

**VOLUME 15, NOMOR 1 MARET 2021**

**ISSN: 1907-8056  
e-ISSN: 2527-5410**

# **AGROINTEK**

**JURNAL TEKNOLOGI INDUSTRI PERTANIAN**

**JURUSAN TEKNOLOGI INDUSTRI PERTANIAN  
UNIVERSITAS TRUNOJOYO MADURA**

## **AGROINTEK: Jurnal Teknologi Industri Pertanian**

Agrointek: Jurnal Teknologi Industri Pertanian is an open access journal published by Department of Agroindustrial Technology, Faculty of Agriculture, University of Trunojoyo Madura. Agrointek: Jurnal Teknologi Industri Pertanian publishes original research or review papers on agroindustry subjects including Food Engineering, Management System, Supply Chain, Processing Technology, Quality Control and Assurance, Waste Management, Food and Nutrition Sciences from researchers, lecturers and practitioners. Agrointek: Jurnal Teknologi Industri Pertanian is published four times a year in March, June, September and December.

Agrointek does not charge any publication fee.

Agrointek: Jurnal Teknologi Industri Pertanian has been accredited by ministry of research, technology and higher education Republic of Indonesia: 30/E/KPT/2019. Accreditation is valid for five years. start from Volume 13 No 2 2019.

### **Editor In Chief**

Umi Purwandari, University of Trunojoyo Madura, Indonesia

### **Editorial Board**

Wahyu Supartono, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta, Indonesia

Michael Murkovic, Graz University of Technology, Institute of Biochemistry, Austria

Chananpat Rardniyom, Maejo University, Thailand

Mohammad Fuad Fauzul Mu'tamar, University of Trunojoyo Madura, Indonesia

Khoirul Hidayat, University of Trunojoyo Madura, Indonesia

Cahyo Indarto, University of Trunojoyo Madura, Indonesia

### **Managing Editor**

Raden Arief Firmansyah, University of Trunojoyo Madura, Indonesia

### **Assistant Editor**

Miftakhul Efendi, University of Trunojoyo Madura, Indonesia

Heri Iswanto, University of Trunojoyo Madura, Indonesia

Safina Istighfarin, University of Trunojoyo Madura, Indonesia

### **Alamat Redaksi**

DEWAN REDAKSI JURNAL AGROINTEK

JURUSAN TEKNOLOGI INDUSTRI PERTANIAN

FAKULTAS PERTANIAN UNIVERSITAS TRUNOJOYO MADURA

Jl. Raya Telang PO BOX 2 Kamal Bangkalan, Madura-Jawa Timur

E-mail: [Agrointek@trunojoyo.ac.id](mailto:Agrointek@trunojoyo.ac.id)



## PENANGANAN DAN PENERAPAN TEKNOLOGI PASCAPANEN TANAMAN OBAT

Harto Widodo\*, Dyah Subositi

*Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Tanaman Obat dan Obat Tradisional (B2P2TOOT)  
Badan Penelitian dan Pengembangan Kesehatan, Kementerian Kesehatan*

### Article history

*Diterima:*  
3 Juli 2020  
*Diperbaiki:*  
21 Oktober 2020  
*Disetujui:*  
22 Oktober 2020

### Keyword

*Medicinal plant;  
Postharvest;  
Technology*

### ABSTRACT

*Post-harvest handling of medicinal plants (MP) is an important process for providing medicinal materials which either directly used as a simplicia or further processed products. Improper handling will deteriorate the physical, chemical and biological (microbial contamination) quality of simplicia. Otherwise, the appropriate process will achieve good quality products especially the target active constituents of medicinal plants that can be maintained, or even increased. The purpose of this paper was to discuss the important aspects of postharvest management and the application of technology to reduce the loss of quality and quantity of medicinal plant yields. The post-harvest process of medicinal plants generally includes the stages of fresh sorting, washing, draining, cutting, drying, dry sorting, packaging and storing. The principle of postharvest handling of medicinal plants must be based on obtaining the product with the lowest possible cost, water content, energy consumption, space, and resources, and with the highest physical, chemical, and biological quality. The best postharvest handling methods for one medicinal plant cannot be generally applied to other medicinal plants. Proper post-harvest technologies should be developed for an individual MP to achieve quality products. Comprehensive research on postharvest handling process is needed for individual MP commodity based on the characteristics of each ingredient and the target of active principles so that the most suitable method for each type of medicinal plant is obtained.*

© hak cipta dilindungi undang-undang

---

\* Penulis korespondensi  
Email : hart2wido2@gmail.com  
DOI 10.21107/agrointek.v15i1.7661

## PENDAHULUAN

Budidaya tanaman obat (TO) bisa diibaratkan sebuah manufaktur dalam produksi senyawa berkhasiat obat. Zat aktif TO dapat ditingkatkan melalui rekayasa teknik budidaya seperti pemupukan dan pemberian zat pengatur tumbuh (ZPT) hingga mencapai kadar (massa) yang dikehendaki dengan kuantitas (persatuan luas lahan) sesuai yang ditargetkan. Perlakuan pemupukan yang tepat dapat meningkatkan produksi bahan aktif dari suatu tanaman. Pemberian nitrogen:fosfor:kalsium (NPK) dengan dosis tertentu dapat meningkatkan produksi metabolit sekunder hingga 15,5% pada sambiloto (*Andrograpis paniculata*) dan 40,5% pada pule pandak (*Rauvolfia serpentina*). Demikian juga pemupukan dengan unsur mikro seperti Mg, Mn, dan Fe dapat meningkatkan produksi minyak esensial 10 – 22 % pada tanaman menta dan palmarosa (Chatterjee, 2002).

Secara umum kondisi senyawa berkhasiat obat yang dihasilkan pada waktu tanaman masih tumbuh baik liar maupun melalui budidaya tersebut selanjutnya ditentukan oleh penanganan panen dan proses pascapanen. Pengelolaan pascapanen tumbuhan obat untuk menghasilkan simplisia merupakan serangkaian perlakuan yang diberikan pada hasil panen hingga produk siap dikonsumsi (Katno, 2008).

Pada umumnya kandungan zat aktif tanaman tidak akan dapat ditingkatkan setelah tanaman dipanen sehingga karakter biokimia dan fisiologis dalam penanganan kualitas harus diperhatikan (Patel *et al.*, 2019) artinya proses pascapanen sangat menentukan keberadaan senyawa aktif yang berkhasiat untuk pengobatan (Su *et al.*, 2019). Pengelolaan pascapanen yang salah dapat mengubah, menurunkan, atau merusak zat aktif suatu tanaman menjadi zat yang tidak memiliki efek terapi bahkan

dapat membahayakan kesehatan. Selain itu, penurunan kualitas fisik yang nyata akan berdampak terhadap berkurangnya nilai ekonomis (Katno, 2008). Untuk itu dalam makalah ini dibahas pentingnya pengelolaan pascapanen tumbuhan obat. Sedikit berbeda dengan komoditas pangan, yang lebih diarahkan pada meningkatkan kualitas sensoris (penampakan menarik, bau dan rasa lebih enak), pada tumbuhan obat pengelolaan pascapanen lebih ditekankan pada mempertahankan atau meningkatkan zat aktif yang berkhasiat obat serta memenuhi kualitas fisik, kimia, biologis serta mengikuti aturan yang telah ditetapkan. Selain itu juga dibahas penerapan teknologi pascapanen untuk mempertahankan atau bahkan meningkatkan kualitas hasil panen TO. Hal ini penting untuk dibahas karena terbatasnya informasi terkait pengelolaan pascapanen tumbuhan yang belum sejalan dengan minat dan kebutuhan bahan obat alami yang semakin diminati.

## METODE

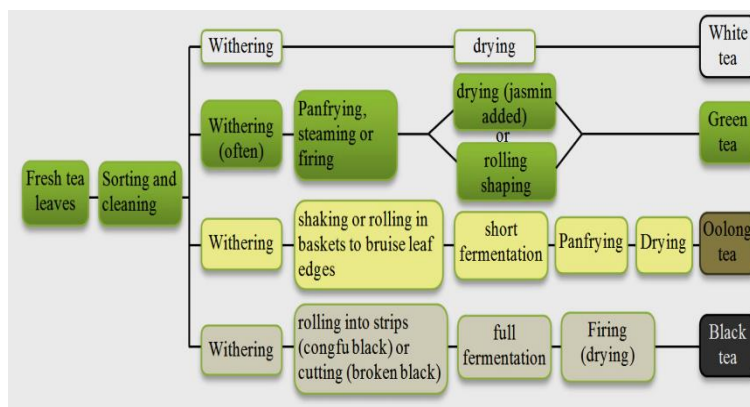
Makalah ini disusun melalui studi literatur menggunakan beberapa portal basis data termasuk *Scopus*, *PubMed*, *Google Cendekia*, dan *ResearchGate*. Beberapa kata kunci yang digunakan selama pencarian informasi adalah *postharvest*, *preservation*, *drying*, *storage*, *fermentation*, *plasma*, *ion cluster*, *medicinal plant* yang dilakukan pada bulan Juli 2019 - Agustus 2020 untuk mendapatkan publikasi ilmiah berupa jurnal. Selain itu dikarenakan terbatasnya hasil penelitian yang mengkaji tumbuhan obat dan beragamnya produk tumbuhan obat, agar dapat memberikan informasi yang lebih komprehensif digunakan pula buku, peraturan, standar operasional prosedur (SOP) terkait pengelolaan pascapanen tumbuhan obat.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Arti Penting Pengelolaan Pascapanen Tanaman Obat

Menurut Peraturan Menteri Pertanian No 73 tahun 2013 pascapanen adalah rangkaian kegiatan yang dimulai dari pengumpulan hasil panen, proses penanganan pascapanen hingga produk siap diantarkan ke konsumen. Pengelolaan pascapanen TO dimulai sejak bahan dipanen sehingga menjadi suatu produk dapat dikonsumsi. Pentingnya pengelolaan pascapanen dalam proses penyediaan bahan baku obat: (1) Proses pascapanen berfungsi sebagai benteng pertahanan untuk menjaga kadar zat aktif tidak menurun, kualitas fisik dan biologis bahan tetap terjaga dengan baik dengan cemaran mikroba seminimal mungkin. Menurut Patel *et al.* (2019) umumnya kualitas dan kondisi keseluruhan produk segar tidak dapat ditingkatkan setelah panen. Sebagian besar senyawa kimia TO akan mengalami penurunan setelah dipanen. Proses pascapanen ditekankan untuk meminimalisir kehilangan atau penurunan kandungan zat aktif dari hasil panen. (2) Proses pascapanen yang berbeda akan menghasilkan produk yang berbeda. Produk teh putih, teh hijau, teh oolong dan teh hitam merupakan implikasi perbedaan proses pascapanen yang berbeda dari daun *Camellia chinensis* (Gambar 1.). (3)

Kandungan zat berkhasiat terapeutik pada TO tertentu terbentuk selama proses pascapanen. Senyawa untuk pengobatan penyakit kardiovaskuler yaitu asam salvianolat dari akar tanaman sage merah (*Salvia miltiorrhiza*) merupakan produk pascapanen. Perlakuan stres dehidrasi memacu peningkatan asam salvianolat dari 0,01% menjadi 5,51%, bahkan pembentukan asam salvianolat B tertinggi dicapai pada pemanasan 130 °C selama 80 menit (Zhou *et al.*, 2014). Menurut Steffan *et al.* (2005) ditemukannya senyawa *apigenin* dan *luteolin* pada daun jati belanda (*Guazuma ulmifolia* Lamk.) yang dikeringkan dengan diangin-anginkan (PAA) merupakan hasil degradasi prekursor glikosida. (4) Penanganan pascapanen yang salah dapat mengakibatkan kualitas bahan yang dihasilkan tidak memenuhi standar kualitas, menghasilkan efek terapi yang berbeda, bahkan dapat membahayakan kesehatan bila dikonsumsi. Musilago yang terkandung dalam daun jati belanda memiliki efek sebagai penekan nafsu makan sehingga dapat digunakan sebagai pelangsing. Penanganan pascapanen yang salah yang menyebabkan terurainya musilago menjadi monosakarida dapat mengakibatkan hilangnya khasiat tersebut, sebaliknya monosakarida dapat menambah kalori yang dapat meningkatkan berat badan (Katno, 2008). Penanganan pascapanen yang tidak tepat dapat



Gambar 1. Proses untuk menghasilkan berbagai produk teh (O-tang, 2008).

menyebabkan simplisia yang dihasilkan mengandung mikroba patogen seperti bakteri dan jamur penghasil toksin yang membahayakan kesehatan (Chandra *et al.*, 2018) seperti *Aspergillus sp.*, *Penicillium sp.* dan *Fusarium sp.* (Lisboa *et al.*, 2018) Tabel 1.

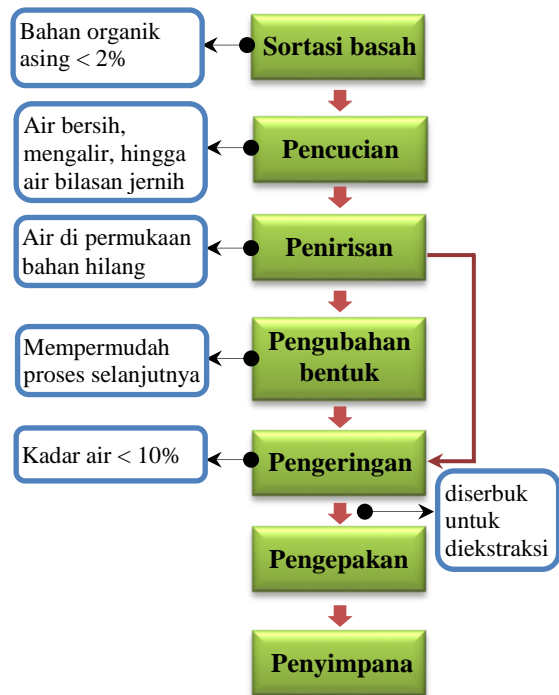
Tabel 1. Penanganan pascapanen

Parameter	Proses pascapanen yang tidak tepat	Akibat
Kualitas fisik	Warna tidak menarik, ukuran tidak seragam, meningkatnya bahan asing (pengotor).	Kurang diterima pasar, meningkatnya bahan yang terbuang, meningkatkan cemaran mikroba.
Kualitas kimia	Berkurang atau hilangnya senyawa berkhasiat (Pandey dan Savita, 2017).	Menurun dan hilangnya khasiat
Kualitas biologis	Cemaran mikroba meningkat melebihi batas yang diperkenankan $>10^5$ CFU*/g (Sousa Lima <i>et al.</i> , 2020).	Menurunnya umur simpan (kerusakan fisik dan kualitas kimia), meningkatnya risiko keracunan dan kematian.

\*CFU: *colony forming unit*

**Proses Pascapanen Tanaman Obat**

Keberhasilan pengelolaan hasil panen sangat ditentukan oleh ketepatan penanganan di setiap tahap proses pascapanen sejak masih berupa bahan baku hingga pengemasan produk jadi atau setengah jadi (B2P2TOOT, 2019), yaitu (Gambar 2.):



Gambar 2. Proses pascapanen tumbuhan obat

**Sortasi basah**, dilakukan pada saat hasil panen TO tiba di tempat pemrosesan, dilakukan pemeriksaan untuk memastikan bahan yang dipanen dalam keadaan segar (baru dipanen) dan tidak banyak yang

rusak atau busuk. Sortasi adalah pemisahan kotoran dan/atau bahan asing yang terdapat pada tanaman seperti tanah, kerikil, rumput, gulma dan bagian tanaman yang tidak diinginkan (bahan yang busuk/kering atau bahan yang muda dan yang tua) serta untuk mengurangi jumlah pengotor yang ikut terbawa dalam hasil panen.

**Pencucian**, dilakukan sesegera mungkin setelah sortasi dengan tujuan untuk menghilangkan kotoran yang menempel pada bahan yang tidak bisa dihilangkan pada waktu sortasi basah, menurunkan jumlah mikroba, dan membuat penampilan fisik simplisia lebih menarik. Pencucian dilakukan dengan air bersih (standar air minum) yang mengalir agar kotoran yang terlepas tidak menempel kembali. Kotoran yang menempel kuat atau pada bagian yang susah dibersihkan dapat dihilangkan dengan penyemprotan air bertekanan tinggi. Penyikatan dengan sikat halus baik secara manual maupun mesin sederhana dapat dilakukan pada simplisia yang terdapat banyak lekukan seperti rimpang, akar, umbi dan lain-lain. Untuk kotoran yang melekat sangat kuat pada bahan dapat dihilangkan secara langsung menggunakan pisau.

Pencucian sebaiknya tidak terlalu lama agar simplisia tidak rusak, kualitas bahan tetap baik dan senyawa aktif yang terkandung di dalamnya tidak larut dalam air. Rimpang kunyit (*Curcuma longa*) dan temu putih (*C. zedoaria*) yang dicuci selama 1, 2, dan 3 menit, dirajang dengan ketebalan 15 mm, dan dikeringkan dengan oven suhu 100 °C menghasilkan kandungan kurkuminoid masing-masing berturut-turut 2,4%, 1,9%, 1,3% dan 2,2%, 1,9%, 1,4% (Setiarso *et al.*, 2018).

**Penirisan**, bahan ditempatkan pada keranjang berlubang selanjutnya dipindahkan pada rak-rak peniris.

**Pengubahan bentuk**, berbagai jenis bahan baku simplisia seringkali harus

diubah menjadi bentuk lain seperti irisan, potongan, serutan dan lain-lain, untuk mempermudah proses selanjutnya (pengeringan, penggilingan, pengemasan, dan penyimpanan), memperbaiki tampilan fisik dan memenuhi standar kualitas (utamanya keseragaman ukuran, serta membuat produk lebih praktis dan lebih tahan lama selama dalam penyimpanan. Tahap ini harus dilakukan secara hati-hati dengan mempertimbangkan segala faktor yang dapat menurunkan kualitas simplisia akibat perlakuan yang salah.

Pemotongan atau perajangan dilakukan dengan menggunakan pisau tajam yang terbuat dari bahan *stainless steel* untuk mencegah timbulnya reaksi kimia antara bahan dengan permukaan logam dan mencegah kerusakan fisik (memar) pada permukaan pemotongan. Penggunaan mesin yang dirancang secara khusus akan menghasilkan potongan/irisan/serutan yang lebih baik dengan ukuran lebih seragam.

Ukuran potongan/irisan/serutan merupakan salah faktor penentu kualitas simplisia. Semakin tipis akan mempercepat proses pengeringan karena luas permukaan penguapan semakin besar. Tetapi jika irisan terlalu tipis, senyawa aktif terutama senyawa yang sensitif terhadap paparan faktor eksternal (suhu, cahaya, kelembaban, mikroba) selama proses pengeringan dapat berkurang atau rusak. Perubahan komposisi dan kandungan zat dapat mempengaruhi khasiat dan kualitas sensoris (warna, bau, dan rasa), serta simplisia mudah rusak saat dilakukan pengemasan. Irisan rimpang *C. longa* dan *C. zedoaria* dengan ketebalan 15 mm, kandungan minyak esensial dan kurkumin lebih rendah dibandingkan dengan ketebalan irisan 30 mm baik dikeringkan dengan oven (PO) maupun sinar matahari (PSM) langsung. Kurkuminoid *C. longa* dengan ketebalan irisan 30 mm dua kali lebih tinggi (3,9%) dibanding irisan 15

mm (1,9 %) jika dengan PSM dan ditutup kain hitam, sedangkan jika dengan PO pada irisan 15 mm dihasilkan kurkuminoid tiga kali lebih rendah (1,2 %) (Setiarso *et al.*, 2018). Selama proses perubahan bentuk ini selalu diupayakan agar jumlah mikroba tidak meningkat.

Pengubahan bentuk menjadi serbuk yang biasanya dilakukan setelah bahan dikeringkan dapat mengubah komposisi minyak atsiri. Monoterpen hidrokarbon dari daun jeruk purut (*Cirus hystrix*) dapat hilang setelah daun kering dijadikan serbuk, sebaliknya senyawa *derivate phytol* (diterpen) yang tidak terkandung dalam bentuk segar dijumpai pada serbuknya (Setiyoningrum *et al.*, 2018). Pada proses pembuatan serbuk lebih rentan terjadi oksidasi dan perubahan struktur kimia senyawa penyusun sehingga terbentuk senyawa baru karena kerusakan sel dan kelenjar minyak (Sellami *et al.*, 2011).

**Pengeringan**, adalah proses yang sangat krusial karena umumnya produk TO disimpan dalam jangka waktu yang lama ataupun diperdagangkan dalam bentuk kering (Setiyoningrum *et al.*, 2018). Pengeringan merupakan cara yang cepat dan tidak rumit untuk mempertahankan kualitas produk TO, namun demikian biaya dapat mencapai 50 % dari total biaya produksi (Müller dan Heindl, 2006).

Bahan segar mudah rusak dan tidak dapat disimpan dalam waktu lama. Pengeringan akan meningkatkan persediaan dan mempermudah penggunaan dalam waktu lebih lama. Selain itu, pengeringan mempermudah pemasaran, karena bahan telah mengalami pengurangan berat dan volume sehingga mempermudah transportasi dan penyimpanan (Rocha *et al.*, 2011).

Kadar air (k.a.) yang disyaratkan dalam Materia Medika Indonesia (MMI) untuk mencegah kerusakan bahan karena

reaksi enzimatik, pertumbuhan mikroba (jamur, kapang, bakteri) terutama untuk simplisia nabati adalah kurang dari 10%. Karena jenis simplisia beraneka ragam maka proses pengeringan (cara, durasi, dan suhu) juga perlu diperhatikan untuk masing-masing bahan agar diperoleh kualitas seperti yang diinginkan.

Pengeringan dilakukan secara alamiah [diangin-anginkan (PAA) di tempat teduh ataupun PSM] dan secara buatan menggunakan alat dengan memanfaatkan energi panas, listrik atau api. Pengeringan secara mekanik meliputi: *freeze drying* (sublimasi/liopilisasi/pengeringan beku [PB]), *artificial drying*, *microwave drying*, *far infrared drying*, *vacuum drying* dan *spray drying* (Tanko *et al.*, 2005).

Menurut Balzarini *et al.* (2018), PO termasuk dalam proses pengeringan konvensional atau pengeringan tradisional walaupun telah ada sentuhan teknologi yaitu adanya elemen pemanas yang menghasilkan udara panas. PO relatif sederhana dan hemat biaya, namun terdapat beberapa kelemahan yang dapat terjadi seperti warna menjadi lebih gelap/pucat (pencokelatan), penyusutan, dan penurunan kandungan antioksidan (Lee dan Zuo, 2013). Secara umum PO selain lebih cepat juga menghasilkan k.a. yang lebih rendah dari pada PAA, kipas angin, PSM atau kombinasinya (Sulasmis *et al.*, 2016).

Efisiensi pengeringan yang tinggi dicapai pada suhu pengeringan setinggi mungkin namun kualitas produk belum/tidak mengalami penurunan. Suhu maksimum yang dipakai tergantung pada komposisi kimia dari bahan aktif dari spesies TO yang dikeringkan. Golongan glikosida, diperlukan suhu maksimum 100 °C, untuk musilage 65 °C dan untuk jenis minyak atsiri 35-45 °C (Müller dan Heindl, 2006). Kebanyakan minyak atsiri akan berkurang dengan pengeringan di atas 30 °C (Yadegari *et al.*, 2013), bahkan



peningkatan suhu pengeringan dapat menurunkan kandungan minyak atsiri secara konstan (Argyropoulos dan Müller, 2014). Penundaan proses pengeringan dapat menurunkan jumlah minyak atsiri yang dihasilkan (Katno, 2008).

Beberapa hasil panen memerlukan perlakuan pengeringan secara bertahap (dilakukan pelayuan pada suhu dan kelembapan tertentu terlebih dahulu) untuk memberi kesempatan terjadinya proses enzimatis, misalnya pada pengeringan buah vanili (*Vanilla planifolia*), buah cola (*Cola*) dan biji cokelat (*Theobroma cacao*). Akar ginseng yang dikeringkan dengan tiga tingkatan suhu: 38 °C hingga k.a. mencapai 50-55%; suhu pengeringan ditingkatkan menjadi 50 °C k.a. mencapai 18-20% dan suhu dikembalikan ke 38 °C hingga k.a. mencapai 8-10 %, dapat memperpendek waktu pengeringan hingga 40 % tanpa mengurangi mempengaruhi kandungan total ginsenosidanya (Davidson *et al.*, 2004).

Cara pengeringan dapat berpengaruh terhadap kandungan zat aktif bahan. PSM pada brotowali (*Tinospora cordifolia*) menghasilkan *alkaloid tinosporin* dari lebih rendah (0,032 %) dibanding PO (0,040 %) (Padmapriya *et al.*, 2009). Cara pengeringan juga berpengaruh terhadap lama pengeringan yang akhirnya berpengaruh nyata terhadap kandungan minyak atsiri dan kualitas simplisia yang dihasilkan. PAA, PSM, dan PO dengan suhu 40-50 °C pada biji adas (*Foeniculum vulgare*) menghasilkan kandungan minyak atsiri berturut-turut sebesar 4,65 %, 2,39 % dan 3,57 %, sedangkan waktu yang dibutuhkan untuk mencapai k.a. 10 % berturut-turut 29, 8, dan 4 hari (Katno, 1999).

Selain cara pengeringan, suhu pengeringan juga berpengaruh terhadap kandungan zat aktif tanaman, pengeringan dengan suhu 40 °C menghasilkan kandungan *tinosporin* lebih tinggi (0,043

%) dibanding dengan suhu 60 °C (0,035 %). PO pada 30 °C tidak banyak berpengaruh pada senyawa volatil dari sage (*Salvia officinalis* L.) dan timi (*Thymus vulgaris* L.) tetapi pengeringan pada 60 °C menyebabkan hilangnya senyawa volatil secara nyata (Venskutonis, 1997). PO suhu 50 °C selama 12 jam menurunkan minyak esensial jeruk purut (*Citrus hystrix*) hingga 50 %. Penurunan semakin besar (70,67 %) bila setelah pengeringan bahan dibuat serbuk (Setiyoningrum *et al.*, 2018). PO dengan suhu lebih rendah (35 °C) lebih disarankan karena dapat mempertahankan aroma dan kandungan minyak esensial, misalnya pada herba *Melissa officinalis*, selain itu dibutuhkan waktu lebih singkat dari pada PAA (Mirahmadi *et al.*, 2017). Kandungan minyak esensial dan kurkuminoid rimpang *C. longa* dan *C. zedoaria* menurun seiring dengan meningkatnya suhu pengeringan (70 °C hingga 115 °C), demikian juga pada kandungan polisakarida *C. zedoaria* yang berperan sebagai antitumor (Setiarso *et al.*, 2018).

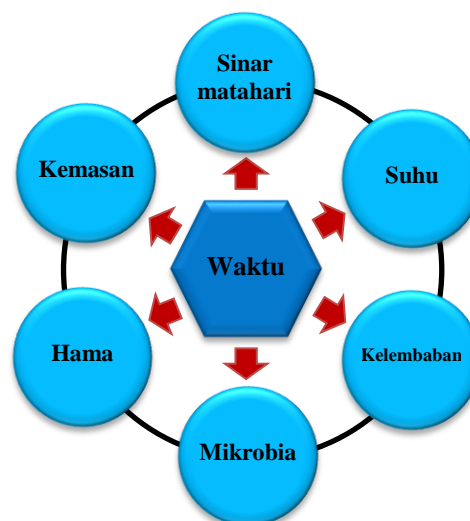
PO dilaporkan dapat menyebabkan tidak aktifnya tanin terkondensasi dari *Eulalia villosa* (Du Toit dan Wolfson, 1996). PO dengan suhu yang tinggi berpengaruh nyata terhadap penurunan polifenol, tanin terkondensasi, dan aktivitas antioksidannya (Abascal *et al.*, 2005).

**Sortasi kering**, merupakan proses sortasi ulang setelah TO dikeringkan untuk memisahkan bahan dari benda-benda asing dan pengotor tidak diinginkan yang masih tertinggal (Sulasmi *et al.*, 2016). Sortasi kering dilakukan untuk menjamin simplisia benar-benar bebas dari bahan asing. Pada tahap ini juga dapat dilakukan grading terhadap bahan sehingga simplisia yang dihasilkan memiliki ukuran seragam. Karena beragamnya produk TO tahap sortasi kering umumnya dilakukan secara manual atau semi manual segera setelah

pengeringan, yaitu bahan terus-menerus disebarakan merata dan dijalankan dalam mesin konveyor dan bahan yang tidak dikehendaki diambil oleh petugas sortasi.

**Pengemasan,** bertujuan untuk menjamin, meningkatkan perlindungan, menjaga khasiat, keamanan, dan kualitas. Kegiatan ini dimaksudkan untuk melindungi simplisia saat pengangkutan, distribusi, dan penyimpanan dari gangguan luar seperti suhu, kelembapan, sinar, cemaran mikroba, serta serangan berbagai jenis serangga. Bahan pengemas sebaiknya dari bahan yang bersifat inert/netral yaitu bahan yang tidak bereaksi dengan simplisia yang berakibat terjadinya perubahan bau, rasa, warna, k.a., dan kandungan senyawa kimianya. Bahan pengemas dipilih yang mampu mencegah terjadinya kerusakan mekanis dan fisiologis (karena pengaruh sinar dan kelembapan), mudah digunakan, tidak terlalu berat dan relatif murah. Pengemasan harus dilakukan sesegera mungkin untuk mencegah kemunduran kualitas karena terpapar kotoran (debu) dan bahan cemaran lain (hama, mikroba, dan lain-lain) (Araújo dan Bauab, 2012).

**Penyimpanan.** Faktor kunci dalam penyimpanan adalah waktu, semua faktor yang berpotensi menyebabkan kerusakan akan mengikuti fungsi waktu (Gambar 3). Penyimpanan daun kering *Matricaria parthenium* L. selama 2 tahun pada kondisi ruang menurunkan kandungan *parthenolide* hingga 50 % (Smith dan Burford, 1992). Sinar matahari langsung, suhu yang tidak sesuai, kelembapan yang terlalu tinggi, dan serangan hama dan mikroba akan berdampak terhadap penurunan kualitas simplisia yang disimpan. Kerusakan fisik maupun kimia bahan tersebut semakin lama akan semakin meningkat, apalagi bila kemasannya tidak bagus.



Gambar 3. Faktor-faktor yang berperan terhadap kualitas simplisia selama penyimpanan

Pengemasan dengan bahan yang kedap udara dapat mempertahankan kualitas bahan yang disimpan serta memperpanjang umur simpan. Simplisia *Artemisia annua* yang disimpan dalam wadah tidak kedap udara cemaran mikroba meningkat dan kandungan artemisinin menurun seiring dengan meningkatnya lama penyimpanan (Sudrajat dan Widodo, 2011). Berbagai jenis simplisia akan menyerap air bila tidak dikemas dengan baik. Kelembapan dan suhu yang tinggi merupakan kondisi yang ideal bagi berkembangnya mikroba yang dapat mempercepat rusaknya simplisia (Chandra *et al.*, 2018).

Berbagai perlakuan pascapanen untuk mengurangi kehilangan hasil baik kualitas maupun kuantitas TO antara lain:

#### **Pengeringan di Tempat Teduh (PTT) atau Pengeringan Diangin-anginkan (PAA)**

Cara ini cukup menghemat energi dan dapat mempertahankan kandungan kimia pada berbagai TO. Proses PTT (terhindar dari cahaya matahari secara langsung) maupun pemberian penutup kain hitam membuat kandungan klorofil sebanding dengan PB, bahkan kandungan asam

askorbat, niasin, karotenoid, dan riboflavin dari *Athrixia phylloides* lebih tinggi dibanding PB, dan berbeda secara nyata dengan PSM dan PO (Mudau dan Ngezimana, 2014).

PTT mengasihkan kandungan minyak atsiri *Laurus nobilis* yang paling tinggi dibanding PO dan pengeringan dengan *infrared* (PIR) (suhu 45 °C dan 65 °C), namun membutuhkan waktu paling lama (10 hari) untuk mencapai k.a. yang diinginkan dibanding metode pengeringan lainnya, 7 hari untuk PO 45 °C, 4 hari untuk PO suhu 65 °C, 4 menit untuk pengeringan *microwave* pada 500 W, 12 jam untuk PIR pada suhu 45 °C dan 7 jam untuk PIR pada suhu 65 °C (Sellami *et al.*, 2011).

#### **Pemberian Bahan Penghambat Kematangan**

Berbagai buah berkhasiat obat setelah dipanen akan cepat mengalami penurunan kualitas bahkan menjadi busuk. Berbagai bahan organik maupun kimia buatan dapat digunakan untuk mempertahankan bahkan meningkatkan hasil panen (Tabel 2.). Pemberian bahan pelapis dari lidah buaya (*Aloe vera*) selain aman untuk dikonsumsi juga dapat meningkatkan umur simpan, mempertahankan kualitas bahan, serta mencegah kerusakan akibat mikroba penyebab busuk (Martínez-Romero *et al.*, 2006).

Pemberian senyawa organik seperti asam salisilat, asam asetilsalisilat, dan asam oksalat mampu memperpanjang umur simpan, dan meningkatkan kandungan zat aktif (Valero *et al.*, 2011). Asam salisilat dan asetilsalisilat dapat menginduksi enzim antioksidan, seperti *peroxydase*, *catalase* dan *superoxide dismutase* dan pengurangan aktivitas *lipooxygenase* sehingga kualitas dapat dipertahankan dan ditingkatkan. Asam asetilsalisilat dapat mengurangi terjadinya cedera buah karena suhu rendah (*chilling injury*) dan meningkatkan kandungan

bioaktif serta nutrisinya (Sayyari *et al.*, 2011). Dari pada klorin, penggunaan klorin dioksida lebih dianjurkan karena tidak mengoksidasi bahan organik menjadi molekul beracun (Gómez-López *et al.*, 2009).

#### **Blansing**

Blansing merupakan perlakuan panas ringan yang diberikan kepada bahan (buah, sayuran, TO) sebelum dibekukan, dikalengkan atau dikeringkan (Bamidele *et al.*, 2017). Proses ini dilakukan untuk mempercepat pengeringan, menonaktifkan enzim dan mengurangi volume bahan yang diblansing (Doymaz, 2007). Blansing dapat menggunakan air panas, uap atau gelombang mikro (GM). Penggunaan air panas lebih diminati untuk menonaktifkan enzim yang biasanya dilakukan dengan mencelupkan bahan dalam air bersuhu 88-99 °C, sedangkan blansing dengan GM menggunakan 70-700 W selama 5 detik hingga 12 menit (Orsat dan Raghavan, 2007).

Pada beberapa TO perlakuan blansing dapat meningkatkan kandungan fenol total dan flavonoid total serta mengurangi zat toksik, karsinogenik, genotoksik, dan zat berbahaya lain sehingga manfaatnya dapat meningkat (Saetan *et al.*, 2017). Pada komoditas tertentu blansing diperlukan untuk mengatasi kandungan faktor antinutrisi dari bahan yang diolah, seperti asam oksalat, pitat, dan tanat yang dapat menghalangi penyerapan nutrisi atau unsur yang dibutuhkan tubuh lainnya seperti kalsium dan zat besi (Orsat dan Raghavan, 2007).

Walaupun dapat meningkatkan nilai difusifitas sehingga dapat mempercepat pengeringan, blansing secara nyata dapat mengurangi kandungan zat aktif, fenol total, dan mineral sehingga menurunkan khasiat farmakologisnya (Ironi *et al.*, 2016; Bamidele *et al.*, 2017). Oleh karena itu penelitian blansing perlu dilakukan untuk masing-masing komoditas TO.

Tabel 2. Bahan untuk mempertahankan dan meningkatkan kualitas hasil panen

Bahan kimia	Perlakuan	Pengaruh
Kalsium nitrat + Topsisin M	<i>Emblica officinalis</i> disemprot dua kali	menurunkan kehilangan berat dan kerusakan, meningkatkan umur simpan 2x lipat menjadi 20 hari (Yadav dan Singh, 1999).
CaCl <sub>2</sub> (1,5%)	<i>E. officinalis</i> disimpan di ZECC	meningkatkan umur simpan dari 6 menjadi 11 hari (Nath <i>et al.</i> , 1992).
ClO <sub>2</sub>	Blueberry ( <i>Vaccinium corymbosum</i> ) disemprot dengan konsentrasi 20 mg/L disimpan pada suhu 0 °C.	mengurangi kerusakan selama penyimpanan, pertumbuhan kapang dan jamur, dan kehilangan berat (Chiabrande <i>et al.</i> , 2017).
Kalsium nitrat (1%)	<i>Emblica officinalis</i>	minimalisir kehilangan berat (Nath <i>et al.</i> , 1992).
GA <sub>3</sub> (40 ppm)	<i>E. officinalis</i>	retensi vitamin C selama penyimpanan (Patel dan Sachan, 1995).
Kinetin (10 ppm)	<i>E. officinalis</i>	mencegah pembusukan (Patel dan Sachan, 1995).
Asam organik: salisilat, asetilsalisila, oksalat (1mM)	<i>Sweet Cherry</i> (Ceri manis) direndam selama 10 menit selanjutnya disimpan (2 °C; kelembaban 85%, kondisi gelab)	menghambat biosintesis etilen (menghambat pematangan buah), mempertahankan senyawa bioktif dan aktivitas antioksidan (Valero <i>et al.</i> , 2011).
Metil jasmonat (MeJa)	Aprikot ( <i>Prunus armeniaca</i> ) direndam selama 10-15 menit kemudian disimpan (1 °C; kelembaban 95%; 21 hari dilanjutkan: 25 °C; 8 hari)	mengurangi kehilangan berat mempertahankan kualitas fisik, rasa, bau, zat padat terlarut dan memperpanjang umur simpan (Ezzat <i>et al.</i> , 2017).
	<i>Tomat</i> ( <i>Solanum lycopersicum</i> ) disimpan dalam wadah yang yang diberi kapas basah 0,5 µM MeJa.	meningkatkan produksi etilen dan akumulasi likopen (Liu <i>et al.</i> , 2012).
	<i>S. lycopersicum</i> disimpan dalam wadah yang yang diberi kapas basah 0,5 µM MeJa 24 jam, dilanjutkan penyimpanan pada suhu 25°C; 11 hari	meningkatkan kandungan asam askorbat, likopen dan total karoten (Liu <i>et al.</i> , 2018).
Potasium permanganat	buah	meningkatkan konsentrasi CO <sub>2</sub> dan mengurangi O <sub>2</sub> sehingga mengurangi kerusakan akibat etilen (Yahia <i>et al.</i> , 2017).

### Gelombang Mikro (*Microwave*)

Pemanfaatan GM untuk ekstraksi minyak esensial dapat menggunakan beberapa metode, diantaranya: distilasi GM udara terkompresi, distilasi GM

vakum, distilasi hidro GM, ekstraksi GM bebas pelarut, distilasi uap dipercepat GM, distilasi uap GM, dan difusi hidro GM dan gravitasi (Moghaddam dan Mehdizadeh, 2017).

Penerapan kondisi vakum pada pengeringan dengan GM menghasilkan kismis dari buah anggur yang lebih baik dari pada PSM. Vitamin A ditemukan dalam anggur yang dikeringkan dengan GM vakum, tetapi tidak dalam kismis dengan PSM. Selain itu, pengeringan dengan GM vakum kandungan vitamin C, tiamin, dan riboflavin juga lebih tinggi (Clary *et al.*, 2007).

Menurut Huang *et al.* (2007) penggunaan GM tidak berbeda dengan PO terhadap kandungan klorofil dan polifenol pada pembuatan teh hijau, bahkan retensi vitamin C lebih baik, namun GM menghasilkan vitamin C yang lebih cepat mengalami penurunan selama penyimpanan, PO menghasilkan vitamin C yang lebih stabil. Gustafson *et al.* (2012) mengungkapkan bahwa perlakuan GM dapat menurunkan senyawa tertentu dan bioaktivitas tumbuhan obat seperti senyawa antosianin dan aktivitas antioksidan dari *Vaccinium angustifolium*. Oleh karena itu penggunaan GM untuk pengelolaan pascapanen TO perlu diperhatikan jenis bahan, lama perlakuan, kekuatan dan frekuensi GM, serta jarak bahan dari sumber GM (Campanha *et al.*, 2007).

### Perlakuan Suhu Rendah

Beberapa tumbuhan obat akan lebih berkhasiat bila dikonsumsi segar, sehingga penyimpanan untuk mempertahankan kondisi segar merupakan hal yang sangat penting. Umbi bengkuang (*Pachyrhizus erosus*) yang digunakan untuk pengobatan dan konsumsi sangat jarang yang berupa produk olahan, untuk itu diperlukan penanganan panen yang tepat agar kondisinya tetap segar. Penyimpanan umbi pada suhu 10 °C, konsentrasi senyawa fenolatnya meningkat setelah 14 hari. Suhu 13 °C (stabil) paling baik untuk mengurangi perubahan warna, tekstur dan kehilangan air hingga 21 hari penyimpanan. Pergantian suhu

penyimpanan dari 10 °C menjadi 20 °C meningkatkan perubahan warna (*chill-induced browning*) kerana meningkatnya senyawa fenolat terlarut yang disebabkan oleh meningkatnya aktivitas *phenylalanine ammonia lyase (PAL)* (Cantwell *et al.*, 2002).

### Pengeringan Beku (*Freeze Drying*)

Pengeringan beku (PB) merupakan salah metode pengawetan bahan berkhasiat obat dan mampu mempertahankan berbagai kandungan senyawa aktif dari TO. Metode ini dapat menjaga kandungan klorofil, riboflavin, niasin, asam askorbat, dan karotenoid dari daun pegagan (*Centella asiatica*), belimbing wuluh (*Averrhoa bilimbi*), seledri (*Apium graveolens*), menta (*Mentha arvensis*), jambu biji (*Psidium guajava*), katuk (*Sauropus androgynous*), leunca (*Solanum nigrum*), dan kesum (*Polygonum minus*) yang lebih baik dari pada PO (suhu 50 °C selama 9 jam dan 70 °C selama 1 jam) (Mahanom *et al.*, 1999). Pada tanaman *Amaranthus*, PB dapat mempertahankan pigmen betasianin hingga lebih dari 97% sedangkan pengeringan secara alami, PSM, PO dengan kipas berturut-turut sebesar 52,8%, 63,5%, dan 61,9%–81% (Cai dan Corke, 2001). Perlakuan PB terhadap kandungan antosianin dan asam klorogenat dari *blueberry (V. angustifolium)* lebih tinggi dari penyimpanan pada -20 °C dan tidak berbeda dengan penyimpanan pada -80 °C (Gustafson *et al.*, 2012).

PB dapat dengan baik mempertahankan kandungan polifenol termasuk tanin (Terrill *et al.*, 1990; Du Toit dan Wolfson, 1996). Kandungan polifenol, asam askorbat, dan aktivitas antioksidan *A. paniculata* dan *Boerhavia diffusa* lebih tinggi dibanding PSM, PO secara vakum (60 °C) maupun PO dengan aliran udara panas (50 °C) (Puranik *et al.*, 2012). Dengan PB senyawa penilpropanoid (seperti asam sikorat dari *Echinacea*

*purpurea*, asam kaftarat, dan gingerol) serta senyawa alkamida (yang terkandung dalam akar *E. pupurea*) tidak mengalami penurunan secara bermakna (Abascal *et al.*, 2005).

Metode ini tidak sepenuhnya dapat mempertahankan senyawa aktif terutama senyawa volatil TO, kandungan untuk beberapa senyawa seperti monoterpen (1,8-*sineol*, *linalool* dan *geraniol*) dari daun *bay* (*Laurus nobilis* L.) serta monoterpen teroksigenasi dan *sesquiterpene* dari *spearment*, bahkan lebih rendah dibanding dengan cara PAA dan PO. Untuk mempertahankan senyawa volatil dari *parsley* (*Petroselinum crispum* L.), PAA lebih baik dari pada PB. Apabila senyawa volatil merupakan senyawa target untuk mendapatkan efek farmakologis yang dikehendaki, PB perlu dipertimbangkan karena metode ini sering kali menghasilkan perubahan profil senyawa volatil dan secara signifikan dapat meningkatkan jumlah volatil sekunder dan/atau degradasi senyawa volatil (Abascal *et al.*, 2005).

### **Radiasi Sinar Gamma**

Beberapa industri obat herbal menerapkan teknik radiasi *gamma* untuk mengurangi kontaminasi mikroba dan terutama meningkatkan umur simpan dari bahan baku obat. Dosis iradiasi maksimum beberapa bahan pangan telah diatur dalam Permenkes No 701 tahun 2009.

Radiasi sinar gama dengan dosis rendah (1–2 kGy) dapat meningkatkan kadar vitamin C dari produk segar pada seledri (*A. graveolens*), daun kol (*Brassica oleracea*), dan lettuce (*Lactuca sativa*). Dosis 3 kGy dapat meningkatkan umur simpan dan kualitas tomat ceri, sementara itu dosis 6 kGy menurunkan jumlah jamur dan aflatoksin pada cabe merah (Majeed *et al.*, 2017). Katrin *et al.* (2013) menjelaskan bahwa aktivitas sitotoksik ekstrak daun sirsak (*Annona muricata* L.) terhadap sel leukemia L1210 menurun sejalan dengan

peningkatan dosis iradiasi sinar gama terhadap daun sirsak kering, iradiasi dosis 7,5 kGy belum mengubah profil kromatogram meskipun telah menurunkan luas puncak masing-masing kromatogram. Radiasi sinar gama dosis 3, 6, dan 9 kGy menghasilkan total fenol dari daun *Viola odorata*, dan akar teratai (*Nelumbo nucifera*) yang lebih tinggi dari pada kontrol, namun terjadi hal sebaliknya pada buah *Caralluma tuberculata* (Zaib *et al.*, 2018).

### **Penyinaran Ultraviolet (UV)**

Perlakuan penyinaran UV-C dapat meningkatkan umur simpan dan kualitas buah serta manfaat bagi kesehatan. Kandungan likopen yang memiliki aktivitas antikanker dan senyawa fenolat yang memiliki aktivitas antioksidan dari buah tomat (*S. lycopersicum*) meningkat dengan perlakuan UV-C (Bravo *et al.*, 2013). Radiasi UV-C selain berbiaya rendah dan tidak merusak lingkungan juga dapat mengurangi penggunaan fungisida. Mekanisme UV-C dalam mengendalikan kerusakan bahan adalah efek antimikroba, mempengaruhi metabolisme buah, khususnya pada aktivasi metabolisme dinding sel sistem antioksidan enzimatik, produksi protein yang berhubungan dengan patogenesis, dan biosintesis senyawa antioksidan dan anti jamur seperti terpenoid, fenolat, asam askorbat, folat, dan poliamina. Perlakuan UV-C pada stroberi dapat meningkatkan senyawa bioaktif seperti total antosianin dan senyawa fenolat (asam galat, hidroksibenzoat, p-kumarat, quersetin dan (+)-katekin), juga meningkatkan *L-galactose dehydrogenase*, *L-galactono-1,4-lacton dehydrogenase*, *alcohol dehydrogenase* dan akumulasi transkrip asetil alkohol, asam L-askorbat dan senyawa volatil. Selain itu perlakuan UV-C dapat menginduksi aktivasi gen, menghasilkan performa buah yang lebih

baik serta aroma yang lebih kuat (Severo *et al.*, 2015).

### **Ion Cluster dan Plasma**

Penggunaan *ion cluster* terutama dengan suhu rendah umumnya diterapkan pada produk segar untuk mengendalikan mikroba sehingga dapat meningkatkan umur simpan. Ion dibentuk oleh generator, ion positif cenderung berukuran lebih besar dengan waktu paruh mencapai 30 menit, sedangkan ion negatif berukuran lebih kecil dan memiliki waktu paruh pendek hanya beberapa menit pada kondisi udara kering dan bersih. Ion negatif dikombinasikan dengan O<sub>3</sub> lebih efektif dalam mengurangi kerusakan produk pascapanen (Forney *et al.*, 2001). Plasma merupakan gas yang terionisasi sebagian atau seluruhnya yang pada dasarnya terdiri dari foton, ion, dan elektron bebas serta atom dalam kondisi basal atau tereksitasi yang memiliki muatan total netral (Misra *et al.*, 2012).

Perlakuan *ion cluster* dengan suhu rendah pada buah anggur (*Vitis vinifera*) mampu mengurangi jumlah kontaminasi jamur dan *yeast* selama 21 hari penyimpanan, walaupun kandungan vitamin C mengalami penurunan namun kandungan senyawa fenol meningkat secara bermakna (Chiabrando dan Giacalone, 2020). Perlakuan *ion cluster* juga dilaporkan dapat meningkatkan total fenol pada jus jambu mete (*Anacardium occidentale*) dan delima (*Punica granatum*) (Herceg *et al.*, 2016; Rodriguez *et al.*, 2017).

### **Fermentasi**

Fermentasi merupakan proses pemanfaatan mikroorganisme untuk menghasilkan produk bernilai lebih tinggi dari bahan/substrat asalnya. Salah satu proses biokatalitik ini sangat penting untuk menghasilkan produk biokatif baru, lebih aktif dan kurang toksik (Rasor dan Voss, 2001; Parvez *et al.*, 2006), lebih bernutrisi,

meningkatkan kualitas organoleptik dan umur simpan dari bahan asalnya (Srivastava, 2018). Fermentasi telah dipraktikkan dalam Ayurveda untuk membuat obat yang mengandung alkohol yaitu '*asava*' (dari bahan herbal serbuk) dan '*arishta*' (dari dekokta bahan herbal) (API, 2008).

Dibandingkan tanpa proses fermentasi, ginseng merah yang difermentasikan memiliki aktivitas antioksidan dan mengandung asam uronat, polifenol, dan flavonoid lebih tinggi, serta aktivitas inhibitor terhadap tirosin dan elastase lebih kuat (Lee *et al.*, 2012). Angkak merupakan produk fermentasi dari beras merah menggunakan *Monascus* spp. Obat herbal ini dapat meningkatkan pencernaan dan sirkulasi darah, mengandung senyawa seperti monakolin (lovastatin) yang berefek menurunkan kadar kolesterol melalui penghambatan *HMG-CoA reductase*, serta mengandung metabolit sekunder seperti asam  $\gamma$ -aminobutirat, asam dimerumat, dan monasin yang manjur sebagai agen hipotensif, antioksidan, dan anti inflamasi (Hussain *et al.*, 2016).

Fermentasi daun ruku (*Ocimum tenuiflorum*) menghasilkan fenol total, flavonoid total, dan aktivitas antioksidan yang lebih rendah dibanding yang tidak difermentasi (Rabeta dan Lai, 2013). Kandungan antosianin, flavonoid, katekin dan epikatekin biji *Theobroma grandiflorum* juga mengalami penurunan secara bermakna sejak hari ke-2 proses fermentasi, sedangkan total fenol dan aktivitas antioksidan meningkat secara signifikan hingga hari ke-6 dan mengalami penurunan setelahnya (Álvarez *et al.*, 2017).

### **KESIMPULAN**

Banyaknya jenis dan kompleksitas senyawa aktif yang terkandung pada tumbuhan obat menuntut penanganan

secara khusus dari masing-masing komoditi. Tidak ada satu metode pascapanen baku untuk dapat diterapkan pada semua komoditas tanaman obat. Proses penanganan pascapanen yang paling baik untuk suatu tanaman obat tidak serta merta dapat diterapkan pada tanaman obat lainnya. Untuk mendapatkan hasil yang optimal maka perlu pengetahuan karakteristik masing-masing bahan aktif target dan penguasaan teknis penanganan pascapanen yang baik. Metode pengeringan yang sama dengan senyawa target yang sama dapat memberikan hasil yang berbeda, misalnya PAA menurunkan kadar saponin ginsenosida dari kalus *Panax japonicus* namun tidak terjadi pada daun.

Penanganan pascapanen tanaman obat pada prinsipnya harus didasarkan pada pembuatan produk dengan proses yang murah, kandungan air rendah, penggunaan energi untuk pengeringan, penggunaan ruangan dan tenaga yang efisien, dan dengan kualitas (fisik, kimia, dan biologi) yang maksimal.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Abascal, K., Ganora, L., Yarnell, E. 2005. The effect of freeze-drying and its implications for botanical medicine: A Review. *Phytother Res* 19, 655–60
- Álvarez, L.C., Álvarez, N.C., García, P.G., Salazar, J.C.S. 2017. Effect of fermentation time on phenolic content and antioxidant potential in Cupuassu (*Theobroma grandiflorum* (Willd. Ex Spreng.) K.Schum.) beans. *Acta Agron*, 66(4), 473-9.
- API (Ayurvedic Pharmacopoeia of India), *Monograph-API*, Part II, vol.II. 2008.
- Araújo, M.G.F. Bauab, T.M. 2012. Microbial quality of medicinal plant materials. Chapter 4:67-81.
- Argyropoulos, D., Müller, J. 2014. Changes of essential oil content and composition during convective drying of lemon balm (*Melissa officinalis* L.). *Ind. Crop. Prod.*, 52, 118–124.
- B2P2TOOT (Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Tanaman Obat dan Obat Tradisional. 2019. Standard operasional prosedur pengelolaan pascapanen tanaman obat.
- Balzarini, M.F., Reinheimer, M.A., Ciappini, M.C., Scenna, N.J. 2018. Comparative study of hot air and vacuum drying on the drying kinetics and physicochemical properties of chicory roots. *J Food Sci Technol*, 55(10), 4067–78.
- Bamidele, O.P., Fasogbon, M.B., Adebawale, O.J., Adeyanju, A.A. 2017. Effect of blanching time on total phenolic, antioxidant activities and mineral content of selected green leafy vegetables. *CJAST* 24(4), 1-8.
- Bravo, S., Garcia-Alonso, J., Martin-Pozuelo, G., Gomez, V., Garcia-Valverde, V., Navarro-Gonzalez, I., Periago, M.J. 2013. Effects of postharvest UV-C treatment on carotenoids and phenolic compounds of vine-ripe tomatoes. *International J. Food Sci. Technol*, 48, 1744–9.
- Cai, Y.Z., Corke, H. 2001. Effect of postharvest treatments on *Amaranthus* betacyanin degradation evaluated by visible/near-infrared spectroscopy. *J. Food Sci.*, 66(8), 1112-8.
- Campanha, N.H., Pavarina, A.C., Brunetti, I.L., Vergani, C.E., Machado, A.L., Spolidorio, D.M.P. 2007. *Candida albicans* inactivation and cell membrane integrity damage by microwave irradiation. *Mycoses*, 50(2), 140–7.
- Cantwell, M.I., Peiser, G., Mercado-Silva, E. 2002. Induction of chilling injury in jicama (*Pachyrhizus erosus*) roots: changes in texture, color and



- phenolics. *Postharvest Biol. Technol.*, 25, 311–20.
- Chandra, H., Kumari, P., Yadav, S. 2018. Evaluation of aflatoxin contamination in crude medicinal plants used for the preparation of herbal medicine. *Oriental Pharmacy and Experimental Medicine*. <https://doi.org/10.1007/s13596-018-0356-4>.
- Chatterjee, S.K. 2002. Cultivation of medicinal and aromatic plants in India – a commercial approach. *Proc. Int. Conf. on MAP* Eds. J. Bernath *et al.* *Acta Hort* 576, 191-202.
- Chiabrando, V., Giacalone, G. 2020. Cluster ions to preserve ready-to-eat table grape during cold storage. *Food Research*, 4(1), 49-56.
- Chiabrando, V., Peano, C., Giacalone, G. 2017. The efficacy of different postharvest treatments on physico-chemical characteristics, bioactive components and microbiological quality of fresh blueberries during storage period. *Food Research*, 1(6), 240-8.
- Clary, C.D., Mejia-Meza E., Wang, S., Petrucci VE. 2007. Improving grape quality using microwave vacuum drying associated with temperature control. *J. Food Sci.* 72:1, E23–E28.
- Davidson, V., Li, X., Brown, R. 2004. Forced-air drying of ginseng root: Effects of air temperature on quality. *J. Food Eng.*, 63, 361-7.
- Doymaz, I. 2007. Influence of blanching and slice thickness on drying characteristics of leek slices. *Chem Eng Process*, 47, 41-7.
- Du Toit, E.W., Wolfson, M.M. 1996. Effect of different herbage preservation methods on the tannin levels monitored in *Eulalia villosa* Thub. (Nees). *Afr J Range Forage Sci*, 13, 37–8.
- Ezzat, A., Ammar, A., Szabó, Z., Nyéki, J., Holb, I.J. 2017. Postharvest treatments with methyl jasmonate and salicylic acid for maintaining physico-chemical characteristics and sensory quality properties of apricot fruit during cold storage and shelf-life. *Pol J Food Nutr Sci*, 67(2), 159–66.
- Forney, C.F., Fan, L., Hildebrand, P.D., Song, J. 2001. Do negative air ions reduce decay of fresh fruits and vegetables? *ISHS Acta Horticulturae* 553: IV International Conference on Postharvest Science, 553, 421-4.
- Gómez-López, V.M., Rajkovic, A., Ragaert, P., Smigic, N., Devlieghere, F. 2009. Chlorine dioxide for minimally processed produce preservation: a review. *Trends Food Sci Tech*, 20(1), 17-26.
- Gustafson, S.J., Yousef, G.G., Grusak, M.A., Lila, M.A. 2012. Effect of postharvest handling practices on phytochemical concentrations and bioactive potential in wild blueberry fruit. *Journal of Berry Research*, 2, 215–27.
- Herceg, Z., Kovacevic, D.B., Kljusuric, J.G., Jambrak, A.R., Zoric, Z., Dragovic-Uzelac, V. 2016. Gas phase plasma impact on phenolic compounds in pomegranate juice. *Food Chem*, 190, 665-72.
- Huang, Y., Sheng, J., Yang, F., Hu, Q. 2007. Effect of enzyme inactivation by microwave and oven heating on preservation quality of green tea. *J. Food Eng.*, 78, 687-92.
- Hussain, A., Bose, S., Wang, J-H., Yadav, M.K., Mahajan, G.B., Kim, H. 2016. Fermentation, a feasible strategy for enhancing bioactivity of herbal medicines. *Food Res Int*, 81, 1-16.
- Irondi, E.A., Akintunde, J.K., Agboola, S.O., Boligon, A.A., Athayde, M.L. 2016. Blanching influences the

- phenolics composition, antioxidant activity, and inhibitory effect of *Adansonia digitata* leaves extract on  $\alpha$ -amylase,  $\alpha$ -glucosidase, and aldose reductase. *Food Sci. Nutr.* 5(2), 233–42.
- Katno. 1999. Penyimpanan simplisia buah adas (*Foeniculum vulgare* Mill) hasil budidaya. Laporan Penelitian. Depkes RI. Badan Litbangkes. BPTO. Tawangmangu. Indonesia.
- Katno. 2008. Pengelolaan Pascapanen Tanaman Obat. B2P2TOOT, Badan Penelitian dan Pengembangan Kesehatan. Kementerian Kesehatan.
- Katrin, E., Amaliah, R., Aziz, Z., Winarno, H. 2013. Aktivitas sitotoksik dan profil kromatogram daun sirsak (*Annona muricata* L.) yang diiradiasi. *Jurnal Ilmu Kefarmasian Indonesia*, 11(1), 244-54.
- Lee, J.H., Zuo, L. 2013. Mathematical modeling on vacuum drying of *Zizyphus jujube* miller slices. *J Food Sci Technol*, 50(1), 115–21.
- Lee, H-S., Kim, M-R., Park, Y., Park, H.J., Chang, U.J., Kim, S.Y., Suh, H.J. 2012. Fermenting red ginseng enhances its safety and efficacy as a novel skin care anti-aging ingredient: *in vitro* and animal study. *J Med Food*, 15(11), 1015–23.
- Sousa Lima, C.M. de, Fujishima, M.A.T., Lima, B.deP., Mastroianni, P.C., de Sousa, F.F.O., da Silva, J.O. 2020. Microbial contamination in herbal medicines: a serious health hazard to elderly consumers. *BMC Complementary Medicine and Therapies*, 20(17), 10p.
- Lisboa, C.F., Melo, E.deC., Donzeles, S.M.L. 2018. Influence of storage conditions on quality attributes of medicinal plants. *Biomed J Sci &Tech Res*, 4(4), 4093-5.
- Liu, H., Meng, F., Miao, H., Chen, S., Yin, T., Hu, S., Shao, Z., Liu, Y., Gao, Zhu. C., Zhang, B., Wang, Q. 2018. Effects of postharvest methyl jasmonate treatment on main healthpromoting components and volatile organic compounds in cherry tomato fruits. *Food Chem*, 263, 194–200.
- Liu, L., Wei, J., Zhang, M., Zhang, L., Li, C., Wang, Q. 2012. Ethylene independent induction of lycopene biosynthesis in tomato fruits by jasmonates. *J. Exp. Bot.*, 63(16), 5751–61
- Mahanom, H., Azizah, A.H., Dzulki-fly, M.H. 1999. Effect of different drying methods on concentrations of several phytochemicals in herbal preparation of 8 medicinal plants leaves. *Mal J Nutr* 5, 47-54.
- Majeed, A., Muhammad, Z., Ullah, R., Ullah, Z., Ullah, R., Chaudhry, Z., Siyar, S. 2017. Effect of gamma irradiation on growth and post-harvest storage of vegetables. *PSM Biological Research*, 2(1), 30-5.
- Marsaioli, Jr.A., Berteli, M.N., Pereira, N.R. 2009. Applications of microwave energy to postharvest technology of fruits and vegetables. *Stewart Postharvest Review*, 6: 2.
- Martínez-Romero, D., Albuquerque, N., Valverde, J.M., Guillen, F., Castillo, S., Valero, D., Serrano, M. 2006. Postharvest sweet cherry quality and safety maintenance by *Aloe vera* treatment: A new edible coating. *Postharvest Biol Technol*, 39, 93-100.
- Mirahmadi, S.F., Norouzi, R., Nohooji, G.M. 2017. The Influence of drying treatments on the essential oil content and composition of *Melissa officinalis* L. compared with the fresh sample. *Journal of Medicinal Plants*, 16(61), 68-78.
- Misra, N.N., Ziuzina, D., Cullen, P.J., Keener, K.M. 2012. Characterization

- of a novel cold atmospheric air plasma system for treatment of packaged liquid food products. ASABE Annual Meeting. Dallas, Texas: American Society of Agricultural and Biological Engineers.
- Moghaddam, M., Mehdizadeh, L. 2017. Chapter 13. Chemistry of Essential Oils and Factors Influencing Their Constituents. *Soft Chemistry and Food Fermentation*. Elsevier. <http://dx.doi.org/10.1016/B978-0-12-811412-4.00013-8>
- Mudau, F.N., Ngezima, W. 2014. Effects of different drying methods on chemical composition and antimicrobial activity of bush tea (*Athrixia phylicoides*). *Int J Agric Biol*, 16, 1011-4.
- Müller, J., Heindl, A. 2006. Drying of Medicinal Plant. Bogers, L.E. Craker, D. Lange (Eds.), *Medicinal and Aromatic Plants*, 237-252. Springer. Printed in the Netherlands.
- Nath, V., Singh, I.S., Kumar, S. 1992. Evaluation of aonla cultivars for their shelf-life at ambient temperature. *Narendra Deva J Agri Res*, 7(1), 117.
- O-Tang, A. 2008. Tea processing chart. [https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/a/a9/Tea\\_processing\\_chart\\_II.svg](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/a/a9/Tea_processing_chart_II.svg). Download on Oktober 2, 2018.
- Orsat, V., Raghavan, G.S.V. 2007. Microwaves in postharvest applications with fresh fruits and vegetables. *Fresh Produce*, 1(1), 16-22.
- Padmapriya, S., Kumanan, K., Rajamani, K. 2009. Optimization of post harvest techniques for *Tinospora cordifolia*. *Academic Journal of Plant Sciences*, 2(3), 128-31.
- Pandey, A.K., Savita. 2017. Harvesting and post-harvest processing of medicinal plants: Problems and prospects. *TPI Journal*, 6(12), 229-235.
- Parvez, S., Malik, K., Ah Kang, S., Kim, H.Y. 2006. Probiotics and their fermented food products are beneficial for health. *J. Appl. Microbiol*, 100(6), 1171-85.
- Patel, A.B., Sachan, S.C.P. 1995. Extension of storage life of aonla fruits. *Indian Food Pac*, 49(4), 43-46.
- Patel, A.D., Trivedi, A.P., Prajapati, K.N. 2019. Post harvest physiology of medicinal plants. [https://www.academia.edu/34996497/post\\_harvest\\_physiology\\_of\\_medicinal\\_plants](https://www.academia.edu/34996497/post_harvest_physiology_of_medicinal_plants). Download on Juli 17, 2019.
- PERMENKES 701/MENKES/Per/VIII/2009 tentang Pangan Iradiasi. Menteri Kesehatan Republik Indonesia. 2009. Jakarta.
- Puranik, V., Chauhan, D.K., Mishra, V., Rai, G.K. 2012. Effect of drying techniques on the physicochemical and bioactive components of selected medicinal herbs. *Annals of Phytomedicine*, 1(2), 23-29.
- Rabeta, M.S., Lai, S.Y. 2013. Effects of drying, fermented and unfermented tea of *Ocimum tenuiflorum* Linn. on the antioxidant capacity. *Int. Food Res. J.*, 20(4), 1601-08
- Rasor, J.P., Voss, E. 2001. Enzyme-catalyzed processes in pharmaceutical industry. *Applied Catalysis A General*, 221, 145-158.
- Rocha, R.P., Melo, E.C., Radünz, L.L. 2011. Influence of drying process on the quality of medicinal plants: A review. *J. Med. Plants Res.*, 5(33), 7076-84.
- Rodriguez, O., Gomes, W.F., Rodrigues, S., Fernandes, F.A.N. 2017. Effect of indirect cold plasma treatment on cashew apple juice (*Anacardium occidentale* L.). *LWT* 84: 457-63.

- Saetan, P., Usawakesmanee, W., Siripongvutikorn, S., Yupanqui, S.T. 2017. Reduction of safrole content of *Cinnamomum porrectum* leaves by blanching and the effect on the antioxidant and anti inflammatory activities of its herbal tea. *Functional Foods in Health and Disease*, 7(12), 936-57.
- Sayyari, M., Castillo, S., Valero, D., Díaz-Mula, H.M., Serrano, M. 2011. Acetyl salicylic acid alleviates chilling injury and maintains nutritive and bioactive compounds and antioxidant activity during postharvest storage of pomegranates. *Postharvest Biol Technol*, 60, 136-42.
- Sellami, I.H., Wannas, W.A., Bettaieb, I., Berrima, S., Chahed, T., Marzouk, B., Limam, F. 2011. Qualitative and quantitative changes in the essential oil of *Laurus nobilis* L. leaves as affected by different drying methods. *Food Chem*, 126, 691-7.
- Setiarso, P., Kusumawati, N., Rusijono, Muslim, S. 2018. Optimization of slice thickness, drying method, and temperature of turmeric rhizome (*Curcuma longa* L.) based on water Content and functional compound degradation. *International Conference on Science and Technology (ICST 2018)*. Atlantis Highlights in Engineering (AHE) 1, 46-52.
- Setiyoningrum, F., Lioe, H.N., Apriyantono, A., Abbas, A. 2018. Drying and pulverization processes affect the physico-chemical properties of kaffir lime leaves (*Citrus hystrix* DC). *Int. Food Res. J.*, 25(6), 2620-7.
- Severo, J., de Oliveira, I.R., Tiecher, A., Chaves, F.C., Rombaldi, C.V. 2015. Postharvest UV-C treatment increases bioactive, ester volatile compounds and a putative allergenic protein in strawberry. *LWT - Food Science and Technology* 64, 685-92.
- Smith, R., Burford, M. 1992. Supercritical fluid extraction and gas chromatographic determination of the sesquiterpene lactone parthenolide in the medicinal herb feverfew (*Tanacetum parthenium*). *Journal of Chromatography*, 627, 255-61.
- Srivastava, R.K. 2018. Enhanced shelf life with improved food quality from fermentation processes. *J Food Technol Pres*, 2(3), 8-14.
- Steffan, B., Watjen, W., Michels, G., Niering, P., Wray, V., Ebel, R., Edrada, R., Kahl, R., Proksch, P. 2005. Polyphenol from plants used in traditional Indonesian medicine (Jamu): uptake and antioxidative effects in rat H4IIE hepatoma cells. *J. Pharm. Pharmacol.*, 57, 233-40.
- Su, X., Youjiao Wu, Y., Li, Y., Huang Y., Liu Y., Pei Luo, P., Zhang, Z. 2019. Effect of different post-harvest processing methods on the chemical constituents of *Notopterygium franchetii* by an UHPLC-QTOF-MS-MS Metabolomics Approach. *Molecules*, 24, 3188; doi:10.3390/molecules24173188
- Sudrajad, H., Widodo, H. 2011. Teknik pascapanen dalam meningkatkan kualitas simplisia *Artemisia annua*. *Simposium Penelitian Bahan Obat Alami XV dan Kongres Obat Tradisional Indonesia IV*. Universitas Sebelas Maret. h 313-23.
- Sulasmi, E.S., Indriwati, S.E., Suarsini, E. 2016. Preparation of various type of medicinal plants simplicia as material of jamu herbal. *International Conference On Education 2016*. Education in the 21<sup>th</sup> Century: Responding to Current Issues 1014-24.

- Tanko, H., Carrier, D.J., Duan, L., Ed Clausen. 2005. Pre- and post-harvest processing of medicinal plants. *PGR*, 69(16), 56 151024
- Terrill T.H., Windham, W.R., Evans, J.J., Hoveland, C.S. 1990. Condensed tannin concentration in *Sericea lespedeza* as influenced by preservation method. *Crop Sci* 30, 219–24.
- Valero, D., Díaz-Mula, H., Zapata, P.J., Castillo, S., Guillén, F., Martínez-Romero, D., Serrano, M. 2011. Postharvest treatments with salicylic acid, acetylsalicylic acid or oxalic acid delayed ripening and enhanced bioactive compounds and antioxidant capacity in sweet cherry. *J Agric Food Chem*, 59, 483–9.
- Venskutonis, P.R. 1997. The effect of drying on the volatile constituents of thyme (*Thymus vulgaris* L.) and sage (*Salvia officinalis* L.). *Food Chem*, 53, 219–27.
- Yadav, V.K., Singh, H.K. 1999. Studies on the preharvest application of chemicals on shelf-life of aonla (*Emblica officinalis* Gaertn.) fruits at ambient temperature. *J Appl Hort*, 1(2), 118-21.
- Yadegari, M., Amirfakhriyan, Z., Mohammadkhani, A. 2013. The effects of different drying methods on essential oil content and composition and marketing of *Lippia citriodora* Kunth. *Journal of Applied Science and Agriculture*, 8(5), 624-8.
- Yahia, E., Serrano, M., Valero, D., González-Aguilar, G. 2017. Influence of postharvest technologies and handling practices on phytochemicals in fruits and vegetables. In: Yahia EM (ed) *Fruit and vegetable phytochemicals: chemistry and human health*, 2<sup>nd</sup> edn. Wiley-Blackwell, West Sussex.
- Zaib, B., Ahmad, S., Yaqub, A., Ambreen, F. 2018. Effect of gamma irradiation on antioxidant activity of phytochemicals in selected medicinal plants. *Int. J. Eng. Res.*, 9(6), 1530-4.
- Zhou, G-J., Wang, W., Xie, X-M., Qin, M-J., Kuai, B-K., Zhou, T-S. 2014. Post-harvest induced production of salvianolic acids and significant promotion of antioxidant properties in roots of *Salvia miltiorrhiza* (Danshen). *Molecules*, 19, 7207-22.

## AUTHOR GUIDELINES

### Term and Condition

1. Types of paper are original research or review paper that relevant to our Focus and Scope and never or in the process of being published in any national or international journal
2. Paper is written in good Indonesian or English
3. Paper must be submitted to <http://journal.trunojoyo.ac.id/agrointek/index> and journal template could be download here.
4. Paper should not exceed 15 printed pages (1.5 spaces) including figure(s) and table(s)

### Article Structure

1. Please ensure that the e-mail address is given, up to date and available for communication by the corresponding author
2. Article structure for original research contains

**Title**, The purpose of a title is to grab the attention of your readers and help them decide if your work is relevant to them. Title should be concise no more than 15 words. Indicate clearly the difference of your work with previous studies.

**Abstract**, The abstract is a condensed version of an article, and contains important points of introduction, methods, results, and conclusions. It should reflect clearly the content of the article. There is no reference permitted in the abstract, and abbreviation preferably be avoided. Should abbreviation is used, it has to be defined in its first appearance in the abstract.

**Keywords**, Keywords should contain minimum of 3 and maximum of 6 words, separated by semicolon. Keywords should be able to aid searching for the article.

**Introduction**, Introduction should include sufficient background, goals of the work, and statement on the unique contribution of the article in the field. Following questions should be addressed in the introduction: Why the topic is new and important? What has been done previously? How result of the research contribute to new understanding to the field? The introduction should be concise, no more than one or two pages, and written in present tense.

Material and methods, “This section mentions in detail material and methods used to solve the problem, or prove or disprove the hypothesis. It may contain all the terminology and the notations used, and develop the equations used for reaching a solution. It should allow a reader to replicate the work”

**Result and discussion**, “This section shows the facts collected from the work to show new solution to the problem. Tables and figures should be clear and concise to illustrate the findings. Discussion explains significance of the results.”

**Conclusions**, “Conclusion expresses summary of findings, and provides answer to the goals of the work. Conclusion should not repeat the discussion.”

**Acknowledgment**, Acknowledgement consists funding body, and list of people who help with language, proof reading, statistical processing, etc.

**References**, We suggest authors to use citation manager such as Mendeley to comply with Ecology style. References are at least 10 sources. Ratio of primary and secondary sources (definition of primary and secondary sources) should be minimum 80:20.

#### Journals

Adam, M., Corbeels, M., Leffelaar, P.A., Van Keulen, H., Wery, J., Ewert, F., 2012. Building crop models within different crop modelling frameworks. *Agric. Syst.* 113, 57–63. doi:10.1016/j.agsy.2012.07.010

Arifin, M.Z., Probawati, B.D., Hastuti, S., 2015. Applications of Queuing Theory in the Tobacco Supply. *Agric. Sci. Procedia* 3, 255–261. doi:10.1016/j.aaspro.2015.01.049

#### Books

Agrios, G., 2005. *Plant Pathology*, 5th ed. Academic Press, London.