



# PIDATO PENGUKUHAN

## PRODUKSI BIOMASSA DAN SENYAWA BIOAKTIF TANAMAN DI DALAM BIOREAKTOR: UPAYA MEMENUHI KEBUTUHAN BAHAN BAKU OBAT DI INDONESIA

Prof. Dr. Yosephine Sri Wulan Manuhara, Dra., M.Si.



TAS GGA
/20
n

Disampaikan pada  
Pengukuhan Jabatan Guru Besar dalam Bidang Ilmu Kultur Jaringan Tumbuhan  
pada Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Airlangga di Surabaya  
PIDATO PENGUKUHAN Produksi Biomassa Yosephine Sri Wulan Manuhara  
Yosephine Sri Wulan Manuhara, tanggal 16 September 2017

**PRODUKSI BIOMASSA DAN SENYAWA  
BIOAKTIF TANAMAN DI DALAM BIOREAKTOR:  
UPAYA MEMENUHI KEBUTUHAN BAHAN BAKU  
OBAT DI INDONESIA**



KRC  
KF  
PG. 03/20  
Man  
P

Pidato

Disampaikan pada Pengukuhan Jabatan Guru Besar  
dalam Bidang Ilmu Kultur Jaringan Tumbuhan  
pada Fakultas Sains dan Teknologi  
Universitas Airlangga  
di Surabaya pada Hari Sabtu, Tanggal 16 September 2017

Oleh

**YOSEPHINE SRI WULAN MANUHARA**

MILIK  
PERPUSTAKAAN  
UNIVERSITAS AIRLANGGA  
SURABAYA

Selamat pagi dan salam sejahtera,

*Yang terhormat*

Ketua, Sekretaris, dan Anggota Majelis Wali Amanat Universitas Airlangga,

Ketua, Sekretaris, Para Ketua Komisi, dan Anggota Senat Akademik Universitas Airlangga,

Rektor dan Para Wakil Rektor Universitas Airlangga,

Para Guru Besar Universitas Airlangga dan Guru Besar Tamu,

Para Dekan dan Wakil Dekan di Lingkungan Universitas Airlangga,

Para Direktur di Lingkungan Universitas Airlangga,

Para Pimpinan Lembaga, Badan, Ketua dan Sekretaris Departemen di Lingkungan Universitas Airlangga,

Para Teman Sejawat Dosen dan Civitas Akademika Universitas Airlangga,

Bapak dan Ibu Para Undangan dan Hadirin yang saya hormati,

*Hadirin yang saya muliakan,*

Puji syukur ke hadirat Tuhan Yang Mahakuasa, yang telah memberikan berkat-Nya bagi kita, sehingga kita dapat berkumpul bersama dalam keadaan sehat walafiat dan berbahagia menghadiri Sidang Universitas Airlangga dalam acara pengukuhan saya sebagai Guru Besar Universitas Airlangga dalam Bidang Ilmu Kultur Jaringan Tumbuhan pada Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Airlangga.

Pada kesempatan ini perkenankanlah saya menyampaikan pidato orasi ilmiah pada mimbar akademik yang terhormat ini dengan judul:



**PRODUKSI BIOMASSA DAN SENYAWA BIOAKTIF  
TANAMAN DI DALAM BIOREAKTOR:  
UPAYA MEMENUHI KEBUTUHAN BAHAN BAKU OBAT  
DI INDONESIA**

Salah satu prioritas pembangunan untuk menunjang kemandirian bangsa Indonesia adalah memenuhi kebutuhan bahan baku obat. Produksi bahan baku obat di dalam negeri belum dapat berjalan dengan baik. Hal ini disebabkan tiga hal, yakni: 1) sumber daya manusia yang ahli dan pekerja profesional yang terqualifikasi untuk memproduksi bahan baku obat jumlahnya masih sangat terbatas; 2) keadaan infrastruktur yang masih terbatas; serta 3) belum ada kebijakan kuat dan sistematis yang dapat mengadvokasi, mengendalikan, dan mengarahkan seluruh pemangku kepentingan. Saat ini, sekitar 95–96% bahan baku obat masih diimpor, terutama dari China dan India. Oleh karena itu, perlu dibangun industri bahan baku obat untuk substitusi impor, kemandirian, dan ketahanan nasional (Anonim, 2016). Walaupun Indonesia dikenal sebagai negara yang kaya **biodiversitas**, namun untuk memenuhi kebutuhan bahan baku obat dari sumber tanaman asli yang tumbuh di lahan mempunyai banyak kelemahan. Satu kelemahan tersebut di antaranya kebutuhan lahan yang terbatas karena harus bersaing dengan tanaman budidaya untuk memenuhi kebutuhan pangan, yang seringkali senyawa yang dihasilkan tidak stabil karena dipengaruhi oleh iklim dan tanah tempat tumbuhnya, dan eksploitasi berlebihan terhadap tanaman tersebut yang menyebabkan kepunahan.

Teknik kultur jaringan tanaman telah lama digunakan sebagai alternatif untuk memenuhi kebutuhan bahan baku obat, bahkan telah dikembangkan dalam skala industri. **Shikonin** adalah senyawa bioaktif pertama yang diproduksi secara komersial oleh Mitsui Petrochemical Industry Co. Ltd. (Jepang) dari kultur

sel tanaman *Lithospermum erythrorhizon* di dalam bioreaktor berukuran 750 L pada tahun 1984. Keberhasilan yang lain ditunjukkan oleh produksi *Taxol* spp. oleh Bristol-Myers Squibb and Phyton Biotech, Inc. (USA) pada tahun 2002. Beberapa senyawa bioaktif yang telah berhasil diproduksi dalam skala besar di antaranya **arbtin** dari tanaman *Catharanthus roseus* dan **berberins** dari *Coptis japonica* oleh Mitsui Chemicals, Inc. (Jepang), **echinacea polysacharides** dari tanaman *Echinacea purpurea* dan *E. angustifolia* oleh Diversa (Jerman), **ginseng** dari *Panax ginseng* oleh Nitto Denko Corporation (Jepang), **podophyllotoxin** dari tanaman *Podophyllum* oleh Nippon oil (Jepang), **rosmarinic acid** dari *Coleus blumei* oleh A. Nattermann & Cie. GmbH (Jerman), dan **scopolamine** dari tanaman *Duboisia* spp oleh Sumitomo Chemical Co. Ltd. (Jepang). Hingga saat ini produksi terbesar kultur sel tanaman adalah kultur tanaman **chinese yew** (*Taxus chinensis*) di dalam bioreaktor dengan volume 75.000 L (Sharma *et al.*, 2014).

Penggunaan medium cair dalam tahap-tahap mikropropagasi tanaman bertujuan menghasilkan biomasa dalam jumlah yang besar, baik berupa planlet, organ, maupun massa sel untuk kebutuhan bibit dan ekstraksi metabolit sekunder. Berbeda dengan medium padat, medium cair memiliki potensi dalam menghasilkan biomassa yang besar dalam waktu yang singkat. Potensi tersebut dapat dikembangkan karena medium cair memiliki banyak keunggulan dibandingkan medium padat. Menurut Berthouly dan Etienne (2005), keunggulan medium cair dalam mikropropagasi tanaman adalah: (1) medium cair dapat dipertimbangkan penggunaannya dalam **sistem otomatisasi**, (2) dapat disterilkan dengan mudah menggunakan **ultra filtrasi**, (3) mempermudah penggantian medium tanpa mengganti bejana kultur, (4) dapat digunakan dalam volume yang besar, dan (5)

medium cair memberikan nutrisi dan fitohormon secara merata pada tanaman.

Secara teknis, pengembangan medium cair terkait dengan penggunaan medium tersebut dalam sistem otomatisasi dan mampu digunakan dalam volume yang besar. Untuk itu, dikembangkan suatu alat yang mendukung sarana otomatisasi yaitu **bioreaktor**. **Bioreaktor** pada umumnya digunakan untuk menggambarkan suatu bejana yang di dalamnya terjadi reaksi biologis. Di dalam mikropropagasi tanaman bioreaktor berfungsi sebagai tempat terjadinya reaksi dan interaksi antara eksplan (tanaman) dengan mediumnya (lingkungan mikro); yang kondisi fisik, kimia, dan biologi dari lingkungan bioreaktor tersebut dapat dikontrol secara otomatis maupun manual. Tidak ada terminologi yang spesifik tentang bioreaktor dalam mikropropagasi tanaman. Menurut Preil (2005), **bioreaktor** merupakan wadah (bejana) yang digunakan untuk memproduksi biomassa tanaman berskala besar yang umumnya terkoneksi dengan perangkat sensor untuk mengontrol pH, aerasi, pengadukan, dan perangkat lainnya. Namun, dalam perkembangannya, inovasi dan perbaikan desain bioreaktor terdapat “penyimpangan” dari bentuk, ukuran, dan beberapa fungsi dari bioreaktor yang lebih awal dikenalkan. Bahkan, pada beberapa kasus kultur *in vitro* menggunakan modifikasi **tabung erlenmeyer** dan **botol (kotak) kultur** dapat juga disebut sebagai **bioreaktor**.

Kultur tanaman di dalam bioreaktor yang diaplikasikan dalam perbanyak tanaman pertama kali dilaporkan pada tahun 1981 pada perbanyak tanaman *Begonia* menggunakan bioreaktor kolom bergelembung (*buble column bioreactor*). Sejak saat itu, teknologi bioreaktor untuk perbanyak tanaman banyak dikembangkan dan kultur aerob menggunakan teknik bioreaktor telah diaplikasikan untuk produksi skala besar berbagai eksplan tanaman (Takayama dan Akita, 2008). Beberapa yang telah berhasil

diproduksi dalam skala besar menggunakan **bioreaktor aerobik** adalah **tanaman lili, strawberi, keladi** (*Spathiphyllum*), **Stevia**, dan lainnya (Gupta dan Ibaraki, 2008). Perbandingan efisiensi propagasi tanaman keladi di dalam bioreaktor dan kultur tersebut dapat dilihat pada Tabel 1. Perkembangan penelitian selanjutnya diarahkan pada pengembangan bioreaktor untuk kultur embrio dan organ tanaman karena telah diketahui bahwa secara genetik

**Tabel 1.** Perbandingan efisiensi propagasi tanaman keladi (*Spathiphyllum* sp) antara bioreaktor dengan kultur agar (Gupta dan Ibaraki, 2008).

Macam-Macam Hal yang Dibandingkan	Bioreaktor	Kultur agar
Volume bejana	20 L	500 mL
Volume medim L/ bejana	16,6 L (cair)	100 mL (agar)
Jumlah bejana	6	1000
Jumlah inokulum yang digunakan untuk Subkultur	90 tabung reaksi	150 tabung reaksi
Periode kultur	90 hari	60 hari
Ruangan kultur	0,5 m <sup>3</sup>	36 m <sup>3</sup>
Jumlah lampu fluerescent (40 W)	6	30
Waktu operasional	200 menit	300 menit
*Preparasi medium (100 L)	(60 menit)	(450 menit)
Autoklaf	(10 menit)	(140 menit)
Inokulasi	(45 menit)	(1250 menit)
Transfer ke ruang kultur	(10 menit)	(60 menit)
Pemindahan kultur	(45 menit)	(300 menit)
Pembersihan bejana	(30 menit)	(300 menit)
<i>Transplanting</i>	1800 menit	1800 menit

Keterangan: \*volume kultur medium di bioreaktor dan kultur agar masing-masing 100 L



Yosephine Sri Wulan Manuhara

kultur suspensi sel tidak stabil dan pertumbuhannya relatif lambat dibandingkan dengan kultur organ (Davey dan Anthony, 2010).

Penggunaan bioreaktor dalam mikropropagasi menunjukkan secara komersial teknik tersebut dapat diaplikasikan. Saat ini perhatian ditujukan untuk memenuhi kebutuhan mikropropagasi secara komersial dan juga untuk memproduksi metabolit sekunder dari tanaman yang mempunyai nilai ekonomi. Keuntungan penggunaan bioreaktor adalah: (1) planlet dalam jumlah besar dapat diproduksi dalam satu tahap (*batch*); (2) mengurangi jumlah bejana (botol kultur) dan tempat inkubasi kultur sehingga dapat mengurangi biaya produksi; (3) seluruh permukaan eksplan selalu kontak dengan medium, sehingga nutrisi lebih mudah diserap oleh eksplan yang pada akhirnya meningkatkan kecepatan pertumbuhan; (4) aerasi (suplai oksigen) berperan dalam meningkatkan kecepatan pertumbuhan dan biomassa; dan (5) di dalam bioreaktor kultur selalu bergerak, sehingga tidak terjadi dominansi apikal, akibatnya akan merangsang pucuk-pucuk apikal tumbuh menjadi planlet (Takayama dan Akita, 2008). Namun demikian, perlu diperhatikan bahwa di dalam kultur cair kemungkinan terjadinya kontaminasi lebih tinggi dan lebih cepat penyebarannya, sehingga apabila terjadi kontaminasi maka kultur akan rusak semuanya (Preil, 2005).

Merancang bioreaktor yang sesuai dengan suatu bioproses tertentu, diperlukan studi intensif sistem biologi yang akan berlangsung di dalamnya. Misalnya, tentang pertumbuhan sel dan metabolismenya, manipulasi genetik, dan protein atau ekspresi produk yang dihasilkan. Mempelajari sistem biologi bertujuan untuk mengetahui kebutuhan atau syarat-syarat hidup sel terhadap lingkungan fisik dan kimia. Berbagai macam tipe bioreaktor telah dikembangkan untuk menunjang sistem biologis di dalamnya. Desain dan pemilihan masing-masing tipe bioreaktor bersifat unik, walaupun terdapat beberapa prinsip

dasar dari desain bioreaktor, yaitu: (1) bioreaktor sebaiknya cukup dalam mentransfer oksigen, mempunyai efek *stress shear* (gaya gesek) rendah dan mampu menghomogenkan (*mixing*) komponen medium, serta (2) bioreaktor berbentuk sederhana, tidak mahal dan mudah disterilisasi (Zhong, 2010).

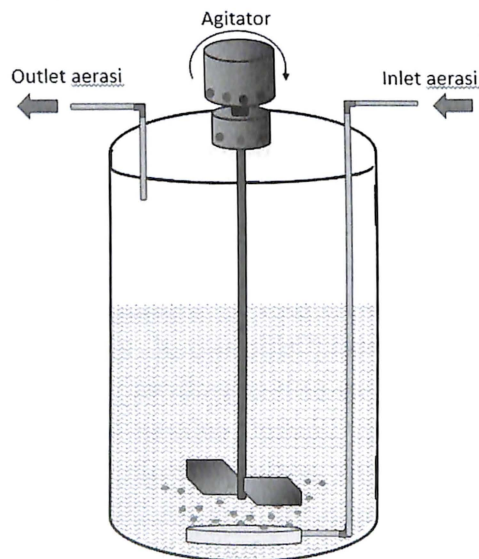
Berdasarkan metode dan konstruksi bejananya, Chakrabarty dan Hanh (Eide dan Preil, 2005) mengklasifikasikan bioreaktor menjadi tiga, yaitu:

1. Bioreaktor teragitasi secara mekanik (*stirrer agitation bioreactor, rotating drum bioreactor, spin bioreactor*),
2. Bioreaktor teragitasi oleh udara (*simple aeration bioreactor, bubble column bioreactor, ballon type bubble bioreactor, air-lift bioreactor, overlay aeration bioreactor*), dan
3. Bioreaktor non-agitasi (*gaseous phase bioreactor/temporary immersion system, oxygen permeable membrane*).

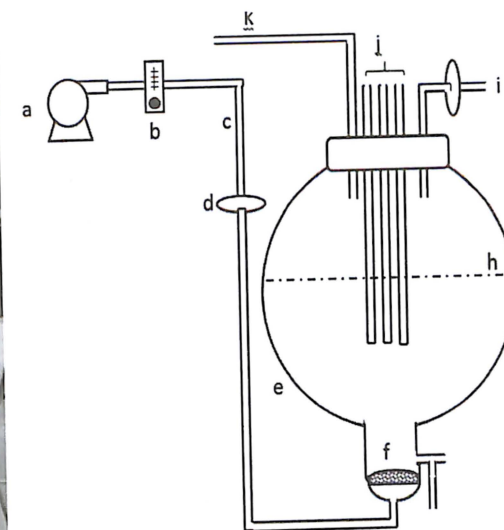
Bioreaktor teragitasi secara mekanik merupakan biofermentor standar dalam industri proses (Gambar 1). Bioreaktor tipe ini dapat digunakan untuk kultur suspensi sel tanaman, tetapi untuk meminimalkan kekuatan turbulensi (*shear force*) dilakukan beberapa modifikasi pada desain pengaduk mekanik (*impeller*) dan segelnya (*mechanical seal*). *Rotating drum bioreactor* juga menunjukkan keuntungan dalam kultur suspensi sel tanaman dengan kerapatan tinggi, karena rendahnya gaya potong (*shear force*). Kelemahan dari bioreaktor teragitasi mekanik adalah tingginya konsumsi energi (Celiktas *et al.*, 2010).

Bioreaktor teragitasi oleh gelembung udara (*pneumatically driven bioreactor*) seperti *bubble column bioreactor, unstirred bubble* dan *airlift bioreactor* adalah bioreaktor yang sesuai untuk propagasi tanaman (Gupta dan Ibaraki, 2008). Son *at al.* dalam Gupta dan Ibaraki (2008) mendesain bioreaktor bergelembung tipe balon (*balloon-type bubble bioreactor/BTBB*) (Gambar 2) yang

dilaporkan mempunyai kinerja yang bagus untuk pertumbuhan biomassa kultur sel *Taxus cuspidata*, akar rambut *Beta vulgaris*, dan akar adventif ginseng dibandingkan dengan bioreaktor kolom dan bioreaktor tangki teragitasi (Gupta dan Ibaraki, 2008). Paek *et al.* (Eide dan Preil, 2005) mendeskripsikan kelebihan BTBB, antara lain agitasi BTBB yang memanfaatkan kecepatan aliran aerasi gelembung udara akan menghemat konsumsi energi dan gaya potongnya lebih kecil dibanding dengan agitasi mekanik (*impeller*), sehingga berguna untuk kultur organ tanaman. Bentuk bioreaktor seperti balon bertujuan untuk mengatasi permasalahan selama kultivasi, yaitu fenomena munculnya busa (*foaming*) dan pertumbuhan sel di dinding bioreaktor. Saat ini BTBB telah digunakan untuk mempercepat produksi akar rambut dan meningkatkan kadar senyawa berkhasiat di dalam akar adventif dengan berbagai macam perlakuan (Rao dan Ravishankar, 2002; Eide dan Preil, 2005).



Gambar 1. Bioreaktor Teragitasi secara Mekanik



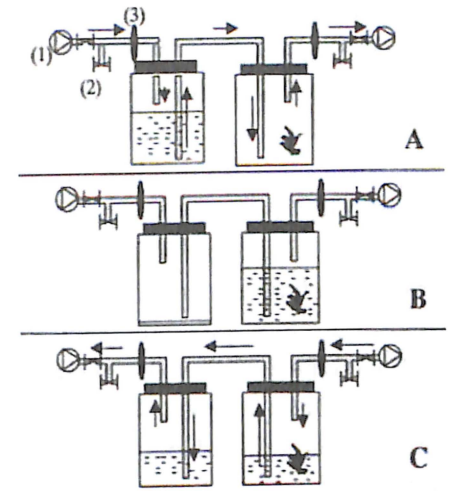
Gambar 2. Sistem kultur pada bioreaktor bergelembung tipe balon (*Balloon-Type Bubble Bioreactor*)

Sejak didesain sampai sekarang, BTBB telah digunakan untuk berbagai kultur, seperti kultur sel, kalus, akar rambut, akar adventif dan tunas berbagai jenis tanaman dengan tujuan produksi metabolit sekunder atau mikropropagasi. Pertama kali Son *et al.* (1999) menggunakan BBTB volume 20 L untuk kultur submerged akar adventif ginseng (*Panax ginseng*) dengan medium *woody plant* (WP) ditambah dengan 30% (w/v) sukrosa dan 24,6 mM zat pengatur tumbuh IBA (*indol butiric acid*). Selama 6 minggu kultur menghasilkan 14,2 kali biomassa akar adventif segar dari 160 g (berat basah) inokulum awal dan kandungan saponinnya menyamai tanaman induk yang berusia 90 tahun. Menurut Son *et al.* (1999), pencapaian BTBB pada kultur akar adventif ginseng menandakan teknologi tersebut dapat digunakan untuk tujuan komersial dan kemungkinan besar dapat diaplikasikan

pada jenis tanaman lainnya. Pada tahun 2000, Son *et al.* kembali mendemonstrasikan kesuksesan kultur supensi sel *Taxus cuspidata* menggunakan BTBB skala *pilot plant* volume 500 L untuk produksi taxol dan taxane. Paek *et al.* (Eide dan Preil, 2005) mendeskripsikan kelebihan BTBB, antara lain agitasi BTBB yang memanfaatkan kecepatan aliran aerasi gelembung udara akan menghemat konsumsi energi dan gaya potongnya lebih kecil dibanding dengan agitasi mekanik (*impeller*), sehingga berguna untuk kultur organ tanaman.

Salah satu contoh bioreaktor non-agitasi adalah *gaseous phase bioreactor* atau *temporary immersion system* (Gambar 3). Sistem perendaman sementara (*temporary immersion system*) merupakan sistem yang mengatur secara periodik kondisi atau posisi (*timing*) tanaman terendam sementara dalam medium cair dan mengembalikannya pada posisi tidak terendam (kontak dengan udara) di dalam kultur *in vitro*. Kelebihan utama dari sistem perendaman sementara ialah fase singkat (dalam beberapa menit) perendaman eksplan di dalam medium cair dan fase kontak eksplan dengan udara yang lebih lama (dalam beberapa jam) sehingga kerusakan sel atau jaringan akibat asfiksia dan hiperhidrisitas dapat diminimalisir (Georgiev *et al.*, 2014).

Dua tanaman potensial sebagai bahan baku obat di Indonesia yaitu **ginseng jawa** (*Talinum paniculatum* Gaertn) dan **sambung nyawa** (*Gynura procumbens* [Lour.] Merr.) telah berhasil dikultivasi secara *in vitro* dalam medium padat dan medium cair. Hasil-hasil kultur organ (akar rambut, akar adventif, nodus batang) maupun kultur kalus kedua tanaman tersebut di dalam bioreaktor diuraikan berikut ini.



**Gambar 3.** Bioreaktor Perendaman Sementara (*Temporary Immersion Bioreactor*).

## PRODUKSI BIOMASSA DAN SAPONIN DARI TANAMAN GINSENG JAWA (*TALINUM PANICULATUM*) DALAM BIOREAKTOR

Kebutuhan akar ginseng sebagai salah satu bahan baku industri jamu (farmasi) di Indonesia masih tergantung dari Korea dan Cina. Data mengenai besarnya kuantitas kebutuhan ginseng untuk memenuhi kebutuhan industri masih belum jelas. Tanaman ginseng jawa (*Talinum paniculatum*) sebagai tanaman lokal yang tumbuh melimpah di Indonesia, diketahui berkhasiat seperti ginseng korea atau cina. Khasiatnya sebagai obat kuat (afrodisiak) setara dengan ginseng korea (Wijayakusuma, 1994). Meskipun bukan berasal dari genus *Panax*, ginseng jawa berpotensi dikomersialkan untuk menggantikan ginseng korea atau cina. Hal ini sudah terjadi pada tanaman *eleutherococcus senticosus*



yang dikenal sebagai ginseng siberian yang sudah dikomersialkan secara internasional (Anonim, 2006).

Salah satu senyawa metabolit sekunder yang banyak terakumulasi pada organ akar *T. paniculatum* adalah **saponin**. Beberapa penelitian sebelumnya menyatakan bahwa senyawa saponin dalam tanaman **ginseng jawa** dapat merelaksasi otot polos kandung kemih *Guinea pig* (Pribadi, 2013), *uretra pars prostatika* kelinci (Jang and Cho, 2012) dan *corpus cavernosum* (Kim *et al.* 1998), penambah vitalitas (*afordisiak*) (Solichatun dkk., 2005) dan berperan dalam aktivitas hormon estrogen (Thanamool *et al.*, 2013). Selain itu, Winarni (2009) juga menyebutkan bahwa akar tumbuhan ini dapat meningkatkan kadar hormon testosteron pada kondisi testosteron rendah.

Kelemahan menanam ginseng secara konvensional adalah lamanya waktu kultivasi, karena pertumbuhan akarnya yang sangat lambat dan tergantung pada iklim dan tanah (Court, 2006). Tanaman ginseng tidak dapat dipanen sampai usia 3–4 tahun (Pritts, 1995). Permasalahan ini juga terjadi pada tanaman **ginseng jawa**. Penanaman ginseng secara besar-besaran akan menyebabkan berkurangnya lahan untuk tanaman pangan. Selain itu, para petani Indonesia belum mempunyai pengetahuan mengenai teknik budidaya tanaman ginseng dan dari segi permodalan juga kurang menunjang. Tantangan yang berupa besarnya kebutuhan industri, harga yang relatif mahal, lamanya waktu kultivasi tanaman ginseng, prioritas lahan untuk tanaman pangan, dan belum siapnya petani dari segi pengetahuan dan finansial, dapat dijawab dengan menggunakan teknik kultivasi akar rambut (*hairy root*) dan akar adventif tanaman **ginseng jawa** di dalam suatu bioreaktor. Keuntungan terbesar dari kultivasi akar rambut adalah mampu menghasilkan produk metabolit sekunder dengan konsentrasi yang sama atau lebih tinggi dari tanaman induk. Selain itu, stabilitas genetik akar rambut tiga tahun lebih

lama dibanding suspensi sel (Davey dan Anthony, 2010), terlebih lagi bila kultur tersebut dilakukan di dalam bioreaktor untuk mendapatkan akumulasi produk metabolit sekunder yang lebih banyak (Neuman *et al.*, 2009).

Dimulai pada tahun 2012 telah dilakukan penelitian kultivasi akar rambut dan akar adventif tanaman ginseng jawa dalam medium cair yaitu:

1. Pengaruh laju aerasi dan kerapatan inokulum terhadap biomassa dan kandungan saponin kultur akar rambut ginseng jawa (*T. paniculatum* Gaertn.) dalam bioreaktor bergelembung tipe balon (Manuhara *et al.*, 2012). Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa laju aerasi 0,2 vvm dan kerapatan inokulum 2 g/400 mL medium merupakan perlakuan terbaik untuk produksi biomassa dan kadar saponin akar rambut ginseng jawa.
2. Kinetika pertumbuhan dan kandungan saponin akar adventif ginseng jawa (*T. paniculatum* Gaertn.) pada berbagai variasi konsentrasi sukrosa dan variasi konsentrasi medium dalam **kultur cair** (belum dipublikasi). Berdasarkan hasil pengamatan kinetika pertumbuhan, diperoleh biomassa tertinggi pada pemberian sukrosa 3%, sedangkan pada perlakuan variasi konsentrasi medium MS (*Murashige and Skoog*) diperoleh rata-rata biomassa tertinggi pada perlakuan konsentrasi medium 1/2 MS dengan lama kultivasi 21 hari. Kandungan **saponin** tertinggi diperoleh pada pemberian sukrosa 9% dan perlakuan konsentrasi 3/4 MS. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa peningkatan biomassa akar adventif tidak berkorelasi dengan peningkatan kadar saponin.
3. Kultur akar rambut tanaman ginseng jawa (*T. paniculatum*) dalam bioreaktor bergelembung tipe balon dengan variasi konsentrasi sukrosa dan kalium nitrat (Manuhara *et al.*, 2015).

Hasil penelitian menunjukkan biomassa akar rambut tertinggi diperoleh pada perlakuan penambahan sukrosa 40 g/L dan 2 kali konsentrasi kalium nitrat pada medium MS; biomassa meningkat hingga tiga kali lipat dibanding kontrol. Produksi saponin tertinggi diperoleh pada perlakuan penambahan sukrosa 50 g/L dan 2 kali konsentrasi kalium nitrat pada medium MS.

4. Pengaruh lama waktu dan interval perendaman terhadap biomassa dan kadar saponin akar adventif *T. paniculatum* Gaertn. pada bioreaktor perendaman sementara (Manuhara *et al.*, 2014). Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh frekuensi perendaman terhadap biomassa dan kadar saponin akar adventif tanaman ginseng jawa menggunakan bioreaktor perendaman sementara. Hasil penelitian menunjukkan kombinasi lama perendaman 5 menit dan interval 12 jam menghasilkan biomassa akar adventif dan kadar saponin tertinggi.
5. Peningkatan produksi biomassa dan saponin akar adventif *T. paniculatum* Gaertn. dalam bioreaktor bergelembung tipe balon sistem *batch* dan *continuous* dengan penambahan buffer pH (Solim *et al.*, 2017). Hasil penelitian menunjukkan bahwa sistem *continuous+buffer* menghasilkan biomassa akar adventif empat kali lipat dari inokulum awal. Perlakuan ini memberikan hasil produksi biomassa lebih baik daripada sistem lain dan penambahan *buffer* mempengaruhi produktivitas biomassa. Kadar saponin tertinggi dicapai pada perlakuan sistem *batch*.

## PRODUKSI BIOMASSA DAN FLAVONOID DARI TANAMAN SAMBUNG NYAWA (*GYNURA PROCUMBENS*) DALAM BIOREAKTOR

Tanaman **sambung nyawa** (*Gynura procumbens*) merupakan tanaman asli Indonesia dari famili **asteracea** dan digunakan sebagai tanaman obat di kawasan Indonesia, Malaysia, Thailand, dan daerah Asia Tenggara lainnya (Keng *et al.*, 2009; Puangpronpitag *et al.*, 2010). Daun dan akar merupakan bagian yang sering digunakan sebagai bahan baku obat tradisional oleh masyarakat di Asia Tenggara, termasuk di Indonesia (Susiarti dkk, 2009). Daun tanaman sambung nyawa digunakan secara tradisional untuk mengobati demam, tumor jinak, penghilang gatal akibat ulat, disentri (Dalimartha, 2006), sedangkan bagian akar sering digunakan sebagai obat penghilang rasa sakit dan memperlancar aliran darah (Dai *et al.*, 2007). Kandungan senyawa kimia daun sambung nyawa yang berkhasiat sebagai obat antara lain, flavonoid, saponin, tannin, terpenoid dan sterol glikosida (Puangpronpitag *et al.*, 2010) dan antosianin (Widhianto dan Kurniawati, 2010). Secara ilmiah beberapa ilmuwan telah membuktikan manfaat ekstrak *g. procumbens* sebagai **antioksidan** (Rosidah *et al.*, 2008; Afandi *et al.*, 2014; Kaewseejan *et al.*, 2015; Krishnan *et al.*, 2015), **antikanker** (Jenie dan Meiyanto, 2002; Shwter *et al.*, 2014), **antiinflamasi** (Iskander *et al.*, 2002; Zahra *et al.*, 2011), **antihiperlipidemik** dan **antihiperlipidemik** (Zhang dan Tan, 2000; Hassan *et al.*, 2010), **antimikroba** (Vejanan *et al.*, 2012; Jarikasem *et al.*, 2013; Zheng *et al.*, 2014), dan **protektif organ** (Mahmood *et al.*, 2010; Lie *et al.*, 2015). Berdasarkan data tersebut di atas sangat besar potensi tanaman *G. procumbens* untuk dikembangkan sebagai salah satu bahan baku obat.

Ekstraksi bahan baku obat dari tanaman *G. procumbens* yang dibudidayakan secara konvensional mempunyai banyak

keterbatasan, di antaranya pertumbuhannya lambat, dipengaruhi oleh iklim, keterbatasan lahan, dan produk senyawa bioaktif tidak dapat dikontrol. Teknik kultur jaringan merupakan solusi terbaik untuk memperbanyak tanaman dalam jumlah besar dan lebih cepat dibandingkan budidaya secara konvensional.

Sejak tahun 2014 hingga pertengahan tahun 2017 telah dilakukan serangkaian penelitian untuk mengetahui jenis eksplan (akar adventif, tunas aksiler, dan kalus) tanaman *G. procumbens* dan metode kultivasi (kultur dalam medium padat, medium cair dalam flask, bioreaktor perendaman sementara, dan bioreaktor bergelembung tipe balon) untuk meningkatkan biomassa dan kadar flavonoidnya secara *in vitro*. Beberapa hasil penelitian tersebut adalah:

1. Produksi biomassa dan flavonoid kultur tunas aksiler tanaman *G. procumbens* secara *in vitro* yang diinduksi oleh sukrosa dan eritrosa 4-P (Lestari *et al.*, 2017). Hasil penelitian menunjukkan biomassa tertinggi diperoleh pada perlakuan penambahan sukrosa 50 g/L dan 5 $\mu$ M eritrosa 4-P, sedangkan kadar flavonoid (katekin, kuersetin, dan kamferol) tertinggi diperoleh pada penambahan sukrosa 30 g/L dan konsentrasi eritrosa 4-P 1 $\mu$ M.
2. Pengaruh sukrosa, eritrosa 4-P dan fenilalanin terhadap biomassa dan kandungan flavonoid kultur kalus dari eksplan daun *G. procumbens* (Nurisa *et al.*, 2017). Biomassa kalus tertinggi diperoleh pada penambahan sukrosa 30 g/L dan eritrosa 4-P 5 $\mu$ M ke dalam medium, namun penambahan sukrosa, eritrosa 4-P dan fenilalanin ke dalam medium belum mampu meningkatkan kadar flavonoid (kuersetin dan kaemferol) kalus *G. procumbens*.
3. Pengaruh sukrosa dan frekuensi perendaman terhadap produksi dan metabolit sekunder akar adventif *G. procumbens* dalam bioreaktor perendaman sementara (Kusuma *et al.*,

2016). Hasil penelitian menunjukkan produksi biomassa akar adventif tertinggi (5 kali lipat dari inokulum awal) diperoleh pada penambahan sukrosa 50 g/L dan frekuensi perendaman eksplan 15 menit setiap 12 jam; dari analisis kromatografi gas diperoleh senyawa isoflavon pada perlakuan penambahan sukrosa dengan konsentrasi rendah, sedangkan pada semua perlakuan diperoleh senyawa *volatile* dan *adipic acid*.

4. Produksi biomassa dan flavonoid kultur tunas *G. procumbens* dalam bioreaktor perendaman sementara (belum publikasi). Pada penelitian ini digunakan perlakuan kombinasi zat pengatur tumbuh IAA (*indol acetic acid*) dan BA (*benzyl adenine*) dengan frekuensi perendaman eksplan. Biomassa tertinggi diperoleh pada penambahan zat pengatur tumbuh IAA 2 mg/L, BA 4 mg/L dan frekuensi perendaman 15 menit setiap 12 jam, sedangkan kadar flavonoid (katekin) tertinggi diperoleh pada penambahan zat pengatur tumbuh IAA 2 mg/L, BA 8 mg/L dan frekuensi perendaman 15 menit setiap 12 jam.
5. Produksi biomassa dan flavonoid akar adventif *G. procumbens* dalam kultur cair teragitasi (Noviyanti *et al.*, 2017 *accepted*). Akar adventif dikultur di dalam tabung **erlenmeyer** dan diagitasi di dalam shaker; ke dalam medium kultur ditambahkan berbagai konsentrasi sukrosa, fenilalanin, dan tyrosin. Hasilnya menunjukkan semakin tinggi konsentrasi sukrosa yang diberikan (10, 30, 50 g/L) biomassa akar adventif semakin meningkat, sedangkan kadar **flavonoid** (kuersetin dan kaemferol) tertinggi diperoleh pada penambahan fenilalanin dan tirosin masing-masing 200 mg/L.
6. Perbandingan produksi biomassa akar adventif *G. procumbens* dalam kultur cair teragitasi, bioreaktor perendaman sementara, dan bioreaktor bergelembung tipe balon (Manuhara *et al.*, 2017; *under review*). Kultur akar adventif

*G. procumbens* di dalam bioreaktor bergelembung tipe balon menghasilkan biomassa tertinggi dibanding dua tipe kultur yang lain (kultur cair teragitasi dan bioreaktor perendaman sementara) dengan berat segar 13,1 kali lipat dibanding berat segar awal (berat segar awal 2,1 g, berat segar akhir 26,1 g), sedangkan akar adventif dalam kultur cair teragitasi diperoleh biomassa akhir 3,9 kali lipat dibanding berat awal dan dalam bioreaktor perendaman sementara diperoleh biomassa akhir 5,1 kali lipat dibanding berat awal selama 4 minggu masa kultur.

7. Produksi tunas dan flavonoid tanaman sambung nyawa (*G. procumbens*) dalam bioreaktor bergelembung tipe balon menggunakan eksplan nodus batang (belum publikasi). Hasil penelitian menunjukkan, biomassa dan indeks pertumbuhan tertinggi diperoleh pada perlakuan penambahan sukrosa 50 g/L dan kerapatan inokulum awal 5 eksplan, sedangkan kadar flavonoid (kaemferol) tertinggi diperoleh pada perlakuan penambahan sukrosa 10 g/L dan kerapatan inokulum 5 eksplan.

Pada tahun 2018–2020 akan dilakukan peningkatan kapasitas produksi biomassa dan flavonoid akar adventif *G. procumbens* yang difokuskan pada penggunaan bioreaktor bergelembung tipe balon. Penelitian dibagi menjadi tiga tahap, yaitu: **tahap 1**, produksi biomassa dan flavonoid akar adventif *G. procumbens* dalam bioreaktor bergelembung tipe balon skala kecil (1L) yang diinduksi oleh sukrosa, prekursor (fenilalanin, tirosin), elisitor abiotik dan biotik (*Cu* dan *Sacharomyces cerevisiae*), dan kadar Nitrogen medium; **tahap 2**, produksi biomassa dan flavonoid akar adventif *G. procumbens* dalam bioreaktor bergelembung tipe balon skala sedang (5 L) dengan perlakuan terbaik hasil tahap 2; **tahap 3**,

produksi biomassa dan flavonoid akar adventif *G. procumbens* dalam bioreaktor bergelembung tipe balon skala *pilot project* (20 L).

Teknologi bioreaktor untuk memproduksi biomassa dan senyawa bioaktif belum pernah dilakukan di Indonesia. Oleh karena itu, hasil penelitian ini diharapkan dapat dijadikan dasar untuk mengembangkan teknologi produksi bahan baku obat dalam skala industri. Dalam dua sampai tiga tahun ke depan teknologi bioreaktor, khususnya bioreaktor bergelembung tipe balon untuk memproduksi biomassa dan flavonoid akar adventif tanaman sambung nyawa (*G. procumbens*) dapat ditawarkan kepada industri farmasi untuk mengatasi kendala dalam memenuhi kebutuhan bahan baku obat di Indonesia.

Saat ini kendala utama dalam memenuhi kebutuhan bahan baku obat di dalam negeri oleh industri farmasi nasional adalah masih tingginya angka ketergantungan impor bahan baku obat baik bahan baku aktif (*active pharmaceutical ingredients*) maupun bahan baku penunjang (*eksipien*). Hal ini disebabkan oleh beberapa faktor yaitu:

1. Industri kimia dasar dalam negeri masih belum mampu menyediakan bahan kimia dasar yang dibutuhkan, baik dari sisi jenis, suplai, ataupun harga yang kompetitif untuk pembuatan bahan baku obat;
2. Industri peralatan dan mesin untuk memproduksi bahan baku obat masih belum dikuasai—baik teknologi sintesis maupun teknologi pemurnian belum dapat didukung oleh teknologi produksi terkini;
3. Terbatasnya sumber daya manusia yang memiliki keahlian dan keterampilan yang diperlukan, minimnya infrastruktur penelitian yang diperlukan, tidak berjalannya transfer teknologi dari perusahaan penanaman modal asing, serta daya tarik yang tinggi dari institusi penelitian di luar negeri,



- sehingga banyak sumber daya manusia Indonesia yang berkualitas yang hengkang dan bekerja di luar negeri;
4. Pemanfaatan sumber daya alam—baik tumbuhan, hewan, biota laut, bahan tambang dan mineral, serta gas bumi yang masih terbatas; serta;
  5. Ketidakpastian penggunaan produk dalam negeri oleh industri swasta maupun pengadaan pemerintah (Anonim, 2016)

Untuk mengatasi kendala tersebut, diperlukan kolaborasi antara perguruan tinggi, konsorsium industri farmasi dalam meneliti dan memproduksi bahan baku obat dengan cara mendirikan fasilitas produksi dan riset, menginisiasi riset bersama dengan topik utama bioteknologi dan natural produk, membangun fasilitas *plant-tissue culture*, ekstraksi, standarisasi, dan uji coba klinis untuk farmasi herbal. Masih sedikit bahan baku obat yang diproduksi di dalam negeri. Menurut data Kementerian Perindustrian, bahan baku obat yang sudah diproduksi di dalam negeri adalah **paracetamol**, **antibiotik turunan betalaktam** (ampisilin, cloksasilin, benzilpenisilin potassium *Cinamomum burnami* (kayu manis), *lagerstromia speciosa* (banaba), **beberapa fraksi bioaktif *Phaleria macrocarpa*** (mahkota dewa), dan **fraksi protein bioaktif *Lumbricus rubellus*** (Anonim, 2016).

Departemen Biologi, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Airlangga sebagai institusi yang bertanggung jawab dalam menghasilkan sumber daya manusia, siap meluluskan mahasiswa yang mampu dan terampil melakukan penelitian di bidang kultur jaringan tanaman untuk menunjang industri bahan baku obat. Bahkan salah satu lulusan Program Studi Magister Biologi telah mampu berwirausaha di bidang pembuatan berbagai tipe bioreaktor beserta peralatan penunjangnya. Dengan dukungan dana yang berasal dari Kementerian Riset, Teknologi

dan Pendidikan Tinggi serta Universitas Airlangga, kami berharap penelitian produksi biomassa dan bioaktif akar adventif tanaman ginseng jawa (*T. paniculatum*) dan sambung nyawa (*G. procumbens*) dalam bioreaktor, ke depan dapat memberikan kontribusi nyata dalam memenuhi kebutuhan bahan baku obat di Indonesia.

Selain itu, di bidang pengembangan ilmu pengetahuan, hasil-hasil penelitian kultur *in vitro* akar adventif dua spesies tanaman tersebut, yang dilakukan oleh mahasiswa di bawah bimbingan saya telah dipublikasikan di jurnal internasional. Publikasi di jurnal internasional diharapkan mampu menunjukkan kemampuan generasi muda di bidangnya masing-masing untuk menunjang kemandirian dan daya saing bangsa Indonesia. Semoga apa yang *sudah, sedang, dan akan* kami lakukan dalam mengemban Tri Dharma Perguruan Tinggi (Pendidikan, Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat) dapat bermanfaat bagi nusa, bangsa, dan sesama.

#### UCAPAN TERIMA KASIH

*Hadirin yang saya hormati,*

Mengakhiri pidato ini, sekali lagi izinkanlah saya menyampaikan rasa syukur dan terima kasih saya ke hadirat Tuhan Yang Mahakuasa atas berkat melimpah yang telah diberikan kepada saya dan keluarga. Perkenankan pula saya memohon doa restu dari para hadirin, agar Tuhan Yang Mahakuasa senantiasa memberikan kekuatan dan berkat-Nya kepada saya untuk menjalankan tugas yang tidak ringan sebagai Guru Besar sehingga dapat menjalankan kewajiban dan tanggung jawab yang diharapkan demi kemajuan Universitas Airlangga tercinta.

Pada kesempatan yang berbahagia ini, perkenankan saya untuk mengucapkan rasa terima kasih saya dan penghargaan setinggi-tingginya kepada berbagai pihak. Pertama-tama, saya

mengucapkan terima kasih kepada Pemerintah Republik Indonesia dalam hal ini melalui Menteri Riset, Teknologi, dan Pendidikan Tinggi, Bapak Prof. Dr. Mohammad Nasir atas kepercayaan yang diberikan kepada saya untuk memangku jabatan sebagai Guru Besar dalam bidang Kultur Jaringan Tumbuhan pada Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Airlangga.

Ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya juga saya sampaikan kepada Rektor Universitas Airlangga Bapak Prof. Dr. Moh. Nasih, S.E., M.T., CMA., Ak., Para Wakil Rektor Bapak Prof. Djoko Santoso, dr., Ph.D., Sp.PD., K-GH. FINASIM, Bapak Dr. Mohammad Nadyan, S.E., M.Si., M.Fin., Bapak Prof. Ir. Moch. Amin Alamsjah, M.Si., Ph.D., dan Bapak Junaidi Khotib, S.Si., Apt., M.Kes., Ph.D., atas kepercayaan dan persetujuan yang diberikan untuk memangku jabatan ini.

Kepada yang terhormat Ketua Senat Akademik Universitas Airlangga Bapak Prof. Dr. Joewono Soerono, dr., M.Sc., Sp.PD.K-R., FINASIM dan mantan Ketua Senat Akademik Universitas Airlangga Bapak Prof. Dr. Mochamad Amin, dr., Sp.P(K), Sekretaris Senat Akademik Universitas Airlangga, dan seluruh Anggota Senat Akademik Universitas Airlangga, saya mengucapkan terima kasih atas kepercayaan, dukungan, kesediaan, dan persetujuannya untuk mengusulkan pengangkatan saya menjadi Guru Besar.

Kepada yang terhormat Dekan Fakultas Sains dan Teknologi Bapak Prof. Win Darmanto, M.Si., Ph.D. dan Para Wakil Dekan Ibu Dr. Hartati, M.Si., Bapak Dr. Miswanto, M.Si., Ibu Dr. Nanik Siti Aminah, M.Si., saya mengucapkan banyak terima kasih atas dukungan kepercayaan dan persetujuannya untuk pengangkatan saya sebagai Guru Besar di lingkungan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Airlangga. Kepada Staf Kepegawaian Fakultas Sains dan Teknologi Bapak Pamuji, Sekretaris Rektor dan Direktur SDM Bapak Dr. Purnawan Basundoro beserta seluruh Staf Direktorat SDM Universitas

Airlangga kami mengucapkan banyak terima kasih karena telah membantu kelancaran pengusulan Guru Besar saya.

Kepada yang terhormat Ketua Badan Pertimbangan Fakultas Sains dan Teknologi Ibu Prof. Dr. Ni Nyoman Tri Puspaningsih, M.Si., Sekretaris dan Para Anggota BPM serta Tim PAK (Penilai Angka Kredit) Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Airlangga saya mengucapkan banyak terima kasih atas persetujuan pengusulan saya sebagai Guru Besar. Pada kesempatan ini saya juga mengucapkan banyak terima kasih kepada Bapak Prof. Bambang Sugiharto, Ph.D. (Universitas Jember) dan Ibu Prof. Dr. Estri Laras (Universitas Brawijaya) yang telah berkenan *review* karya ilmiah saya untuk pengusulan Guru Besar.

Kepada yang saya hormati mantan Dekan FMIPA Universitas Airlangga Bapak Prof. Abdul Basir (alm.), Bapak Prof. Dr. Ami Soewandi J.S., Bapak Suharjana, Drs., M.Si., Apt., Bapak Drs. Abdul Latief Burhan, M.Si dan Bapak Drs. Salamun, atas kesempatan yang diberikan kepada saya untuk mengabdikan pada Fakultas MIPA/Fakultas Sains dan Teknologi.

Kepada Ketua Departemen Biologi Bapak Dr. Sucipto Hariyanto, DEA., saya mengucapkan banyak terima kasih atas dukungan dan kesediaan beliau untuk mengusulkan saya sebagai Guru Besar. Pada kesempatan ini pula saya ucapkan banyak terima kasih kepada mantan Ketua Jurusan (Departemen) Biologi Bapak Drs. Mas Loegito, M.Kes., Bapak Drs. J. Soemartojo, Ibu Dra. Mariatun Loegito, M.S., Bapak Drs. Salamun, M.Kes., Ibu Dr. Rosmanida, M.Kes., dan Ibu Dr. Alfiah Hayati, M.Kes. atas bimbingannya dalam menjalankan tugas sehari-hari saya mulai dari calon pegawai hingga saat ini saya mampu berdiri di sini.

Ungkapan terima kasih yang mendalam saya sampaikan kepada orang tua saya yang sangat saya hormati: Ayahanda Ambrosius Suyatna dan Ibunda Aloysia Maria Soenarni (alm.) serta Ibu Martha Moesrini. Kerja keras dan kedisiplinan yang

telah beliau tanamkan telah membantu saya untuk selalu gigih dan pantang menyerah dalam belajar dan menjawab tantangan yang semakin berat, serta doanya untuk keberhasilan saya, baik dalam pekerjaan di kampus maupun tugas-tugas di rumah. Nasehat dan keteladanan beliau akan senantiasa menjadi panduan saya dalam menjalankan tugas saya sebagai dosen dan ibu rumah tangga. Terima kasih juga saya sampaikan kepada mertua saya, Ayahanda Ki Soedjarwo (alm.) dan Ibunda Soegiatin atas doa, kesabaran, dukungan dan pengertiannya selama ini.

Ungkapan terima kasih yang tulus dan sebesar-besarnya saya sampaikan kepada suami tercinta Drs. R. Djarot Sugiarso K.S., M.S. atas besarnya cinta dan banyaknya pengertian selama mendampingi saya sebagai istri dan ibu yang banyak bertugas di luar rumah. Kepada kedua buah hati tercinta Patrisia Amanda Pascarina, S.I.Kom., M.A., dan Stefanus Ivan Ariadi, saya sampaikan banyak terima kasih karena telah memberikan cinta yang begitu besar dan pengertiannya untuk waktu yang banyak tersita yang seharusnya untuk ananda. Berkat pengertian dan dukungan yang telah kalian berikan, saya dapat memperoleh jabatan fungsional tertinggi sebagai dosen. Semoga kelak ananda menjadi insan yang berguna bagi keluarga dan negara.

Kepada kakak saya Cecilia Retty Endang Sumekar (alm.) dan adik-adik saya Benedictus Tri Wahyudi, Irene Yuniasri, drh. Benedictus Budi Wirawan, dan Cecilia Ery Mawarti, serta ipar-ipar saya, saya ucapkan banyak terima kasih atas dukungan dan hubungan persaudaraan yang rukun dan saling menyayangi. Ucapan terima kasih juga saya sampaikan kepada kakak ipar saya Ir. Djarwatiningsih Pongky Sudjarwo, M.P., Dra. Djarwanti Rahayu Pipin Sudjarwo, M.S., dan adik ipar saya Ir. Djarwatiningsih Prastiti Nunung Sudjarwo, drh. Djarwatiningsih Peni Sudjarwo, serta ipar-ipar saya.

Ucapan terima kasih sebesar-besarnya saya sampaikan kepada Ibu Prof. Ni Nyoman Tri Puspaningsih, M.Si., Ibu Alfinda Novi Kristanti, Bapak Dr. Mulyadi Tandjung, M.Si., Ibu Dr. Edy Setiti Wida Utami, M.Si., Bapak Dr. Sucipto Hariyanto, DEA., atas bantuan dan arahnya selama saya menjalin kerja sama dalam berbagai pendanaan penelitian. Pada kesempatan ini, juga saya sampaikan banyak terima kasih kepada mahasiswa dan mantan mahasiswa bimbingan skripsi dan tesis saya, terutama kepada Saudara Dannis Yudha Kusuma, S.Si., M.Si, Arif Yachya, S.Si., M.Si, dan Saudari Nike Oktavia Sri Saputri, yang telah banyak membantu dalam pelaksanaan penelitian saya.

Kepada yang terhormat Ibu Prof. Dr. Issirep Soemardi selaku promotor, kepada Ibu Prof. Sismindari Sudjadi dan Bapak Dr. Taryono, M.Sc., selaku Ko-Promotor saat saya menempuh program Doktor, terima kasih sebesar-besarnya saya haturkan atas segala perhatian, arahan, saran, nasehat, dan bimbingan selama saya studi.

Rasa terima kasih yang sebesar-besarnya saya sampaikan kepada teman sejawat dosen Departemen Biologi, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Airlangga di Kelompok Bidang Keahlian Botani: Ibu Dr. Edy Setiti Wida Utami, M.S, Prof. Hery Purnobasuki, Ph.D., Ibu Dr. Hamidah., M.Si., Ibu Dr. Junairiah, M.Kes., Ibu Dwi Kusuma, S.Si., M.Si.; teman sejawat di Kelompok Bidang Keahlian Zoologi: Ibu Dra. Mariatun Loegito (alm.), M.S., Bapak Drs. I.B. Rai Pidada, M.Kes, Bapak Prof. Win Darmanto, M.Si., Ph.D., Ibu Dr. Alfiah Hayati., M.Kes., Bapak Drs. Saikhu Akhmad Husein. M.Kes., Ibu Dr. Dwi Winarni, M.Si., Ibu Dr. Listyani Suhargo., M.Kes, Ibu Dr. Sri Puji Astuti W., M.Si., Bapak Drs, Hari Supriandono, M.Si., Bapak Sugiharto, M.Si., Bapak Muhammad Hilman Fu'adil, S.Si., M.Si.; teman sejawat Kelompok Bidang Mikrobiologi: Ibu Prof. Dr. Tini Surtiningsih, DEA, Drs. Salamun, M.Kes., Dr. Ni'matuzahroh, Drs. Agus Supriyanto, M.Si.,

Tri Nurhariyati, S.Si., M.Si., Dr. Fatimah, M.Si., teman sejawat di Kelompok Bidang Keahlian Ekologi: Prof. Dr. Bambang Irawan, Drs. Abdul Latief Burhan, M.S, Dr. Rosmanida, M.Kes., Dr. Sucipto Hariyanto, DEA, Drs. Trisnadi Widya Leksono C.P., M.Si., Dra. Thin Sudarti., CESA., Drs. Moch. Affandi, M.Si, Intan ayu Pratiwi, S.Si., M.Si dan teman sejawat Kelompok Bidang Keahlian Ilmu dan Teknologi Lingkungan: Prof. Dr. Agoes Soegianto, DEA., Dr. Eko Prasetyo Kuncoro, S.T., DEA, Nur Indradewi Oktavetri, S.T., M.T., Nita Citrasari, S.Si., M.T., Dwi Ratri Mitha Isnadina, S.T., M.T., Dr. Nurina Fitriani, S., Febri Eko Wahyudianto, S.Si., M.T. atas kerja samanya di bidang pendidikan, penelitian maupun pengabdian kepada masyarakat yang telah terjalin selama ini. Ucapan banyak terima kasih juga saya sampaikan kepada tenaga kependidikan Departemen Biologi, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Airlangga: Bapak Sukadji, Bapak Suwarni, Ibu Ari Sri Hartiningtyastuti, Ibu Yatminah, Bapak Sunarto, Bapak Setianto, Bapak Eko Suyanto, Bapak Sujoko, Bapak Catur Sasongko atas bantuannya dalam membantu pelaksanaan pendidikan, penelitian dan pengabdian kepada masyarakat.

Kepada seluruh mahasiswa bimbingan skripsi, tesis, dan disertasi, saya sampaikan banyak terima kasih atas kerja samanya selama proses penelitian baik yang berada di bawah payung penelitian saya maupun tidak. Semoga apa yang sudah diperoleh selama studi di Prodi Sarjana Biologi, Prodi Magister Biologi, dan Doktor MIPA dapat bermanfaat dalam menjalankan tugas dan pekerjaan Saudara.

Kepada yang terhormat bapak dan ibu guru SDK Santa Maria Tulungagung, bapak dan ibu guru SMP Negeri I Tulungagung, bapak dan ibu guru SMAK St. Louis Surabaya, bapak dan ibu dosen Prodi Sarjana Biologi, FMIPA, Universitas Airlangga, bapak dan ibu dosen Prodi Magister Biologi, Fakultas Pascasarjana, Universitas Gadjah Mada, bapak dan ibu dosen Prodi Doktor,

Fakultas Pascasarjana, Universitas Gadjah Mada yang tidak dapat saya sebutkan satu per satu di sini, saya ucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya, karena berkat jasa bapak, ibu guru dan dosen inilah yang memungkinkan saya mencapai jenjang seperti sekarang ini. Pada kesempatan ini saya juga menyampaikan banyak terima kasih kepada teman-teman SDK Santa Maria Tulungagung, SMP Negeri I Tulungagung, SMAK St. Louis Surabaya, FMIPA, Universitas Airlangga, Fakultas Pascasarjana, Universitas Gadjah Mada, atas kehangatan pertemanan dan berbagai bentuk bantuannya selama saya menempuh studi dari sekolah dasar hingga pascasarjana.

Kepada seluruh panitia pengukuhan Guru Besar yang diketuai oleh Ibu Dr. Rini Devijanti Ridwan, drg. M.Kes. dan seluruh anggota paduan suara Universitas Airlangga serta semua pihak yang tidak bisa saya sebutkan satu persatu, yang telah membantu terlaksananya pengukuhan ini dengan baik, saya mengucapkan banyak terima kasih.

Akhirnya, kepada semua hadirin yang berkenan meluangkan waktu dan bersabar mendengarkan pidato orasi ilmiah pengukuhan Guru Besar pada hari ini, saya mengucapkan banyak terima kasih dan disertai permohonan maaf sekiranya ada hal-hal yang kurang berkenan di hati para hadirin sekalian. Semoga Tuhan membalas kebaikan para hadirin. Sekian dan terima kasih.

## DAFTAR PUSTAKA

- Afandi, A., Zulkiffli, M.H., Sadikun, A., and Ismail, S. 2014. "Antioxidant properties of *Gynura procumbens* extracts and their inhibitory effect on two major human recombinant cytochrome P450s using a high throughput luminescence assay". *Asian J Pharm Clin Res.* 7(5): 36-41.





- Anonim, 2016. Upaya Kemandirian Produksi Bahan Baku Obat Indonesia, Buletin Infarkes, Maret-April 2016.
- Anonim. 2006. Monograph: *Eleutherococcus senticosus*. *Alternative Medicine Review*. 10:151-155.
- Berthouly, M. and H. Etienne. 2005. "Temporary immersion system: A New Concept for Use Liquid Medium in Mass Propagation". In: *Liquid Culture Systems For In vitro Plant Propagation*, Hvoslef-Eide A.K. and W. Preil (Eds.), Springer, pp: 165-280.
- Celiktas-Yuri, O., Gurel, A and Sukan-Vardar, F. 2010. "Large scale cultivation of plant cell and tissue culture in bioreactor". *Trans world Research Network*, Kerala, India.
- Dai N., Yu Y-C., Ren T-H., Wu J-G., Jiang Y., Shen L-G., and Zhang J., 2007. "Gynura Root Induces Hepatic Venous Occlusive Disease: A Case Report and Review of the Literature". In *World Journal of Gastroenterology* 13(10): 1628-163
- Dalimartha S., 2006. *Atlas Tanaman Obat Indonesia* Jilid 4. Puspa Swara, Jakarta.
- Davey M.R and Anthony, P. 2010. *Plant cell culture: essential methods*. John Wiley & Sons, UK.
- Eide, H.K.A and Preil, W., 2005. *Liquid culture system for in vitro plant propagation*. Springer.
- Gupta, D.S and Ibaraki, Y, 2008. *Plant tissue culture engineering*. Springer, Netherlands, p.83-92.
- Hassan, Z., Yam, M.F., Ahmad M., and Yusof, A.P.M. 2010. Antidiabetic properties and mechanism of action of *Gynura procumbens* water extract in streptozotocin-induced diabetic rats. *Molecules* 15:9008-9023.
- Harborne J. B. and Williams C. A., 2000, Review: Advances in flavonoid research since 1992, *Phytochemistry* 55 : 481-504.
- Iskander, M.N., Song, Y., Coupar, I.M., and Jiratchariyakul, W. 2002. Antiinflammatory screening of the medicinal plant *Gynura procumbens*. *Plant Foods for Human Nutrition* 57: 233-244.
- Jang, H.A. and Cho, S. 2012. The relaxant effect of saponin on the bladder and prostatic urethrae: an in vitro and in vivo study. *Urologia Internationalis* 88(4):9-463.
- Jarikasem, S., Charuwichitratana, S., Siritantikorn, S., Chantratita, W., Iskander, M., Frahm, A.W. 2013. "Antiherpetic effects of *Gynura procumbens*". *Evid. Based Complement. Alternat. Med.* 2012:394865.
- Jenie, R.I. and Meiyanto, E. 2007. Co-chemotherapy of sambung nyawa (*Gynura procumbens* (Lour.) Merr) leaves ethanolic extract and doxorubicin on breast cancer cell. *Majalah Farmasi Indonesia* 18: 81-87.
- Kaewseejan, N., V. Sutthikhum and S. Siriamornpun, 2015. Potential of *Gynura procumbens* leaves as source of flavonoid-enriched fraction with enhanced antioxidant capacity. *Journal of Functional Foods*, 12(3): 120-128.
- Keng, C. L., Yee, L. S. and Pin P. L. 2009. Micropropagation of *Gynura procumbens* (Lour.) Merr. an important medicinal plant. *Journal of Medicinal Plants Research*. 3(3) : 105-111.
- Kim, H.J., Woo, D.S., Lee, G. and Kim, J.J. 1998. The relaxation effects of ginseng saponin in rabbit corporal smooth muscle: is it a nitric oxide donor. *British of Journal Urology* 82:(5): 744-748.
- Krishnan V., Ahmad S., and Mahmood, M. 2015. Antioxidant potential in different parts and callus of *Gynura procumbens* and different parts of *Gynura bicolor*. *BioMed Research International*. 1-7.

- Kusuma, D.Y., Kristanti, A.N., Manuhara, Y.S.W. 2016. Effect of sucrose and immersion frequency on production of adventitious roots and secondary metabolites of *Gynura procumbens* (Lour.) Merr. In temporary immersion bioreactors. *Asian Journal of Plants Sciences* 16:24-36.
- Li, X.J., Mu, Y.M., Li, T.T., Yang, Y.L., Zhang, M.T. and Li, Y.S. 2015. *Gynura procumbens* reverses acute and chronic ethanol-induced liver steatosis through MAPK/SREBP-1c-dependent and independent pathways. *J. agric. Food Chem.* 63:8460-8471.
- Lim, H., dan Kim, H.P. 2007. Inhibition of mammalian collagenase, matrix metalloproteinase-1, by naturally-occurring flavonoids. *Planta Medica.* 73: 1267-1274.
- Mahmood, A., Mariod, A.A., Al-Bayaty, F. and Abdel-Wahab, S.I. 2010. Anti-ulcerogenic activity of *Gynura procumbens* leaf extract against experimentally-induced gastric lesions in rats. *J. Med. Plants Res.* 4:685-691.
- Manuhara, Y.S.W., Yachya, A., Kristanti, A.N., 2012. Effect of aeration and inoculum density on biomass and saponin content of *Talinum paniculatum* Gaertn. hairy root in balloon-type bubble bioreactor. *Journal of Pharmaceutical & Biomedical Sciences* 2 (4): 47-52.
- Manuhara, Y.S.W., N.O.S. Saputri and A.N. Kristanti, 2014. Production of adventitious root and saponin of *Talinum paniculatum* (Jacq.) Gaertn. in temporary immersion bioreactor. *Scholars Academic Journal of Biosciences* 2(4): 246-250.
- Manuhara, Y. S.W., Kristanti, A. V., Utami, E. S. W., dan Yachya, A. 2015. Effect of sucrose and potassium nitrate on biomass and saponin content of *Talinum paniculatum* Gaertn. hairy root in balloon-type bubble bioreactor. *Asian Pacific Journal of Tropical Biomedicine* 5(12): 1027-1032.
- Manuhara, Y.S.W., Kusuma, D.Y., Sari, R.L.K., Kristanti, A.N. 2017. Biomass production of *Gynura procumbens* adventitious roots in different type of liquid culture. *Biosaintifika* (submitted).
- Noviyanti, R., Sari, R.L.K., Kristanti, A.N., Yachya, A., Manuhara, Y.S.W. 2017. Biomass and flavonoid production of *Gynura procumbens* adventitious roots induced by sucrose, phenylalanine, and tyrosine. *Bioscience Research Journal* (under review).
- Preil, W., 2005, General introduction: a personal reflection on the use of liquid media for in vitro In: *Liquid Culture Systems for in vitro Plant Propagation*, Anne K.H.E. and Walter P (eds) 1-8, Springer : Netherlands.
- Pribadi, M.I. 2013. Pengaruh ekstrak akar ginseng Jawa (*Talinum paniculatum*) terhadap kontraktibilitas otot polosvesika urinaria Guinea pig in vitro. Fakultas Kedokteran dan Ilmu Kesehatan. UIN Syarif Hidayatullah, Jakarta.
- Puangpronpitag, D., Chaichanadee, S., Naowaratwattana, W. and Sittiwet, C. 2010. Evaluation of nutritional value and antioxidative properties of the medicinal plant *Gynura procumbens* extract. *Asian Journal of Plant Sciences*, 9(3):146-151.
- Rahman A.F.M.M. dan Al Asad, M.S. 2013. Chemical and biological investigations of the leaves of *Gynura procumbens*. *International Journal of Biosciences.* 3(4): 36-43.
- Rao, S.R. and Ravishankar, G.A. 2005. Plant cell culture: chemical factories of secondary metabolites. *Biotech. Advanced* 20: 101-153.
- Rosidah, M., Yam, F., Sadikun, A. Ahmad, M. Akowuah, G. A. and Asmawi, M. Z. 2009. Toxicology evaluation of standardized methanol extract of *Gynura procumbens*. *Journal of Ethnopharmacology.* 123(2): 244-249.

- Sharma, P., Sharma, S., Yadav, S., Srivasta, A., Purohit, I., and Shrivasta, N., 2014. Plant derived bioactive molecules: Culture vessel to bioreactors. In: Paek, K.Y., Murthy, H.N., Zhong, J.J. Editors. *Production of Biomass and Bioactive Compounds Using Bioreactor Technology*. Springer Dordrecht, p. 47-60.
- Shwter, A.N., Abdullah, N.A., Alshawsh, M.A., Alsalahi, A., Hajrezaei, M., and Almagrabi, A.A. 2014. Chemo prevention of colonic aberrant crypt foci by *Gynura procumbens* in rats. *J. Ethnopharm* 151: 1194-1201.
- Solichatun, Anggarwulan, E., Mudyantini, W. 2005. Pengaruh ketersediaan air terhadap pertumbuhan dan kandungan bahan aktif saponin tanaman ginseng Jawa (*Talinum paniculatum* Gaertn.). *Biofarmasi* 3(2): 47-51.
- Solim, M.H., Kristanti, A.N., Manuhara, Y.S.W. 2017. Influence of explant position on growth of *Talinum paniculatum* Gaertn. adventitious root in solid medium and enhance production biomass in ballon type bubble bioreactor. *IOP Conf. Series: Erth and Environmental Science* 58 (2017)012023.
- Susiarti S., Purwanto Y., dan Windadri F.I., 2009. Pengetahuan Masyarakat Pekurehua Di Sekitar Taman Nasional Lore Lindu, Sulawesi Tengah Tentang Tanaman Obat Dan Pemanfaatannya. *Media Penelitian dan Pengembang Kesehatan*. 19(4): 185-192.
- Tanaka T. and Takahashi R., 2013. Review: Flavonoids and Asthma, *Nutrients* 5 : 2128-2143.
- Thanamool, C., Papirom, P., Chanlun, S. and Kupittayanant, S. 2013. *Talinum paniculatum* (Jacq.) Gaertn: a medicinal plant with potential estrogen activity in ovariectomized rats. *Int. J. Pharm Sci.* 5(2): 478-485.
- Vejanan, V., Latip, J., Chin, L.P., Embi, N., and Sidek, H.M. 2012. In vitro and in vivo anti-plamodial activities of *Gynura procumbens*. *Sains Malays*. 41: 1535-1542.
- Widhianto B.D., dan Kurniawati A, 2010. Studi karakter isiologi dan Aatomi sambung nyawa (*Gyanurab procumbens* (L) Merr.) yang dipapar dengan sinar UV-B, *Makalah Seminar Departemen Agronomi Dan Hortikultura Fakultas Pertanian*. IPB, Bogor.
- Winarni, D., 2009. Potensi androgenik akar ginseng Jawa (*Talinum paniculatum* Gaertn.) pada kondisi testosteron rendah, disertasi, Fakultas MIPA, Universitas Airlangga, Surabaya.
- Zahra, A.A., Kadir, F.A., Mahmood A.A., Alhadi, A.A., Suzy S.M., and Sabri S.Z. 2011. "Acute toxicity study and wound healing potential of *Gynura procumbens* leaf extract in rats". *J. Med. Plant Res.* 5: 2551-2558.
- Zhang, X.F. and Tan, B.K. 2000. "Effects of an ethanolic extract of *Gynura procumbens* on serum glucose, cholesterol and triglyceride levels in normal and streptozotocin induced diabetic rats". In *Singapore Medical Journal* 41:9-13.
- Zheng, G.D., Shuai, L.Q.W., Li, D.M. and Zhu, Y.T. 2014. "Extraction and antibacterial effects of *Gynura procumbens* leaves". *Shipin Keji* 39:218-221.
- Zhong, J.J. 2010. "Recent advances in bioreactor engineering". In *Korean J. Chem. Eng*, 27:1035-1041.

## DAFTAR RIWAYAT HIDUP

Nama : Dr. Yosephine Sri Wulan Manuhara,  
M.Si

NIP : 19640303 198810 2 001

Pangkat/Gol. : Pembina/IV-a

Jabatan : Guru Besar

Tempat/Tanggal Lahir : Tulungagung, 3 Maret 1964

Alamat Rumah : Perum. ITS Hidrodinamika III/T 63  
Surabaya 60111  
HP. 08123182357

Kantor/Unit Kerja : Departemen Biologi, Fakultas Sains  
dan Teknologi Universitas Airlangga

Alamat Kantor : Departemen Biologi FST Universitas  
Airlangga Jl. Mulyorejo (Kampus C  
UNAIR) Surabaya – 60115  
Telp. (031) 5936501, 5936502

Alamat e-mail : wulanmanuhara@gmail.com  
yosephine-s-w-m@fst.unair.ac.id

Nama Suami : Drs. R. Djarot Sugiarso KS, M.S

Nama Anak : 1. Patrisia Amanda Pascarina,  
S.I.Kom., M.A  
2. Stefanus Ivan Ariadi

## RIWAYAT PENDIDIKAN

No.	Strata Pend.	Tempat	Tahun	Bidang	Gelar
1.	SD	Katolik "Santa Maria", Tulungagung	1970-1976	-	-
2.	SMP	Negeri I, Tulungagung	1976-1980		
3.	SMA	Katolik "St. Louis", Surabaya	1980-1983		
4.	S-1	Biologi FMIPA Universitas Airlangga	1983-1987	Biologi	Dra.
5.	S-2	Fakultas Pascasarjana Universitas Gadjah Mada	1992-1994	Biologi (Kultur Jaringan Tumbuhan)	M.Si.
6.	S-3	Fakultas Pascasarjana Universitas Gadjah Mada	2001-2005	Biologi (Bioteknologi Tanaman)	Dr.

## MATA KULIAH YANG DIAMPU

No.	Prodi S-1	Prodi S-2	Prodi S-3
1.	Biologi Dasar I	Kapita Selektta Kultur Jaringan Tumbuhan	Fisiologi Zat Hara
2.	Biologi Sel	Fisiologi Zat Tumbuh	Bioteknologi Tanaman
3.	Fisiologi Tumbuhan	Fisiologi Zat Hara	

36

No.	Prodi S-1	Prodi S-2	Prodi S-3
4.	Kultur Jaringan Tumbuhan	Biokimia Tanaman	
5.	Rekayasa Genetika	Bioteknologi Tanaman	

## TUGAS TAMBAHAN

No.	Peran	Institusi	Tahun
1.	Koordinator Bidang Akreditasi, Badan Penjaminan Mutu	Universitas Airlangga	2016-sekarang
2.	Ketua Program Studi Magister Biologi	Departemen Biologi, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Airlangga	2011-2015
3.	Ketua Program Studi Magister Biologi	Departemen Biologi, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Airlangga	2008-2010

## TRAINING PROFESIONAL

No.	Tahun	Jenis Pelatihan (Dalam/Luar Negeri)	Penyelenggara	Jangka Waktu
1.	1989	Teknologi Fermentasi	PAU-Institut Teknologi Bandung, Indonesia	3 bulan

37

No.	Tahun	Jenis Pelatihan (Dalam/Luar Negeri)	Penyelenggara	Jangka Waktu
2.	1990	Teknologi Mikoriza	PAU-Institut Pertanian Bogor	2 bulan
3.	2000	Plant Tissue Culture	JSPS (Japan Society of the Promotion of Science), Nagoya University, Jepang	3 bulan
4.	2006	Molecular Biology (Site Directed Mutagenesis)	KNAW Mobility Program, The Netherlands, Belanda	2 bulan

## PUBLIKASI INTERNASIONAL

No.	Karya Ilmiah	Peran
1.	Nurisa, A., Kristanti, A.N., <b>Manuhara, Y.S.W.</b> , 2017. Effect of sucrose, erythrose 4-phosphate and phenylalanine on biomass and flavonoid content of callus culture from leaves of <i>Gynura procumbens</i> Merr. AIP Conference Proceeding of the 4 <sup>th</sup> International Conference on Research, Implementation and Education of Mathematics and Science.	Corresponding -author
2.	Dewi, A.M., <b>Manuhara, Y.S.W.</b> , Winarsih, S., Purnobasuki, H. 2017. Growth and development of plant tissue culture and conventional seed source from several varieties sugar cane ( <i>Saccharum officinarum</i> L.) on field. Bioscience Research 14(2): 323-330.	Co-author

No.	Karya Ilmiah	Peran
3.	Lestari, S.R., Sugiharto, Kristanti, A.N., <b>Manuhara, Y.S.W.</b> , 2017. Biomass and Flavonoid Production of <i>Gynura procumbens</i> (Lour.) Merr. Axillary Shoot Cultured Induced by Sucrose and Erythrose 4-Phosphate. Scholars Academic Journal of Biosciences 5(4):257-263.	Corresponding -author
4.	Solim, M.H., Kristanti, A.N., <b>Manuhara, Y.S.W.</b> , 2017. Influence of Explant Position on Growth of <i>Talinum paniculatum</i> Gertn. Adventitious Root in Solid Medium and Enhanced Production Biomass in Balloon Type Bubble Bioreactor. IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science 58, article number 012023	Corresponding -author
5.	Utami, E.S.W., Hariyanto, S., <b>Manuhara, Y.S.W.</b> , 2017. In Vitro Propagation of the Endangered Medicinal Plant Orchid, <i>Dendrobium lasianthera</i> J.J.Sm through Mature seed Culture. Asian Pasific Journal of Tropical Biomedicine, vol 7(5): 406-410, 2017	Co-Author
6.	Kusuma, D.Y., Kristanti, A.N., <b>Manuhara, Y.S.W.</b> , 2016. Effect of Sucrose and Immersion Frequency on Production of Adventitious Roots and Secondary Metabolites of <i>Gynura procumbens</i> (Lour.) Merr in Temporary Immersion Bioreactors. Asian Journal of Plant Science, Vol. 16: 24-36, 2016.	Corresponding -author

No.	Karya Ilmiah	Peran
7.	Harmonis, H.R., Astuti, A.F., <b>Manuhara, Y.S.W.</b> , 2016. An Efficient Protocol of <i>Agrobacterium</i> -mediated Transformation of Sugarcane by Optimizing of Duration of Co-cultivation and Age of Callus. Asian Journal of Biological Sciences 9: 53–59, 2016.	Corresponding - author
8.	Sulfahri, Ni'matuzahroh, <b>Manuhara, Y.S.W.</b> , 2016. Studies on The Hungate technique for ethanolfermentation of algae <i>Spirogyra hyalina</i> using <i>Saccharomyces cerevisiae</i> . Biofuels. Vol. 7:1-6, 2016.	Co-author
9.	<b>Manuhara, Y.S.W.</b> , Kristanti, A.N., 2016. Biomass Production of Adventitious Roots of <i>Gynura procumbens</i> (Lour.) Merr in Different Type of Liquid Culture. Asean Microbial Biotechnology Conference 2016, Bali.	Author
10.	<b>Manuhara, Y.S.W.</b> , Kristanti, A.N, Utami, E.S.W., Yachya, A., 2015. Effect of Sucrose and Potasium Nitrate on Biomass and Saponin Content of <i>Talinum paniculatum</i> Gaertn. Hairy Root in Balloon-Type Bubble Bioreactor. Asian Pasific Jounnal of Tropical Biomedicine Vol. 5 (12): 1027–1032.	Author
11.	<b>Manuhara, Y.S.W.</b> , Kristanti, A.N., Utami, E.S.W., 2015. Optimization of Culture Conditions of <i>Talinum paniculatum</i> Gaertn. Adventitious Roots in Balloon Type Bubble Bioreactor Using Aeration Rate and Initial Inoculum Density. Asian Journal of Biological Sciences Vol 8 (2): 83–92.	Author

No.	Karya Ilmiah	Peran
12.	Santoso, U., <b>Manuhara, Y.S.W.</b> , Kusriningrum, 2014. <i>Dendrobium spectabile</i> (Blume) Mig. In Vitro Culture and Its Acclimatization on MUS Media eith Antimicrobial and Alcoholic Sugar Supplementation. Journal of Biological Research Vol 20: 36–41.	Co-author
13.	<b>Manuhara, Y.S.W.</b> , Saputri, N.O.S., Kristanti, A.N., 2014. Production of Adventitious Root and Saponin of <i>Talinum paniculatum</i> (Jack) Gaertn in Temporary Immersion Bioreactor. Scholar Academic Journal of Bioscience Vol 2 (4): 246–251.	Author
14.	Widiarso, T., <b>Manuhara, Y.S.W.</b> , Hariyanto, S., 2014. Potency of Diethilene Triamine Penta Acetic Acid to Improve Cu Absorption by <i>Crotalaria juncea</i> from Soil Contaminated Electroplating Waste. Journal of Applied Phytotechnology in Environmental Sanitation 3 (4): 123–130.	Corresponding Author
15.	<b>Manuhara, Y.S.W.</b> , Depari, T.V B., Pristantho, T.F., 2013. Effect of Drought Stress Induced by Polyethylen Glycol (PEG6000) on Callus of <i>Hellianthus annuus</i> cv. Berastagi. Journal of Applied Phytotechnology in Environmental Sanitation 2(3): 73–78.	Author
16.	Sulfahri, <b>Manuhara, Y.S.W.</b> , 2013. Effect of Salinity and Gandasil D on <i>Spyrogyra</i> Biomassa in Non Aerated Culture. Journal of Applied Phytotechnology in Environmental Sanitation 2 (2): 53–58.	Co-author

No.	Karya Ilmiah	Peran
17.	Sulfahri, Ni'matuzahroh, <b>Manuhara, Y.S.W.</b> , 2012. Optimization of The Bioconversion of <i>Spyrogyra hyalina</i> Hydrolysate to Become Ethanol Using <i>Zymomonas mobilis</i> . Journal of Applied Environmental and Biological Sciences 2 (8): 374-379.	Co-author
18.	<b>Manuhara, Y.S.W.</b> , Yachya, Kristanti, A.N., 2012. Effect of Aeration and Inoculum Density on Biomass and Saponin Content of <i>Talinum paniculatum</i> Gaertn. Hairy Root in Balloon-Type Bubble Bioreactor. Journal of Pharmaceutical & Biomedical Sciences 2 (4): 47-52.	Author
19.	Yachya, A., <b>Manuhara, Y.S.W.</b> , 2011. The Effect of Subculture on Hairy Root Development of Java Ginseng ( <i>Talinum paniculatum</i> Gaertn.). Proceeding 3 <sup>rd</sup> International Conference and Workshops on Basic and Applied Sciences, Surabaya.	Co-author
20.	<b>Manuhara, Y.S.W.</b> , 2011. Plant Hairy Root Culture: A Promising System to Produce Secondary Metabolite. Invited speaker. Proceeding 3 <sup>rd</sup> International Conference and Workshops on Basic and Applied Sciences, Surabaya.	Author
21.	<b>Manuhara, Y.S.W.</b> , 2010. Transformation Efficiency of <i>Talinum paniculatum</i> Gaertn. with <i>Agrobacterium rhizogenes</i> for Hairy Root Production. International Biotechnology Seminar, University of Muhammadiyah Malang, 27-30 July, 2010.	Author

No.	Karya Ilmiah	Peran
22.	<b>Manuhara, Y.S.W.</b> , Puspaningsih, N.N.T., Astuti, S.P., 2009. Purification of $\beta$ -1,3-endoglucanase from Cabbage ( <i>Brassica oleracea</i> cv. Capitata L.) by Ion Exchange Chromatography. Proceeding of International Conference and Workshops on Basic and Applied Sciences & Regional Annual Fundamental Science Seminar, Malaysia.	Author
23.	<b>Manuhara, Y.S.W.</b> , Sumardi, I., Sudjadi, S., Taryono., 2007. <i>Agrobacterium</i> -mediated transformation of cabbage ( <i>Brassica oleracea</i> var. capitata L.) with soybean $\beta$ -1,3-endoglucanase. USM-UNAIR First Collaborative Conference. Biotechnology and Pharmaceuticals: Enhancing the Quality of Life. Universiti Sains Malaysia, Penang Malaysia.	Author
24.	Puspaningsih, N.N.T., <b>Manuhara, Y.S.W.</b> , Kralj, S., Dijkstra, B.W., Dijkhuizen, L., 2007. Improving Bifunctional Enzyme alpha-L-Arabinofuranosidase from <i>Geobacillus thermoleovorans</i> IT-08 by Site Directed Mutagenesis. International Conference and Workshop on Basic and Applied Sciences, Surabaya.	Co-author
25.	<b>Manuhara, Y.S.W.</b> , Sumardi, I., Sudjadi, S., Taryono, 2006. Expression of Soybean $\beta$ -1,3-endoglucanase cDNA and Effect on Disease Tolerance in Transgenic Cabbage Plants. Proceeding ASEAN Biochemistry Seminar, Surabaya.	Author



## PUBLIKASI NASIONAL

No.	Karya Ilmiah	Peran
1.	Caecilia Noviati Linggasari, <b>Yosephine Sri Wulan Manuhara</b> , Edy Setiti Wida Utami, 2014. Pengaruh Penambahan Ekstrak Alga <i>Eucheuma cottonii</i> Terhadap Keberhasilan Mikropropagasi Tebu ( <i>Saccharum officinarum</i> L.) varietas VMC 86-550. Jurnal Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Vol.17 (1): 14-18	Co-author
2.	<b>Y. Sri Wulan Manuhara</b> , 2010. Perbanyak <i>Anthurium plowmanii</i> Croat Menggunakan Eksplan Daun dan Tangkai Daun Secara <i>In Vitro</i> . Jurnal Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Vol.13 (1): 26-33	Author
3.	Y. Sri Wulan Manuhara, 2010. Isolasi dan Karakterisasi Enzim $\beta$ -1,3-endoglukanase dari Tanaman Kubis ( <i>Brassica oleracea</i> cv. capitata L.). Berkala Penelitian Hayati, Vol. 15(2): 99-104	Author
4.	<b>Y. Sri Wulan Manuhara</b> , Ni Nyoman Tri Puspaningsih, Sri Puji Astuti W, Widhi Dyah Savitri, 2008. Uji Ketahanan Berbagai Hibrida Tanaman Kubis ( <i>Brassica oleracea</i> cv. Capitata L.) Terhadap Infeksi Jamur Patogen Seminar Nasional Biodiversitas II, Universitas Airlangga, Surabaya	Author

No.	Karya Ilmiah	Peran
5.	<b>Y. Sri Wulan Manuhara</b> , 2006. Pengembangan Metode Transformasi Genetik Tanaman untuk Meningkatkan Kesejahteraan Hidup Manusia. Pembicara Utama pada Seminar Nasional Biodiversitas FMIPA Biologi Universitas Airlangga, Surabaya.	Author

## PEMBICARA DALAM KULIAH TAMU DAN NARASUMBER

No.	Judul	Waktu	Tempat
1.	Kultur <i>In Vitro</i> dalam Medium Cair (Biology Monthly Seminar)	25 Juli 2017	Departemen Biologi, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Airlangga, Surabaya
2.	Kultur <i>In Vitro</i> dalam Medium Cair	13 Juli 2017	Program Studi Biologi, FMIPA, Universitas PGRI Adi Buana, Surabaya
3.	Narasumber Penyusunan Borang Akreditasi Prodi Bioinformatika	16 Maret 2017	Indonesia International Institute for Life Science (i3L), Jakarta
4.	Narasumber Penyusunan Borang Akreditasi Prodi Biomedik dan Rekayasa Hayati	17 Maret 2017	Indonesia International Institute for Life Science (i3L), Jakarta

No.	Judul	Waktu	Tempat
5.	Narasumber Penyusunan Borang Akreditasi Prodi Bioteknologi	22 Maret 2017	Indonesia International Institute for Life Science (i3L), Jakarta
6.	Molecular Farming: Tumbuhan sebagai Bioreaktor untuk Produksi Metabolit Sekunder	4 November 2016	Program Studi Teknobiologi, Universitas Surabaya, Surabaya
7.	Narasumber Penyusunan Borang Akreditasi Prodi Kependidikan Biologi	9 Agustus 2016	FKIP, Universitas Nusantara PGRI, Kediri.
8.	Rekayasa Genetik Tumbuhan	20 November 2014	Program Studi Biologi, Universitas Negeri Surabaya
9.	Perkembangan dan Prospek Bioteknologi <i>In Vitro</i> Tanaman untuk Kemandirian Bangsa	1 Oktober 2014	Prodi Kependidikan Biologi, FKIP, Universitas Nusantara PGRI, Kediri.
10.	Kultur <i>In Vitro</i> Tumbuhan	26 April 2014	Prodi Biologi, Fakultas Biologi Universitas Jenderal Soedirman, Purwokerto

## DAFTAR PENELITIAN

No.	Tahun	Judul	Sumber Dana	Peran
1	2016-2017	Optimasi Produksi Flavonoid pada Kultur In Vitro Tanaman Sambung Nyawa ( <i>Gynura procumbens</i> (Lour.) Merr.) dalam Bioreaktor Perendaman Sementara	Hibah Kompetensi (Kemristekdikti)	Ketua
2	2015-2016	Transformasi gen <i>kna1</i> 1 ke dalam protocorm anggrek <i>Dendrobium</i> <i>lasianthera</i> J.J.Sm: Upaya meningkatkan produksi bibit	PUPT (Kemristekdikti)	Anggota
3	2015	Optimasi Kondisi Pertumbuhan dan Kadar Flavonoid Akar Adventif Tanaman Sambung Nyawa ( <i>Gynura procumbens</i> ) dalam Bioreaktor Bergelembung Tipe Balon	Mandiri	Ketua
4	2014	Aplikasi Elisitor Biotik, Abiotik dan Kombinasinya untuk Meningkatkan Produksi Saponin Ginseng Jawa ( <i>T.</i> <i>paniculatum</i> Gaertn) Secara In Vitro	Penelitian Kerjasama Antar Perguruan Tinggi (Kemristekdikti)	Ketua TPM

No.	Tahun	Judul	Sumber Dana	Peran
5	2013–2014	Peningkatan Biomassa dan Kadar Saponin Akar Rambut Tanaman Ginseng Jawa ( <i>Talinum paniculatum</i> Gaertn) dalam Kultur Cair	PUPT (Kemristekdikti)	Ketua
6	2013	Optimasi Kondisi Akar Adventif <i>Talinum paniculatum</i> Gaertn. dalam Bioreaktor Bergelembung Tipe Balon	Hibah Riset Berskala Nasional FST-UNAIR	Ketua
7	2012	Produksi Biomassa dan Saponin Akar Rambut dan Akar Adventif <i>Talinum paniculatum</i> Gaertn. Pada Berbagai Periode Subkultur	Mandiri	Ketua
8	2011	Pengaruh Subkultur Terhadap Perkembangan dan Produksi Saponin Akar Rambut Tanaman Ginseng Jawa ( <i>Talinum paniculatum</i> Gaertn.)	Mandiri	Ketua
9	2010	Efisiensi Transformasi Tanaman Ginseng Jawa ( <i>Talinum paniculatum</i> Gaertn.) menggunakan <i>Agro-bacterium rhizogenes</i> untuk Menginduksi Akar Rambut	Mandiri	Ketua

No.	Tahun	Judul	Sumber Dana	Peran
10	2007–2008	Isolasi dan Karakterisasi Enzim $\beta$ -1,3-endoglukanase dari Tanaman Kubis Lokal: Upaya Mencari Sumber Gen Ketahanan Tanaman Terhadap Penyakit Akibat Jamur	Penelitian Hibah Bersaing DP2M, DITJEN DIKTI DEPDIKNAS	Ketua
11	2006	Improving the Activity and Specificity of $\alpha$ -L-arabinofuranosidase (Abfa) from <i>Bacillus thermoleovorans</i> IT-08 expressed in <i>Escherichia coli</i> .	KNAW Mobility Program, The Netherlands.	Anggota

#### DAFTAR PENGABDIAN KEPADA MASYARAKAT

No.	Tahun	Judul Kegiatan	Peran
1	2017	Ipteks Bagi Peternak: Aplikasi Teknik Akuaponik Perternak Lele di Desa Lebo Kabupaten Sidoarjo	Ketua
2	2016	Pelatihan Anaisis Hubungan Kekerabatan dengan Metode Kladistik untuk Guru SMA di Propinsi Jawa Timur Pelatihan Analisis Lingkungan untuk Siswa SMA	Instruktur  Instruktur

No.	Tahun	Judul Kegiatan	Peran
3	2015	Pelatihan Pembuatan Sediaan Fagositosis Bagi Guru SMA se Jawa Timur	Instruktur
		Pelatihan Isolasi dan Identifikasi Protein untuk meningkatkan Kompetensi Guru Biologi SMA di Surabaya dan Sidoarjo	Instruktur
4	2014	Pelatihan Pembuatan Pupuk Organik Cair pada Kelompok Tani, Kecamatan Krian Kabupaten Sidoarjo	Instruktur
		Pelatihan Genetika Molekuler untuk Meningkatkan Kompetensi Alumni Biologi – Fakultas Sains dan Teknologi (Sebagai Guru Biologi SMA)	Instruktur
5	2013	Pelatihan Genetika Molekuler untuk Meningkatkan Kompetensi Alumni Biologi – Fakultas Sains dan Teknologi (Sebagai Guru Biologi SMA)	Instruktur
6	2012	Pelatihan Isolasi dan Fusi Protoplas bagi Tenaga Laboran Fakultas Teknobiologi, Universitas Surabaya Pelatihan Budidaya Anggrek	Instruktur
7	2011	Peningkatan Kompetensi Guru-guru Sekolah Dasar se Surabaya dalam Pembelajaran Biologi	Instruktur
8	2010	Pelatihan Biologi Molekuler Tanaman untuk tenaga laboran Fakultas Teknobiologi, Universitas Surabaya	Instruktur

No.	Tahun	Judul Kegiatan	Peran
9	2008	Menulis buku Biologi untuk Sekolah Menengah Kejuruan (Pertanian dan Kesehatan), 2008, Dirjen. Dikmenjur., Depdiknas, No.Kontrak: 3747cc/C5.3/Kep/KP/2008	Penulis
		Technical Assistant (konsultan perorangan) Program Hibah Kompetisi Berbasis Institusi pada Laboratorium Bioteknologi Tanaman Program Studi Biologi Universitas Surabaya, tahun 2008, No.Kontrak: 003/B.2.1/TA/PHKI-UBAYA/IX/2008	Konsultan
		Pelatihan Persiapan Olimpiade untuk Siswa SMAN 15 Surabaya, 30 Nopember 2007 – 15 Pebruari 2008	Instruktur
10	2007	Pelatihan Budidaya Kultur Jaringan Anggrek untuk Pedagang Bunga Surabaya, Nopember 2007	Instruktur
		Pelatihan Dasar-dasar Rekayasa Genetika Bagi Siswa Sekolah Menengah Atas di Surabaya, 11 September 2007	Instruktur
		Pelatihan Budidaya Anggrek Secara Kultur Jaringan, 18-20 Juni 2007	Instruktur
		Pelatihan dan Pengayaan materi Biologi untuk Siswa SMA Negeri 3 Madiun, 3 Pebruari 2007	Instruktur

No.	Tahun	Judul Kegiatan	Peran
11	2006	Pelatihan dan Pengayaan Materi Biologi untuk Siswa dan Guru SMA Negeri I Probolinggo, 2 Pebruari 2006	Instruktur
		Pengayaan Materi Olimpiade Biologi Tingkat Propinsi untuk Siswa SMAN 5, SMAN 6, SMA Bayangkara dan SMAK St. Louis Surabaya, 1, 2 dan 6 Juni 2006	Instruktur
		Pengayaan Materi Olimpiade Biologi Tingkat Propinsi untuk Siswa SMAN 3 Madiun dan SMAKr. Petra 2 Surabaya, 5-9 Jun 2006	Instruktur
		Pelatihan Teknik Kultur Jaringan Tumbuhan Bagi Siswa SMUA Negeri di Surabaya, 16 November 2006	Instruktur

### PENULISAN BUKU

No	Judul Buku	Tahun	Jumlah Halaman	Penerbit
1.	Kapita Selektu Kultur Jaringan Tumbuhan	2014 ISBN 978-602-7924-44-4	168	Airlangga University Press

### TANDA PENGHARGAAN

No.	Tahun	Nama Penghargaan
1.	1987	Lulusan Terbaik FMIPA Universitas Airlangga
2.	2013	Karya Satya Lencana 20 tahun dari Pemerintah Republik Indonesia
3.	2016	Insentif Artikel pada Jurnal Internasional dari Kementerian Riset, Teknologi dan Pendidikan Tinggi