (fase aseksual)
- Pada saat ini dilaporkan terdapat lebih dari 110 jenis giberelin, namun **Gibberellic Acid (GA3) yang paling umum digunakan**.

a. Peranan giberelin terhadap tanaman:

1. *Genetic dwarfism*
2. Pembungaan (*flowering*)
3. *Pharthenocarpy* dan *fruit set*
4. Pematangan buah (*fruit ripening*)
5. Mobilisasi bahan makanan selama fase perkecambahan (*germination*)
6. Stimulasi aktivitas kambium dan perkembangan xilem
7. Dormansi

Kemungkinan Mekanisme Kerja Giberelin dalam Pemanjangan Sel

Sedikitnya **3 (tiga) peristiwa** yang menyebabkan banyaknya efek giberelin:

1. Pembelahan sel dipacu di ujung tajuk, terutama pada sel meristem yang terletak lebih bawah, yang menumbuhkan jalur panjang sel korteks dan sel empulur.
2. Kadang giberelin memacu pertumbuhan sel karena zat ini meningkatkan hidrolisis pati, fruktan, dan sukrosa menjadi glukosa dan fruktosa. Gula heksosa ini berperan untuk :
 - a. Menyediakan energi melalui respirasi
 - b. Pembentukan dinding sel
 - c. Membuat potensial air menjadi lebih negatif pada saat tertentu, sehingga menyebabkan pemelaran sel dan pengenceran gula.
3. Giberelin sering meningkatkan plastisitas dinding sel.

b. Penggunaan Giberelin dalam Kegiatan Bernilai Ekonomi

- a. Meningkatkan ukuran buah anggur tanpa biji
- b. Merenggangkan jarak antar rangkaian buah anggur, tahan infeksi cendawan, dan gerombolan buah menjadi lebih panjang
- c. Mempercepat proses pembuatan malt oleh pembuat bir
- d. Menghasilkan seledri yang panjang dan renyah
- e. Mencegah timbulnya gangguan kulit buah jeruk Navel selama penyimpanan sehingga menunda penuaan dan mempertahankan kekencangan kulit buah
- f. Meningkatkan pertumbuhan tanaman tebu dan hasil gula di Hawaii

3. SITOKININ

Sitokinin adalah senyawa adenin lain yang **memacu pembelahan sel (sitokinesis)** pada sistem jaringan yang ditumbuhkan *in vitro*, misal: biakan empulur tembakau, floem wortel, batang kedelai.

Sitokinin adalah hormon tumbuhan turunan adenin yang berfungsi untuk merangsang pembelahan sel dan diferensiasi mitosis, disintesis pada ujung akar dan ditranslikasi melalui pembuluh xilem.

Aplikasi sitokinin untuk merangsang tumbuhnya tunas pada kultur jaringan atau pada tanaman induk, akan tetapi seringkali tidak optimal pada tanaman dewasa.

Senyawa yang terdapat pada jaringan pembuluh, endosperma cair buah kelapa, air kelapa, dan endosperma cair jagung

a. Tiga jenis Sitokinin yang paling aktif secara fisiologis

1. **Zeatin**, terdapat dalam air kelapa, ragi, air tomat, biji jagung muda, kecambah berbagai biji, dan berbagai jaringan (akar, daun, bunga, buah) berbagai tumbuhan
2. **Dihidrozeatin**
3. **Isopentenil adenin (IPA)**

b. Peranan/Pengaruh Sitokinin pada Tumbuhan

- 1) **Memacu pembelahan sel, diferensiasi sel dan pembentukan organ.**
Perbandingan konsentrasi auksin dan sitokinin yang berbeda akan berpengaruh terhadap **pertumbuhan dan perkembangan jaringan tertentu** pula:
 - Nisbah sitokinin/auksin rendah; memacu pembentukan akar
 - Nisbah sitokinin/auksin tinggi; tajuk yang mula-mula berkembang diikuti akar liar secara spontan dari batang saat masih berada dalam kalus
- 2) **Menunda penuaan** dan meningkatkan aktivitas wadah **penampung hara.**
- 3) Memacu **pertumbuhan kuncup samping tanaman dikotil**
- 4) Memacu **perkembangan kloroplas dan sintesis klorofil**

c. Mekanisme Kerja Sitokinin

Beberapa kenyataan menunjukkan bahwa:

1. Sitokinin berperan dalam **metabolisme asam nukleat dan sintesis protein.**
2. Sitokinin **mencegah terjadinya penguningan daun** yang umumnya timbul pada proses penuaan (*senescence*) dengan **menghambat perombakan butir-butir klorofil dan protein.**
3. Sitokinin juga **mempengaruhi aktivitas beberapa enzim.** Pada keadaan tertentu, sitokinin dapat menggantikan peranan asam giberelik (GA) pada **pembentukan enzim α -amilase dalam proses perkecambahan.**

Cara kerja Sitokinin menunda penuaan:

1. Sitokinin menggantikan efek cahaya, dengan cara melindungi membran tonoplas dari kerusakan, sehingga protease dari vakuola tidak masuk ke sitoplasma dan menghidrolisis protein.
2. Sitokinin menghambat pembentukan dan mempercepat penguraian radikal bebas yang dapat mengoksidasi lipida membran.
3. Sitokinin mendorong pengangkutan banyak zat terlarut (hara) dari daun tua ke daerah yang diberi sitokinin.
4. Sitokinin menstimulasi RNA dan sintesis protein, dan menghambat pemecahan protein.

4. ETILEN

Hormon Yang Menguap, Hormon Stress

Etilen adalah hormon tumbuhan yang berupa gas yang mengandung senyawa yang dapat:

mempercepat pemasakan buah, memacu pembungaan (terbatas pada mangga dan sebagian besar spesies bromelia, termasuk nenas). Pada kecambah kapri dapat menghambat pemanjangan batang, menebalnya batang, tumbuh mendatar, selanjutnya perluasan daun terhambat, pembukaan normal bengkokkan epikotil terhambat.

Produksi Etilen akan meningkat akibat adanya

efek mekanis dan efek stress, misal; penggosokan batang atau daun, peningkatan tekanan, serangan mikroorganisme patogen, virus, serangga, perendaman dalam air dan kekeringan, serta pelukaan.

Kadar auksin yang tinggi juga dapat merangsang produksi etilen. Kelebihan etilen dapat menghalangi pertumbuhan, menyebabkan daun gugur (daun amputasi), bahkan membunuh tanaman.

a. Pengaruh/ Peranan Etilen pada Tumbuhan

1. Etilen **menghambat pemanjangan batang dan akar tanaman**, khususnya tanaman dikotil, batang dan akar mengalami penebalan, mempunyai **Nilai Pertahanan Hidup**
2. Etilen **menghambat pembungaan** pada sebagian besar spesies, kecuali tanaman mangga dan bromelia
3. Etilen **menginduksi penuaan pada buah**, khususnya **buah klimakterik**

4. Etilen **memacu pembentukan akar liar**
5. Berpengaruh pada **terbentuknya jenis kelamin bunga**, (mendorong terbentuknya **bunga betina**) pada spesies monoecious, misal; mentimun, labu, labu kuning, melon
6. Etilen mampu **mengakhiri dormansi biji** beberapa spesies

b. Sintesis Etilen

Semua bagian dari semua **tumbuhan berbiji** menghasilkan **etilen**, batang lebih banyak melepaskan etilen daripada akar, misalnya pada : ujung tunas kecambah, buku batang kecambah tanaman dikotil, daun (meningkat lambat sampai daun menjadi tua dan gugur), bunga (tepat sebelum warnanya memudar dan layu, buah (pada **buah klimakterik**, hanya sedikit dihasilkan sampai tepat sebelum terjadi respirasi klimakterik, sedangkan pada **buah non-klimakterik**, misal: ceri, anggur, jeruk, hanya sedikit mensintesis etilen dan pemasakannya tidak diinduksi oleh etilen.

Para peneliti perintis menemukan bahwa **etilen diturunkan dari C3 dan 4** dari **Asam Amino Metionin**

5. ASAM ABSISAT (ABA)

Dikenali dan dicirikan secara kimia oleh *Frederick T. Addicott (1963)* dan **asisten-asistennya di California.**

Mereka menamakan salah satu senyawa aktifnya adalah *Absisin I* dan senyawa kedua yang jauh lebih aktif *Absisin II*.

- Hormon yang **menekan pertumbuhan**
- Hormon yang **memberi isyarat pada organ tumbuhan akan datangnya keadaan rawan fisiologis**, misal; kurang air, tanah bergaram, suhu dingin dan panas, serta cuaca beku → ABA menimbulkan respons yang membantu tumbuhan melindungi diri dari keadaan rawan tersebut.

a. Pengaruh/ Peranan ABA pada Tumbuhan

1. ABA menginduksi **penutupan stomata**
2. ABA **pelindung terhadap rawan garam** (dengan membentuk **protein** baru dengan berat molekul rendah bernama **OSMOTIN**) dan **rawan dingin**
3. ABA mempengaruhi **perkembangan embrio dalam biji**; ABA endogen sangat berkaitan dengan pembentukan awal lintasan pematangan normal dan menghambat perkecambahan dini, ABA eksogen mempercepat pembentukan beberapa kelompok protein cadangan biji yang khusus dalam embrio yang gagal mensintesis protein atau pembentukannya lambat.
4. ABA **mempengaruhi dormansi**:
 - a. Meningkatkan terjadinya dormansi kuncup
 - b. ABA eksogen merupakan penghambat kuat bagi perkecambahan biji banyak spesies
5. Menyebabkan **gugurnya daun, bunga, dan buah** (masih menjadi pertentangan diantara para ahli).

b. Mekanisme Kerja Asam Absisat

1. ABA berinteraksi secara antagonis dengan IAA, sitokinin, dan giberelin dalam beberapa proses fisiologis, misalnya dalam pertumbuhan mata tunas dan perkecambahan biji, terjadi interaksi antagonis antara ABA dengan GA.
2. Dalam penutupan stomata, ABA merubah sifat-sifat membran sel dan menyebabkan ion-ion K^+ keluar dari sel, sehingga konsentrasi osmotikum dalam sel menurun, air akan keluar dari sel-sel penjaga (*guard cell*) ke sel-sel di sekitarnya. Akibatnya tekanan turgor sel menjadi menjadi turun dan stomata menjadi tertutup.

Senyawa Lain yang Memacu Pertumbuhan

1. *Triakontanol*, merupakan alkohol primer jenuh, pertama kali diisolasi dari tajuk tanaman alfalfa.
2. *Brasin (Brasinosteroid)*, pertama kali diisolasi dari tumbuhan mustard
3. *Asam Salisilat*, menghasilkan bahang dan aroma pada umbi pembungaan Lili Arum. Disamping itu, meningkatkan ketahanan terhadap patogen, termasuk virus mosaik tembakau.
4. *Poliamin*, misalnya *putresin dan spermidin*, mendorong pembelahan sel dan menunda penuaan daun yang dipetik, memantapkan membran, memantapkan protoplas yang dipisahkan, mendorong perkembangan buah, dan memperkecil gangguan penguapan air pada sel.
5. *Batacin*, menyebabkan dormansi siungan (struktur reproduksi vegetatif) yang muncul dari pembengkakan kuncup samping yang terletak di udara pada tanaman gadung.
6. *Asam Jasmonat dan Metil Esternya (Metil Jasmonat)*, terdapat pada beberapa spesies tumbuhan dan minyak melati, menghambat pertumbuhan beberapa bagian tumbuhan dan sangat kuat mendorong penuaan daun.

ZPT DAN APLIKASINYA

Perhatian besar dalam pemakaian ZPT datang dari suatu kepercayaan pada ahli fisiologi dan ahli pertanian bahwa produksi pertanian sudah mencapai puncaknya dengan teknologi yang ada (Revolusi Hijau), sehingga penggunaan teknologi tersebut sudah tidak menguntungkan. Oleh karena itu para ahli pertanian mencari jalan keluar untuk meningkatkan produksi pertanian dengan menggunakan ZPT, baik dalam pengendalian gulma, pengendalian pertumbuhan, maupun pengawetan buah-buahan.

Kebanyakan ZPT yang dipakai dalam pertanian mempunyai aktivitas yang sama dan struktur kimia yang hampir sama dengan ZPT alami. Beberapa ZPT mempunyai aktivitas biologis yang sama, tetapi mempunyai struktur kimia yang berbeda.

Tanpa ZPT sintetik untuk mengendalikan gulma dan pertumbuhan tanaman serta pengawetan buah-buahan, maka produksi bahan makanan akan berkurang sehingga harganya akan menjadi mahal. Akan tetapi, disamping keuntungan tersebut, muncul keprihatinan bahwa penggunaan ZPT secara berlebihan akan menimbulkan masalah lingkungan dan kesehatan, sebagai contoh: dioksin,

senyawa kimia sampingan dari 2,4-D, dapat menyebabkan cacat lahir, penyakit hati, dan leukimia pada hewan percobaan.

Saat ini, bagaimanapun, produksi bahan pangan organik menjadi relatif lebih mahal. Persoalan penggunaan senyawa kimia sintetis pada bidang pertanian melibatkan **aspek ekonomi dan etika**. Haruskah kita terus memproduksi pangan yang murah dan berlimpah menggunakan zat kimia sintetis dan masa bodoh terhadap masalah yang mungkin muncul, atau kita melakukan budidaya tanaman tanpa zat kimia sintetis berbahaya, tetapi dengan menerima kenyataan bahwa harga bahan pangan akan lebih mahal.

Aplikasi ZPT dalam pertanian meliputi:

1. Sebagai herbisida
2. Kultur jaringan
3. Kegiatan hortikultura komersial

1. Sebagai Herbisida

Zat Pengatur Tumbuh (ZPT) dapat dipakai sebagai herbisida, misalnya dari golongan auksin, yaitu 2,4-D (*2,4-dichlorophenoxyacetic acid*) dengan merek dagang Hidrasil. Pada konsentrasi rendah, 2,4-D dipakai sebagai pengganti IAA, IBA, dan NAA, tetapi pada konsentrasi tinggi dipakai sebagai herbisida untuk gulma dikotil (bersifat selektif). 2,4,5-T (*2,4,5-Trichlorophenoxyacetic acid*), MCPA (*2-methyl-4-chlorophenoxyacetic acid*), dan turunan asam pikolinat, seperti pikloram dengan merek dagang Tordon.

Kelebihan herbisida dari golongan auksin adalah

- a. Sifat fitotoksitasnya tinggi
- b. Harga cukup murah

2. Dalam Metode Kultur Jaringan Tanaman

Auksin dan sitokinin sudah banyak digunakan dalam metode kultur jaringan. **Perbandingan konsentrasi auksin dan sitokinin** akan memberikan pengaruh yang berbeda. Jika konsentrasi **auksin lebih tinggi** daripada sitokinin, maka **akan tumbuh kalus, sebaliknya, jika konsentrasi sitokinin lebih tinggi** daripada auksin, **tunas akan tumbuh**. Hasil penelitian Sudarmadji (2000) menunjukkan pemberian BAP (Benzilaminopurin), salah satu sitokinin sintetis, 2 mg L⁻¹ menghasilkan pertumbuhan yang lebih cepat dan kuantitas kalus paling baik pada kapas varietas Coker 500 dan pada konsentrasi 3 mg L⁻¹ menghasilkan bobot akhir kalus paling tinggi.

Auksin dan Giberellin secara umum diketahui sebagai penghambat pembentukan umbi. Untuk **mempelajari proses pengumbian *in vitro***, biasa digunakan **sitokinin dan ZPT yang termasuk kelompok inhibitor/retardan**. Hasil penelitian **Samanhudi, dkk (2002)** menunjukkan bahwa pemberian Paclobutrazol 0,2 ppm dapat meningkatkan jumlah umbi mikro kentang 30% lebih banyak daripada tanaman kontrol. Diduga Paclobutrazol menurunkan kadar giberellin endogen melalui penghambatan biosintesis giberellin.

3. Dalam Kegiatan Hortikultura Komersial

- a. **Auksin** sering dipakai untuk **memacu pertumbuhan akar batang, merangsang pembungaan secara seragam, mengatur pembuahan, dan**

mencegah gugur buah, sebagai contoh, auksin golongan NAA dengan merek dagang *Rootone-F* dan *Atonik*, sedangkan auksin *2,4 D* dijual dengan nama Hidrasil.

- b. Giberellin** juga banyak dipakai untuk **memacu munculnya bunga dan buah secara serempak**, misalnya GA_3 dengan merek dagang ProGib, **meningkatkan ukuran buah anggur tanpa biji** varietas *Thompson*, tahan infeksi cendawan dan gerombolan buah menjadi lebih panjang, mencegah timbulnya gangguan kulit buah jeruk Navel selama penyimpanan.
- c. Untuk merangsang pertumbuhan tunas** pada **tanaman induk**, sering dipakai ZPT **sitokinin**, antara lain dengan merek dagang Novelgro misalnya Novelgro Alpha. Sitokinin juga dipakai oleh florist. Penyemprotan sitokinin pada bunga potong dilakukan agar bunga segar lebih lama
- d. ABA** dipakai untuk **merangsang pertumbuhan tunas anakan** secara cepat dan serentak, misalnya dari golongan Paclobutrazol, yaitu Cultar, Bonzi dan Uniconzole (merek dagang Sumagic). **Kloromequat Cycocel** digunakan untuk memperpendek tanaman gandum dan *poniseta*. **Moleik hidrasid (MH)** dipakai sebagai **retardan** dan pengendalian tunas samping pada tanaman tembakau.
- e. Etilen** dipakai untuk **memacu pematangan buah**. Beberapa merek dagang mengandung etilen, yaitu Etephon, Prothephon 480SL. Etephon banyak dipakai untuk mendorong pembungaan pada nenas.