



WARTA

PENELITIAN DAN PENGEMBANGAN

BADAN PENELITIAN DAN PENGEMBANGAN PERTANIAN
PUSAT PENELITIAN DAN PENGEMBANGAN PERKEBUNAN
TERBIT TIGA KALI SETAHUN

Volume 26, Nomor 3

Desember 2020

SITUASI KETAHANAN PANGAN DI MASA PANDEMI

Telah dilakukan analisis ekonometrika untuk mengetahui pengaruh signifikan tidaknya dan besar (*magnitude*) dari anjloknya pertumbuhan ekonomi akibat resesi yang ditimbulkan Covid-19 dan pertumbuhan sektor pertanian terhadap 4 aspek penting ketahanan pangan nasional (ketersediaan, akses, stabilitas dan utilisasi pangan). Hasil penelitian menunjukkan, bahwa: 1) Aspek penting ketahanan pangan yang perlu diperbaiki oleh pemerintah adalah aspek stabilitas pangan, khususnya dengan menjaga agar lahan-lahan subur pertanian beririgasi tidak semakin terkonversi ke penggunaan non pertanian. Sedangkan untuk meningkatkan aspek utilisasi (manfaat) pangan, diperlukan diseminasi atau penyebaran tentang pentingnya konsumsi pangan bergizi dan beragam kepada seluruh masyarakat melalui berbagai media (konvensional dan media sosial). 2) Dalam keadaan pandemi selama sektor pertanian bisa dijaga tetap tumbuh maka Covid-19 tidak menimbulkan gangguan ketersediaan, akses dan utilisasi pangan. Hasil empiris juga menunjukkan anjloknya pertumbuhan ekonomi ketika terjadi resesi ekonomi Covid-19 bukan faktor penentu stabilitas pangan. Penelitian lebih lanjut perlu dilengkapi dengan kajian lanjutan terkait: 1) kajian aspek

ketahanan pangan pada level daerah berdasarkan kategori tingkat rawan pangan. Untuk diketahui secara akurat aspek ketahanan pangan yang mana yang perlu diperbaiki, dan 2) pada level rumah tangga juga perlu dikaji tentang aspek empat ketahanan pangan ini dengan pembagian objek kajian berdasarkan lokasi (rumah tangga kota dan desa), berdasarkan strata ekonomi (miskin dan kaya), berdasarkan

sektor ekonomi (rumah tangga pertanian, buruh dan pegawai).

Risiko utama terhadap ketahanan pangan ada di tingkat negara: saat krisis virus corona terjadi, gangguan pada rantai pasokan pangan domestik akan memengaruhi produksi pangan,



Gambar 1. Komoditas unggulan perkebunan: (a) Sebaran komoditas pertanian dunia, (b) Rempah-rempah, (c) Lada, (d) *Eucalyptus*, (e) Kelapa, (f) Kopi, (g) Kelapa Sawit, (h) Tebu dan (i) Sagu.

Warta Penelitian dan Pengembangan Tanaman Industri memuat pokok-pokok kegiatan serta hasil penelitian dan pengembangan tanaman perkebunan.

PELINDUNG :

Kapuslitbang Perkebunan
SYAFARUDDIN

PENANGGUNG JAWAB :

TEDY DIRHAMSYAH

A. DEWAN REDAKSI

Ketua Merangkap Anggota

ENDANG HADIPOENTYANTI

Anggota :

DONO WAHYUNO
DYAH MANOHARA
E. RINI PRIBADI
OCTIVIA TRISILAWATI
IWA MARA TRISAWA
HERNANI

B. REDAKSI PELAKSANA

SUDARSONO
ELFIANSYAH DAMANIK
YANA SURYANA

Alamat Redaksi dan Penerbit

Pusat Penelitian dan Pengembangan
Perkebunan.

Jln. Tentara Pelajar No. 1 Bogor 16111
Telp. (0251) 8313083
Faks. (0251) 8336194

Sumber Dana :

DIPA 2020 Pusat Penelitian dan
Pengembangan Tanaman Perkebunan, Badan
Penelitian dan Pengembangan Pertanian

DAFTAR ISI

Informasi Komoditas

Situasi ketahanan pangan di masa pandemi	1
Penerapan teknopresisi untuk produksi benih jahe putih besar bermutu.....	7
Mitigasi dan adaptasi dampak perubahan iklim pada tanaman perkebunan.....	10
<i>Araecerus fasciculatus</i> De Geer (Coleoptera: Anthribidae) hama pada buah kopi di penyim- panan	12
Potensi daun kelor (<i>Moringa oleifera</i>) sebagai sumber pangan fungsional	15
Tingkat klorofil daun kakao lindak pada fase perkembangan yang berbeda	19
Menuju produsen kakao nomor satu di dunia .	22
Daun sungkai (<i>Peronema canescens</i>) berpotensi sebagai imunomodulator.....	29

Berita

Transformasi jabatan struktural Lingkup Pusat Penelitian dan Pengembangan Perkebunan men- jadi Pejabat Fungsional.....	32
Pedoman bagi penulis.....	32

dan hilang/berkurangnya pendapatan (dikarenakan penutupan bisnis dan tempat kerja menyebabkan terjadi PHK atau pengurangan jam kerja) menciptakan gangguan ketahanan pangan di banyak negara (WHO 2020). Ketahanan pangan (*food security*) adalah salah satu aspek dari tiga aspek penting (*food, water, dan energy*) yang harus dimiliki oleh satu negara dalam mencegah terjadinya gejala sosial ekonomi domestik (Irawan, 2018).

Irawan, (2005) menyatakan ada 3 komponen penting dalam ketahanan pangan yakni: 1) aspek *availability* yakni bagaimana suplai dan produksi pangan mencukupi permintaan atau kebutuhan pangan di satu wilayah. Sedangkan menurut Timmer (2017), ketersediaan pangan adalah pangan tersedia dalam jumlah yang cukup untuk memenuhi kebutuhan masyarakat di tingkat usaha tani dan di pasar 2) aspek *accessibility* di mana masyarakat mampu untuk mengakses pangan yang tersedia tersebut baik karena daya beli mereka atau proses pendistribusian dan penyaluran pangan yang tidak terhambat, dan 3) aspek kontinuitas (*continuity*) di mana kondisi 1 dan 2 tersebut bisa dijaga secara terus-menerus. Sedangkan menurut (Timmer, 2017) selain tiga aspek seperti yang dikemukakan (Irawan 2005) tersebut juga ditambah 2 komponen lain yakni 4) penggunaan yang efektif (*effective utilization*) di mana penggunaan pangan itu mencapai sarasannya merujuk pada status kesehatan dan nutrisi dari rumah tangga yang mengkonsumsi pangan tersebut dan 5) aspek stabilitas, di mana tidak terjadi gejala yang bisa mengganggu ketersediaan, akses dan kontinuitas.

Laborde, Martin, Swinnen dan Vos, (2020) menyampaikan bahwa Covid-19 menjadi ancaman ketahanan pangan global melalui gangguan pada 4 aspek, yakni aspek ketersediaan berupa gangguan suplai pangan karena *lockdown* atau karantina wilayah yang menyebabkan petani mengurangi aktivitas produksi atau penyaluran input produksi yang

terhambat; Aspek akses menyebabkan ada masyarakat yang jatuh miskin karena resesi ekonomi yang ditimbulkannya dan kesulitan mendapatkan pangan. Aspek stabilitas karena menyebabkan ada bagian masyarakat pada saat Covid-19 tidak bisa mendapatkan pangan dalam kualitas dan jumlah yang sama ke tika sebelum adanya Covid-19; dan aspek utilisasi karena menyebabkan ada masyarakat yang terganggu asupan nutrisinya sehingga asupan nutrisi tidak sehat dibandingkan pada saat sebelum terjadi pandemik.

Berdasarkan penjelasan maka perlu diverifikasi bagaimana dampak resesi ekonomi akibat Covid-19 terhadap ketahanan pangan Indonesia. Untuk itu maka dirumuskan tujuan penelitian sebagai berikut:

1. Memverifikasi dampak Covid-19 (yang menimbulkan resesi ekonomi) terhadap 4 aspek ketahanan pangan nasional (ketersediaan, akses, stabilitas dan utilisasi pangan).
2. Memverifikasi peran sektor pertanian dalam menjaga ketahanan pangan (ketersediaan, akses, stabilitas dan utilisasi pangan) nasional pada saat pandemi Covid-19.

Ketahanan Pangan

Ketahanan pangan (*food security*) adalah salah satu aspek dari tiga aspek penting (*food, water dan energy*) yang harus dimiliki oleh satu negara. Aspek ketahanan pangan menjadi perhatian guna mencegah munculnya gejala sosial yang ekonomi domestik.

Ketahanan pangan (*food security*) adalah salah satu aspek dari tiga aspek penting (*food, water dan energy*) yang harus dimiliki oleh satu negara. Pengelolaan sumberdaya yang dimiliki secara efektif dan efisien menjadi penting dalam menjamin terciptanya ketahanan pangan yang berkelanjutan

Terjadinya kerawanan pangan, disebabkan oleh tidak tercapainya target ketersediaan pangan dan akses terhadap pangan bagi masyarakat. Hal ini menjadi paradox, mengingat Indonesia memiliki lahan yang luas dan subur. Pembangunan ketahanan pangan adalah mencapai ketahanan dalam bidang pangan dalam kondisi terpenuhinya pangan bagi setiap individu/rumah tangga dari produksi pangan nasional, yang tercermin dari tersedianya pangan yang cukup, jumlah dan mutu, aman, merata dan terjangkau di seluruh wilayah Indonesia (Suharyanto, 2011).

Pandemi Covid-19, Resesi dan Pangan

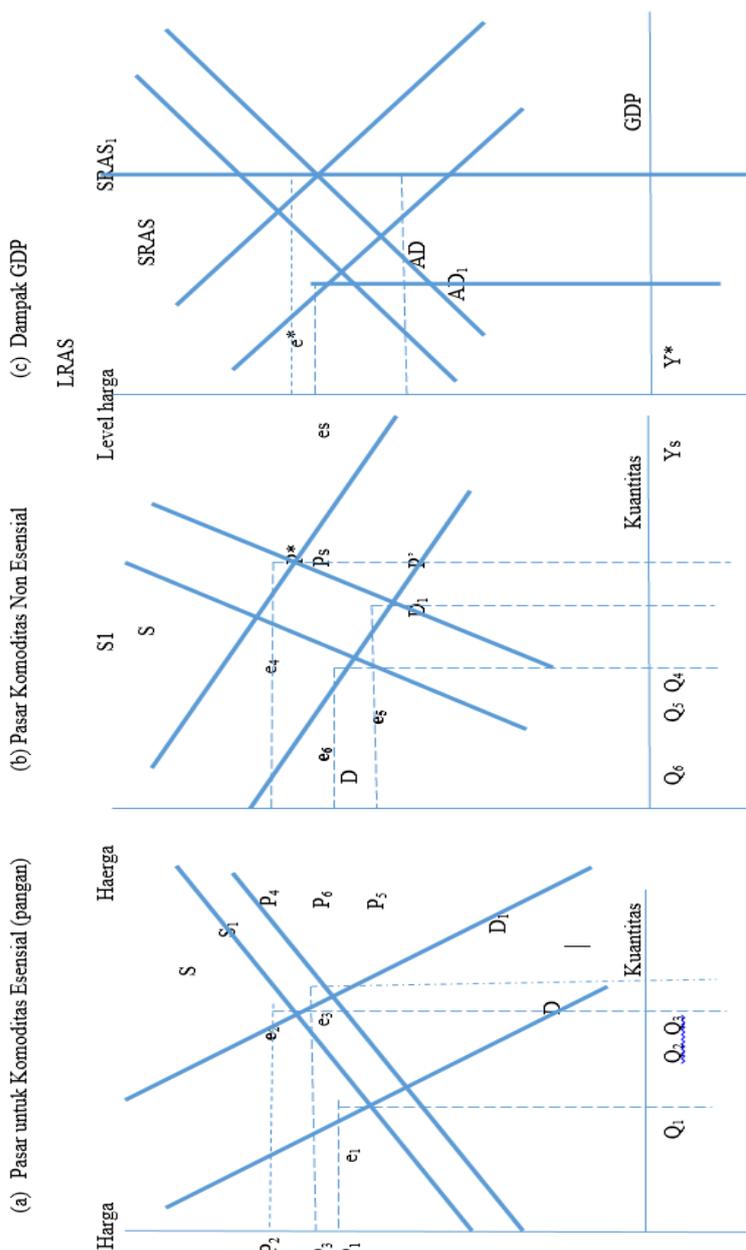
Secara teoritis, dampak pandemi yang berimplikasi menjadi krisis ekonomi dan berdampak pada pangan suatu negara ditunjukkan pada Gambar 1. Diasumsikan dalam ekonomi dikelompokkan dua kategori barang dan jasa yakni barang dan jasa esensial yakni barang dan jasa yang penting untuk mengatasi infeksi virus (seperti pangan, ventilator, masker, hand sanitizer, jasa dokter dan tenaga paramedis) dan lainnya yang dikategorikan barang non esensial yakni barang yang tidak berperan penting dalam mengatasi infeksi virus. Fokus kajian yang sudah dilakukan adalah melihat dampak pandemi COVID-19 terhadap ketahanan pangan maka barang dan jasa esensial yang dimaksud dalam kajian ini adalah pangan dan jasa yang terkait dengan pangan.

Ada 3 panel dalam gambar 1 yang yang merefleksikan dampak COVID-19 terhadap pasar barang dan jasa esensial (yang terkait pangan), pasar barang dan jasa non esensial dan *gross domestic product* (GDP). Pada panel (a), kondisi awal ekuilibrium untuk barang dan jasa terkait pangan adalah pada titik e_1 di mana kuantitas keseimbangan adalah Q_1 dan harga pasar saat keseimbangan adalah P_1 . Selama pandemik, permintaan untuk barang

dan jasa terkait pangan naik dengan signifikan. Pada panel (a), kenaikan di dalam permintaan barang dan jasa terkait pangan ini direfleksikan melalui bergesernya kurva demand D ke D_1 , dampaknya harga barang esensial naik dari P_1 ke P_2 dan jumlah barang diperdagangkan naik sebesar Q_2 . Ketika demand barang esensial seperti pangan meningkat, banyak produsen yang beralih memproduksi barang-barang tersebut dari barang yang lain yang biasa mereka produksi tanpa pandemik.

Selanjutnya terjadi kenaikan impor barang-barang esensial (pangan) ini di daerah ekonomi yang ter-

dampak pandemi. Sebagai hasilnya, suplai meningkat sedikit sebagai respons dari kenaikan demand yang besar tersebut, menggeser kurva suplai dari S ke S_1 . Pergeseran kurva suplai ini tidak terlalu besar karena 2 alasan; 1) pergeseran produksi dari barang non esensial ke barang esensial, (misalnya dari produsen otomotif ke pangan). Walaupun demikian, perusahaan yang baru beralih memproduksi barang esensial ini tidak mempunyai teknologi, skill, dan pengalaman untuk memproduksi barang esensial tersebut dalam jumlah besar sebagaimana perusahaan reguler yang bisa memproduksi ba-



Source: (Bana, 2020)

Gambar 1. Dampak COVID-19 terhadap Komoditas Esensial (Pangan), Non-Esensial dan GDP

rang tersebut. 2) Karena wabah ini sudah mendunia, permintaan impor untuk barang esensial (pangan) juga meningkat secara global. Selain itu, memproduksi barang esensial tersebut dalam jumlah banyak dan dalam jangka waktu singkat juga tidak mudah. Kenaikan suplai ini menyebabkan keseimbangan pasar baru ada di e_3 di mana kuantitas barang ada di Q_3 yang diperdagangkan dan harga adalah P_3 , yang lebih rendah dari P_2 (harga pada saat *shock* kenaikan demand yang pertama karena sudah terjadi tambahan suplai sebagai respons dari kenaikan permintaan pada saat awal terjadi pandemik). Harga keseimbangan P_3 lebih tinggi dari P_1 (harga saat kondisi normal, tanpa pandemik).

Panel (b) menggambarkan reaksi pasar terhadap perubahan suplai dan demand di pasar barang non esensial. Pandemi menyebabkan terjadi penurunan permintaan barang non esensial seperti mobil. Panel (b) menunjukkan pada posisi awal equilibrium pasar barang non esensial ada di e_4 di mana jumlah kuantitas yang diperdagangkan adalah Q_4 dan harga pada saat keseimbangan pasar adalah P_4 . Permintaan yang merosot tajam menyebabkan kurva demand bergeser dari D ke D_1 dan harga turun dari P_4 ke P_5 dan kuantitas yang diperdagangkan turun dari Q_4 ke Q_5 . Dikarenakan terjadinya penutupan bisnis dan pabrik dari barang non esensial ini secara permanen atau sementara menyebabkan banyak produsen yang keluar dari pasar. Hal ini mengurangi jumlah suplai barang non esensial dari titik keseimbangan awalnya.

Anjloknya suplai ini disebabkan oleh 2 faktor, yakni 1) Banyak produsen barang non esensial yang beralih memproduksi barang esensial. Anjloknya permintaan barang non esensial yang terjadi secara global menyebabkan permintaan ekspor barang ini juga anjlok. Anjloknya suplai di panel (b) ditunjukkan oleh pergeseran kurva suplai ke kiri dari S ke S_1 , ini menyebabkan terjadi sedikit kenaikan harga yakni di P_6 dengan jumlah barang yang diperdagangkan sebesar Q_6 . Harga P_6 masih

lebih rendah dari harga awal, P_4 karena anjloknya permintaan mencegah harga kembali ke level awal (P_4).

Panel (c) menggambarkan bagaimana proses pandemik menghadirkan resesi melalui kurva AS-AD. Pada kondisi awal adalah kondisi *long-run AD-AS full-employment equilibrium* yakni pada e^* di mana ekonomi menghasilkan GDP pada Y^* dan level harga P^* . Diasumsikan barang dan jasa dalam pandemi COVID-19 terkategori 2 yakni barang dan jasa esensial (pangan APD, ventilator, masker, hand sanitizer, jasa dokter dan tenaga kesehatan dan rumah sakit) dan barang dan jasa non esensial dan mewah.

Dampak langsung dari penyebaran virus adalah meningkatnya jumlah orang yang terinfeksi dan fatalities sehingga mengharuskan pemerintah atau masyarakat melakukan tindakan-tindakan *containment* dan mitigasi (The World Bank, 2020) sehingga terjadi penutupan aktivitas bisnis dan para pekerja tidak bisa bekerja di pabrik dan tempat kerja lainnya dan juga terjadi *disrupsi trade* dan *business* sebagai hasil dari penutupan akses masuk barang, *travel bans* dan pembatasan masuk barang, orang dan modal lainnya yang semua itu menghasilkan *disrupsi agregat suplay* (Asian Development Bank, 2020). Secara grafik terjadinya *disruption* ini ditunjukkan dengan bergesernya kurva AS jangka pendek ke kiri yakni dari $SRAS$ ke $SRAS_1$.

Dalam jangka pendek, pandemi juga menyebabkan terjadinya *disrupsi agregate demand*. Hal itu ditunjukkan secara grafik dengan kurva AD yang bergeser ke kiri menjadi AD_1 . *Disrupsi agregat demand* ini merujuk pengalaman Sub-Sahara Afrika terjadi karena: 1) *Disrupsi trade* dan *value chain*, yang kemudian menekan ekspor komoditas; 2) menekan *foreign financing* dalam bentuk menurunnya *foreign direct investment*, *foreign aid*, *remittances*, *tourism revenue* dan juga *capital flight* (The World Bank, 2020). Sedangkan menurut Asian Development Bank (2020) *disrupsi agregat*

demand terjadi karena penurunan yang tajam dan temporer dari konsumsi dan investasi Tiongkok dan negara-negara yang terkena pandemi lainnya. Spillover dari permintaan agregat yang melemah ditransmisikan ke sektor dan ekonomi lainnya melalui perdagangan dan produksi.

Dampak dari terjadinya shock negatif baik AD dan AS tersebut menyebabkan ekonomi berada di titik e_s di mana GDP (output) berada di Y_s yang lebih kecil dari *output full-employment* di Y^* dan level harga P_s lebih rendah dari level harga *full-employment* (P^*). Ini berarti perekonomian di kondisi *short-run* kemungkinan berhadapan dengan *lower national output (income)* yang berpasangan dengan *deflationary pressure* dan jika ini berlanjut akan memacu resesi ekonomi.

Hasil-Hasil Studi Terdahulu

Lebih lanjut (Sachs, 2020) menjelaskan bisa terjadi saling interaksi antara *shock agregat demand* dan suplai. Covid-19 menimbulkan suplai shock dalam skala makro, yang dalam skala mikro ditandai dengan terjadinya pengangguran karena anggota rumah tangga yang bekerja terpaksa berhenti atau mengurangi produktivitasnya karena terjadinya tindakan antisipasi penyebaran Covid-19 oleh pemerintah, bisnis, dan masyarakat seperti melalui PSBB atau bahkan karantina wilayah. yang berakibat penurunan pendapatan rumah tangga berimbas pada turunnya pendapatan rumah tangga berpengaruh pada penurunan konsumsi pangan baik dalam kualitas, kuantitas maupun keragamannya.

Di sisi lain, Covid-19 juga menyebabkan terjadinya *demand shock*. Masyarakat dan pasar berkurang permintaannya terhadap semua produk karena PSBB atau pun karena urunnya pendapatan. Hal ini menyebabkan industri kehilangan pasarnya dan banyak yang tutup. Hal ini menyebabkan alternatif kerja bagi anggota rumah tangga menjadi semakin terbatas. Hal ini juga berpengaruh terhadap rumah tangga

yang akhirnya memengaruhi ketahanan pangan rumah tangga yakni berkurangnya konsumsi pangan baik dalam kualitas, kuantitas, atau keragamannya.

Laborde, Martin, Swinnen dan Vos, (2020) menyampaikan bahwa Covid-19 menjadi ancaman ketahanan pangan global. Covid-19 menyebabkan gangguan pada 4 aspek ketahanan pangan yakni aspek ketersediaan yakni mengganggu suplai pangan karena *lockdown* atau karantina wilayah yang menyebabkan petani mengurangi aktivitas produksi atau penyaluran input produksi yang terhambat, aspek akses menyebabkan ada masyarakat yang jatuh miskin karena resesi ekonomi yang ditimbulkannya dan kesulitan mendapatkan pangan. Covid-19 juga mengganggu aspek stabilitas karena menyebabkan ada bagian masyarakat pada saat Covid-19 tidak bisa mendapatkan pangan dalam kualitas dan jumlah yang sama ketika sebelum adanya Covid-19. Covid-19 juga mengganggu aspek utilisasi karena menyebabkan ada masyarakat yang terganggu asupan nutrisinya sehingga asupan nutrisi tidak sehat dibandingkan pada saat sebelum terjadi pandemik.

Analisis Ekonometrika

Analisis ekonometrika yang telah dilakukan untuk mengetahui pengaruh signifikan tidaknya dan besarnya (*magnitude*) dampak dari anjloknya pertumbuhan ekonomi akibat resesi yang ditimbulkan Covid-19 dan pertumbuhan sektor pertanian terhadap 4 aspek penting ketahanan pangan nasional (ketersediaan, akses, stabilitas dan utilisasi pangan). Persamaan regresi yang dispesifikasi yang digunakan dalam analisis adalah sebagai berikut:

Jenis dan Sumber Data

Semua data yang digunakan dalam kajian ini adalah data *time series* (runtut waktu) yang berasal dari FAO untuk Negara Indone-

Tabel 1. Spesifikasi persamaan regresi dalam penelitian

Persamaan dalam model Aspek ketersediaan pangan

$$Y_{Food_{it}} = a_{1t} + b_1 GDP_{it} + \epsilon_{1t} \dots \dots \dots (1)$$

$$Y_{Food_{it}} = a_{2t} + b_2 GDP_Agri_{it} + \epsilon_{2t} \dots \dots \dots (2)$$

Aspek Aksesibilitas Pangan

$$Acces_{it} = a_{3t} + b_3 GDP_{it} + \epsilon_{3t} \dots \dots \dots (3)$$

$$Acces_{it} = a_{4t} + b_4 GDP_Agri_{it} + \epsilon_{4t} \dots \dots \dots (4)$$

Aspek Stabilitas Pangan

$$Stabilitas_{it} = a_{4t} + b_5 GDP_{it} + \epsilon_{5t} \dots \dots \dots (5)$$

$$Stabilitas_{it} = a_{5t} + b_6 GDP_Agri_{it} + \epsilon_{6t} \dots \dots \dots (6)$$

Untuk Aspek Utilisasi Pangan

$$Utilisasi_{it} = a_{6t} + b_7 GDP_{it} + \epsilon_{7t} \dots \dots \dots (7)$$

$$Utilisasi_{it} = a_{7t} + b_8 GDP_Agri_{it} + \epsilon_{8t} \dots \dots \dots (8)$$

sia yang dapat diakses pada link <http://www.fao.org/faostat/en/#data>.

Dampak Resesi Ekonomi COVID-19 terhadap Ketersediaan Pangan

Covid-19 telah dipastikan menimbulkan resesi ekonomi di banyak negara. Resesi menyebabkan penurunan PDB nasional anjlok. Pengalaman Indonesia pada triwulan ke-2 2020, dampak Covid-19 telah menurunkan pertumbuhan ekonomi sebesar -5,1 persen, akan tetapi dalam keadaan COVID sektor pertanian bisa tumbuh nol persen, yakni pada kuartal 1 2020, tetapi kemudian tumbuh tinggi menjadi 16,24 persen (BPS 2020).

Persamaan 1 (Tabel 2) menunjukkan bahwa pengaruh GDP signifikan secara statistik terhadap ketersediaan pangan pada taraf alpa 1 persen. Karena variabel independen (GDP) dan variabel dependen (Y_FOOD atau ketersediaan pangan) dalam log maka interpretasi koefisien sebesar 0,13 adalah jika terjadi penurunan GDP sebesar 1 persen maka akan menurunkan ketersediaan pangan sebesar 0,13%. Dalam triwulan kedua 2020 terjadi penurunan pertumbuhan ekonomi sebesar 5,1% (BPS 2020) maka berakibat terjadi penurunan ketersediaan pangan Indonesia pada triwulan II tahun 2020 sebesar (5,1 x 0,13)% atau 0,663%.

Persamaan 2 menunjukkan bahwa pengaruh GDP pertanian signifikan secara statistik terhadap

ketersediaan pangan pada taraf alpa 1%. di mana model ini memiliki adjusted R² yang tinggi yakni 0,91 artinya 91% variasi dari nilai Y_FOOD (ketersediaan pangan) bisa dijelaskan oleh variasi nilai variabel bebasnya (GDP sektor pertanian). Variabel independen (GDP sektor pertanian) maupun variabel dependen (Y_FOOD atau ketersediaan pangan) dalam log maka interpretasi koefisien sebesar 0,13167 adalah jika terjadi kenaikan GDP sektor pertanian sebesar 1% maka akan menaikkan ketersediaan pangan sebesar 0,13167%. Dalam triwulan kedua 2020 terjadi kenaikan pertumbuhan ekonomi sektor pertanian sebesar 16,24% (BPS 2020) maka berakibat terjadi kenaikan ketersediaan pangan Indonesia pada triwulan II tahun 2020 sebesar (16,24 x 0,13167)% atau 2,138%.

Persamaan 1 dan 2 menyimpulkan dalam keadaan resesi akibat COVID-19 Indonesia masih bisa menjaga aspek ketersediaan pangan karena sektor pertanian masih tumbuh 16,24% yang memberi kontribusi kenaikan ketersediaan pangan sebesar 2,138% lebih besar dari dampak negatif turunnya pertumbuhan ekonomi (GDP) sebesar 5,1% yang memberi kontribusi penurunan ketersediaan pangan sebesar 0,663%. Artinya, selama sektor pertanian bisa dijaga tetap tumbuh, maka COVID-19 tidak menimbulkan gangguan ketersediaan pangan.

Tabel 2 Persamaan regresi yang menunjukkan dampak resesi terhadap empat variable ketahanan pangan

Variabel bebas (independen)	Variabel terikat (dependen)							
	Ketersediaan Pangan (log(Y_FOOD))		Akses Pangan (Log(ACCES))		Stabilitas Pangan (log(STABILITY))		Utilisasi Pangan (log(UTILISASI))	
	Persamaan 1	Persamaan 2	Persamaan 3	Persamaan 4	Persamaan 5	Persamaan 6	Persamaan 7	Persamaan 8
Log(GDP) (Produk Domestic Bruto)	0,1302***	-	0,3373***		-0,1013 ^{ns}		-2,9703***	
Log(GDP-AGRI) (PDB sektor Pertanian)	-	0,13167***	-	0,3388***		-0,00634 ^{ns}		-2,9164***
Konstanta	2,3634***	2,61***	4,54***	5,21***	4,386*	3,762 ^{ns}	67,169***	60,5899***
Adj R ²	0,8936	0,9066	0,9204	0,9152	-0,043	-0,05	0,7476	0,7142
Prob(F-statistic)	0,00000***	0,00000***	0,00000***	0,00000***	0,5972 ^{ns}	0,11118 ^{ns}	0,0000***	0,00000***

Keterangan: *** adalah signifikan secara statistik pada tarap probability 1 persen * adalah signifikan secara statistik pada tarap probability 10 persen ns tidak signifikan secara statistik

Dampak Resesi Ekonomi Covid-19 terhadap Akses Pangan

Persamaan 3 (tabel 2) menunjukkan bahwa pengaruh GDP signifikan secara statistik terhadap akses pangan pada taraf alfa 1%. Karena variabel independen (GDP) dan variabel dependen (ACCES atau akses pangan) dalam log maka interpretasi koefisien sebesar 0,33 adalah jika terjadi penurunan GDP sebesar 1% maka akan menurunkan ketersediaan pangan sebesar 0,33%. Dalam triwulan kedua 2020 terjadi penurunan pertumbuhan ekonomi sebesar 5,1% (BPS 2020) maka berakibat terjadi penurunan ketersediaan pangan Indonesia pada triwulan II tahun 2020 sebesar (5,1 x 0,33)% atau 1,683%.

Persamaan 4 menunjukkan bahwa pengaruh GDP pertanian signifikan secara statistik terhadap akses pangan pada taraf alfa 1%. di mana model ini memiliki adjusted R² yang tinggi yakni 0,9152 artinya 91,52% variasi dari nilai ACCES (Akses pangan) bisa dijelaskan oleh variasi nilai variabel bebasnya (GDP sektor pertanian). Variabel independen (GDP sektor pertanian) maupun variabel dependen (ACCES atau Akses pangan) dalam log maka interpretasi koefisien sebesar 0,33891 adalah jika terjadi kenaikan GDP sektor pertanian sebesar 1% maka akan menaikkan akses pangan sebesar 0,33891%. Dalam triwulan kedua 2020 terjadi kenaikan pertumbuhan ekonomi sektor pertanian sebesar 16,24% (BPS 2020) maka berakibat terjadi kenaikan akses pangan Indonesia pada triwulan II tahun 2020 sebesar (16,24 x 0,33891)% atau 5,503%.

Persamaan 3 dan 4 menyimpulkan dalam keadaan resesi akibat

Covid-19 Indonesia masih bisa menjaga aspek akses pangan karena sektor pertanian masih tumbuh 16,24 persen yang memberi kontribusi kenaikan akses pangan sebesar 5,503 persen lebih besar dari dampak negatif anjloknya pertumbuhan ekonomi (GDP) sebesar 5,1% yang memberi kontribusi penurunan akses pangan sebesar 1,683%. Dengan demikian, selama sektor pertanian bisa dijaga tetap tumbuh maka Covid-19 tidak menimbulkan gangguan aspek akses pangan.

Dampak Resesi Ekonomi Covid-19 terhadap Stabilitas Pangan

Persamaan 5 Tabel 2 menunjukkan bahwa pengaruh GDP tidak signifikan secara statistik terhadap stabilitas pangan. Hal ini ditunjukkan oleh koefisien dari GDP yang memiliki angka prob lebih besar dari 0,05. Sedangkan persamaan 6 juga menunjukkan hal serupa bahwa pengaruh GDP pertanian tidak signifikan secara statistik terhadap stabilitas pangan. Hal ini ditunjukkan oleh koefisien dari GDP sektor pertanian yang memiliki angka prob lebih besar dari 0,05. Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa keberadaan resesi ekonomi dari Covid-19 tidak berpengaruh terhadap aspek stabilitas pangan Indonesia.

Dampak Resesi Ekonomi COVID-19 terhadap Utilisasi Pangan

Variabel dependen (utilisasi) adalah prevalensi wanita yang mengalami anemia pada kelompok wanita usia produktif (persen). Dari hasil persamaan regresi 7 (Tabel 2) yang menunjukkan koefisien LOG(GDP) -2,97 yang berarti jika terjadi penurunan GDP sebesar 1

persen akan meningkatkan jumlah wanita yang mengalami anemia pada kelompok wanita usia produktif (persen) sebesar 2,97%. Nilai prob yang lebih kecil dari 0,01 menunjukkan bahwa GDP berpengaruh signifikan secara statistik pada taraf alfa 1 persen. Pada triwulan II tahun 2020 terjadi penurunan pertumbuhan ekonomi (GDP) sebesar 5,1% maka hal ini berdampak kenaikan jumlah wanita yang mengalami anemia pada kelompok usia produktif sebesar (2,97 x 5,1)% atau 15,147%.

Dari hasil persamaan regresi 8 pada Tabel 2 yang menunjukkan koefisien LOG(GDP_AGRRI) -2,916 yang berarti jika terjadi kenaikan GDP sektor pertanian sebesar 1 persen akan menurunkan jumlah wanita yang mengalami anemia pada kelompok wanita usia produktif (persen) sebesar 2,916%. Nilai prob yang lebih kecil dari 0,01 menunjukkan bahwa GDP sektor pertanian berpengaruh signifikan secara statistik pada taraf alfa 1 persen. Ketika triwulan II tahun 2020 sektor pertanian tumbuh sebesar 16,24% dengan demikian berdampak menurunkan jumlah wanita yang mengalami anemia pada kelompok wanita usia produktif (persen) sebesar (2,916 x 16,24)% atau 47,35%.

Penutup

Aspek penting ketahanan pangan yang perlu diperbaiki oleh pemerintah adalah aspek stabilitas pangan, khususnya menjaga agar lahan-lahan subur pertanian beririgasi tidak semakin terkonversi ke penggunaan non pertanian. Sedangkan untuk meningkatkan aspek utilisasi pangan penting

diseminasi atau penyebaran tentang pentingnya konsumsi pangan bergizi dan beragam kepada seluruh masyarakat melalui beragam media. Dalam keadaan pandemik, selama sektor pertanian bisa dijaga tetap tumbuh maka Covid-19 tidak menimbulkan gangguan ketersediaan, akses, dan utilisasi pangan. Hasil empiris juga menunjukkan anjloknya pertumbuhan ekonomi ketika terjadi resesi ekonomi Covid-19 bukan

faktor penentu stabilitas pangan. Penelitian lebih lanjut masih perlu dilakukan sehingga bisa didapat informasi mendalam tentang ketahanan pangan sampai level rumah tangga. Kajian lanjutan yakni: 1) Penelitian aspek ketahanan pangan pada level daerah berdasarkan kategori tingkat rawan pangan untuk mengetahui secara akurat aspek ketahanan pangan yang perlu diperbaiki. 2) Pada level rumah

tangga juga perlu dikaji tentang aspek empat ketahanan pangan ini dengan pembagian objek kajian 1) berdasarkan lokasi (rumah tangga kota dan desa), berdasarkan strata ekonomi (miskin dan kaya), berdasarkan sektor ekonomi (rumah tangga pertanian, buruh dan pegawai).

Saefudin, Puslitbangun

PENERAPAN TEKNOPRESISI UNTUK PRODUKSI BENIH JAHE PUTIH BESAR BERMUTU

Benih jahe bermutu tinggi dicirikan dengan kandungan pati dan kandungan serat yang tinggi tetapi mempunyai kadar air yang rendah. Benih rimpang tersebut dapat disimpan lama, dengan penyusutan bobot yang rendah serta viabilitas benih tetap terjaga. Peningkatan mutu benih jahe dapat dicapai melalui modifikasi budidaya selama proses produksi di lapangan dan proses penyimpanannya. Pemberian asupan air dan hara yang tepat dan sesuai dengan perkembangan fisiologis jahe merupakan faktor yang memengaruhi mutu produksi benih jahe, terutama pada kandungan serat, pati dan kadar airnya. Melalui penggunaan teknologi fertigasi yang terkontrol (presisi) diharapkan pola pemberian asupan air dan hara tersebut dapat dilakukan secara efektif pada proses produksi benih JPB. Modifikasi pemberian hara melalui fertigasi menghasilkan benih rimpang jahe yang bermutu tinggi melalui penggunaan hara dan air yang efisien.

Permasalahan utama pada pengembangan tanaman jahe putih besar (JPB), salah satunya adalah ketersediaan benih bermutu yang tidak berkelanjutan. Keterbatasan benih bermutu yang tersedia di pasaran memicu harga benih jahe menjadi tinggi dan sulit

untuk dikendalikan. Di antara faktor penyebab keterbatasan benih jahe bermutu adalah adanya serangan penyakit layu bakteri *Ralstonia solanacearum* yang dapat menurunkan produksi jahe hingga 90% (Januwati 1999). Di sisi lain, masyarakat masih menggunakan ukuran rimpang benih yang terlalu besar dalam budidaya JPB yakni sekitar 40 - 60 g/bahan tanaman sehingga kebutuhan benih per ha mencapai 2 - 3 ton.

Hingga saat ini, standar prosedur budidaya JPB yang tersedia adalah untuk produksi jahe konsumsi, tapi belum tersedia khusus untuk produksi benih jahe. Kondisi ini menyebabkan standar prosedur budidaya untuk produksi jahe konsumsi tersebut juga digunakan untuk produksi benih jahe sehingga benih jahe yang diproduksi mempunyai kualitas mutu yang rendah. Benih jahe bermutu tinggi dicirikan dengan kandungan pati dan kandungan serat yang tinggi tetapi mempunyai kadar air yang rendah. Benih rimpang tersebut dapat disimpan lama, dengan penyusutan bobot yang rendah serta viabilitas benih tetap terjaga.

Peningkatan mutu benih jahe dapat dicapai melalui modifikasi budidaya selama proses produksi di lapangan dan proses penyimpanannya. Pemberian asupan air dan hara yang tepat dan sesuai dengan perkembangan fisiologis jahe disinyalir menjadi faktor penentu mutu pro-

duksi benih jahe, terutama pada kandungan serat, pati dan kadar airnya. Melalui penggunaan teknologi fertigasi yang terkontrol (presisi) diharapkan pola pemberian asupan air dan hara tersebut dapat dilakukan secara efektif pada proses produksi benih JPB. Secara umum, fertigasi dimaknai sebagai salah satu modifikasi teknik budidaya tanaman melalui pemberian hara lengkap pada tanaman dalam bentuk larutan melalui sistem pengairan tetes. Pemberian hara langsung pada zona perakaran sehingga dapat diserap dengan lebih baik dan efektif. Meskipun teknologi fertigasi telah banyak diaplikasikan pada tanaman sayuran dan hortikultura, namun pemanfaatannya pada proses produksi benih JPB di Indonesia belum ada yang melaporkan. Teknologi fertigasi yang berbasis operasional distribusi air dan haranya dapat dikontrol berdasarkan perkembangan fisiologis jahe dan dinamika iklim mikro, serta dikombinasikan dengan aplikasi bakteri endofit untuk pengendalian serangan penyakit layu bakteri, maka peluang proses produksi benih JPB yang sehat dan bermutu dapat direalisasikan.

Pertanian presisi adalah sistem pertanian yang mengoptimalkan penggunaan sumberdaya untuk mendapatkan hasil yang maksimal dan juga mengurangi dampak terhadap lingkungan. Input yang ditambahkan dapat digunakan seefi-

sien mungkin tetapi menghasilkan pertumbuhan yang optimal. Teknologi pertanian presisi yang dikenal juga dengan pertanian 4.0 merupakan suatu teknologi alternatif yang bisa diterapkan dalam produksi benih tanaman obat khususnya jahe putih besar. Penerapan mekanisasi dalam seluruh aktivitas pertanian sehingga lebih cepat, penggunaan alat-alat sensor sehingga lebih akurat dalam pemupukan, irigasi dan pengendalian OPT. Seluruh aktivitas tersebut harus dilaksanakan secara tepat sehingga meminimalisir kegagalan yang tidak diinginkan serta dapat memprediksi produksi dengan Penerapan teknologi presisi (teknopresisi) dalam produksi benih, mengacu pada peningkatan produktivitas, biaya lebih murah, mutu tinggi serta dapat meningkatkan efisiensi dan daya saing.

Pola Pertumbuhan Jahe Putih Besar

Inisiasi tunas pada rimpang jahe bermula dari pembentukan tunas apikal dan selanjutnya berkembang menjadi anakan utama. Sewaktu anakan tersebut mulai tumbuh, maka secara bertahap jaringan bagian dasarnya akan membesar menjadi rimpang. Rimpang pertama yang terbentuk dari anakan awal tersebut sering disebut sebagai rimpang utama atau rimpang induk (Ravindran *et al.* 2005). Pada tahap selanjutnya, pada bagian dasar anakan awal akan membesar dan berkembang menjadi rimpang primer. Bila pada rimpang primer tumbuh tunas maka akan berkembang menjadi anakan sekunder dan diikuti pembentukan rimpang sekunder. Dari rimpang sekunder tersebut juga akan terbentuk tunas dan rimpang baru yang akan tumbuh menjadi anakan dan rimpang tersier. Proses ini akan terulang untuk pembentukan anakan dan rimpang level selanjutnya.

Perkembangan fisiologis tanaman jahe dapat dibagi atas tiga fase penting yakni pertumbuhan vegetatif (0 - 3 bulan), pembentukan rimpang (4 - 6 bulan) dan pengisian rimpang

(6 - 9 bulan). Hasil penelitian sebelumnya menyatakan bahwa terdapat perbedaan kebutuhan air jahe pada ketiga fase perkembangan tersebut (Rusmin, 2016; Melati *et al.* 2016). Dengan diketahuinya ritme pertumbuhan dan perkembangan tanaman jahe tersebut pada lingkungan yang terkendali, dapat diketahui terjadinya pengalihan fotosintat antara pertumbuhan vegetatif dan pembentukan rimpang. Hal tersebut merupakan dasar untuk modifikasi pemberian hara melalui fertigasi sehingga akan menghasilkan benih rimpang jahe yang bermutu tinggi melalui penggunaan hara dan air yang efisien.

Bila pada fase pertumbuhan vegetatif dan pembentukan rimpang diperlukan air yang cukup, sebaliknya pada fase pengisian rimpang, status air tanah harus dijaga agar tidak terlalu tinggi guna menghasilkan rimpang yang bernas dan lebih bermutu. Pengelolaan air merupakan salah satu faktor kritis pada proses produksi rimpang jahe, maka dukungan instrumentasi yang dapat mengatur tingkat ketersediaan air dan hara sesuai dengan fase perkembangan fisiologis tanaman jahe akan memberikan pengaruh besar pada proses produksi benih bermutu jahe putih besar.

Untuk memproduksi rimpang jahe berkualitas diperlukan kecukupan jenis dan jumlah hara yang sesuai fase perkembangannya. Salah satu unsur makro yang penting dan berpengaruh pada mutu rimpang jahe adalah kalium (Li *et al.* 2010; Nwaogu and Ukpabi 2010; Rahardjo 2012). Mengingat pupuk sebagai sumber hara merupakan salah satu komponen input produksi yang memerlukan pembiayaan cukup besar, maka peningkatan efisiensi melalui aplikasi fertigasi dipandang sebagai langkah strategis.

Penggabungan penerapan teknologi fertigasi dan proteksi terhadap penyakit layu bakteri diharapkan dapat secara efektif menghasilkan benih sehat bermutu pada proses penangkaran benih JPB.

Kebutuhan Hara Jahe Putih Besar

Kebutuhan hara tanaman jahe cukup besar terutama pada unsur N, P dan K (Rosita *et al.* 2005) yakni berturut-turut mencapai 7,5; 7,5; 10,0 g/tanaman (Rostiana *et al.* 2005). Di antara ketiga unsur hara tersebut, K adalah yang paling dominan diserap (Xin Sheng *et al.* 2010) dan menentukan produktivitas tanaman jahe (Li *et al.* 2010; Nwaogu dan Ukpabi, 2010). Fungsi utama unsur K adalah untuk aktifitas enzim, pengaturan permeabilitas dinding sel dan turgor, transportasi hasil fotosintesis, hara dan air, serta metabolisme pati dan protein. Defisiensi K pada tanaman akan dapat menurunkan kekuatan batang dan ketahanan tanaman terhadap serangan hama dan penyakit (Sanyal dan Dhar, 2006). Hasil penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa pemberian K dengan dosis 6,7 g/tanaman pada 3 bulan setelah tanam menghasilkan performansi benih JPB dengan viabilitas terbaik (Melati, 2016).

Layu Bakteri dan Mikroba Endofit

Salah satu penyakit penting pada jahe adalah layu bakteri yang disebabkan oleh *R. solanacearum*. Kehilangan hasil akibat layu bakteri lebih dari 45% di Hawaii (Alvarez *et al.* 2004; Stansbury, 2001). Penyakit layu bakteri pada tanaman jahe telah memusnahkan pertanaman di sebagian besar wilayah Asia (India, Filipina, Thailand dan Indonesia) (Elphinstone, 2004).

Untuk mengatasi penyakit layu tersebut diperlukan peningkatan ketahanan benih jahe melalui keseimbangan hara, induksi ketahanan melalui agensia hayati (mikroba endofit). Alternatif pengendalian penyakit layu bakteri tersebut salah satunya adalah dengan mikroba endofit yang dapat menginduksi ketahanan secara sistemik. Prinsip kerja mikroba endofit adalah hidup dalam jaringan tanaman sehat tanpa implikasi menimbulkan penyakit bagi tanaman inangnya (Carroll, 1990). Pada kasus

tertentu, penggunaan mikroba endofit sangat efektif menghambat perkembangan patogen (Niere 2002) dan menurunkan kerusakan jaringan tanaman akibat infeksi patogen tular tanah (Harni 2010, Linh 2008; Siddiqui dan Saukat 2003).

Konsep fertigasi

Istilah fertigasi merupakan pemupukan tanaman yang dilakukan secara bersamaan dengan irigasi yang diaplikasikan secara simultan baik secara manual maupun menggunakan instrumentasi pendukung (Yuan *et al*, 2014). Pengelolaan hara tanaman dengan teknologi fertigasi utamanya adalah pada hara makro seperti nitrogen, kalium, fosfat dan magnesium dan dapat disesuaikan dengan kebutuhan tanaman secara tepat (Follett, 2004). Kelebihan yang diharapkan dari aplikasi fertigasi antara lain menghemat biaya aplikasi, meningkatkan efektivitas serapan hara oleh tanaman dan mengurangi kehilangan hara melalui proses denitrifikasi.

Beberapa faktor yang perlu dipertimbangkan pada aplikasi fertigasi antara lain; tingkat keseragaman distribusinya, waktu yang diperlukan untuk distribusi pada titik terjauh, dan efektivitas larutan hara sampai ke perakaran akar tanaman (Blaine Hanson, 2005). Fertigasi umumnya diaplikasi dengan sistem irigasi tetes atau sprinkler.

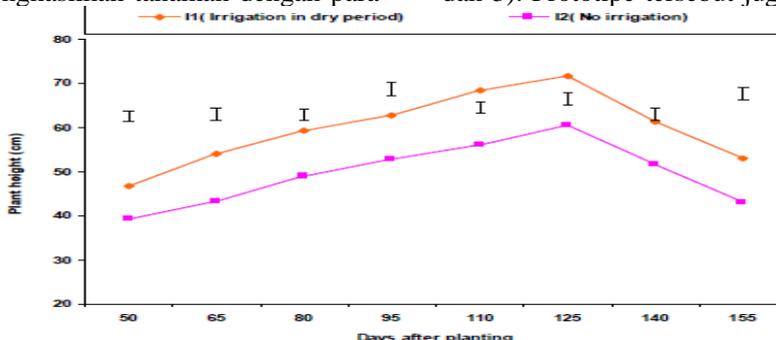
Inovasi teknologi fertigasi untuk tanaman sayuran telah dihasilkan oleh Badan Litbang Pertanian melalui proses perekayasa di BBP Mekanisasi Pertanian, Serpong dengan tipe *Fertig APH-3* (Harmanto *et al*, 2007). Tipe ini dapat diterapkan pada tanaman jahe tetapi perlu pengembangan lebih lanjut, mengang proses produksi benih jahe memerlukan aplikasi fertigasi dengan presisi yang lebih tinggi karena mempunyai fase pertumbuhan yang berbeda dengan tanaman sayuran. Pengembangan tipe *Fertig APH-3* disesuaikan dengan perkembangan fisiologis tanaman jahe sehingga input air dan hara yang diberikan efisien serta dapat mendukung pertum-

buhan tanaman yang optimal untuk menghasilkan benih rimpang yang bermutu tinggi. Benih rimpang jahe bermutu tinggi dicirikan dengan kekerasan benih dan ukuran rimpang (mutu fisik), kemampuan benih rimpang untuk hidup dan berkembang (mutu fisiologis) dan benih yang bebas hama penyakit (kesehatan benih).

Budidaya jahe dengan memanfaatkan teknik fertigasi (Gambar 1) menghasilkan tanaman yang lebih baik daripada pertumbuhan tanaman jahe dengan budidaya konvensional (tanpa fertigasi). Islam *et al*, (2015) menyampaikan bahwa penanaman jahe dengan menggunakan irigasi menghasilkan tanaman dengan para-

meter pertumbuhan (tinggi tanaman, jumlah daun dan jumlah tunas) yang lebih baik daripada budidaya tanpa irigasi. Hasil penelitian Suhaimi *et al* (2016) budidaya jahe dengan menggunakan sistem fertigasi dapat mempertahankan kelembapan media sehingga pertumbuhan tanaman menjadi lebih vigor.

Prototipe teknopresisi sudah diuji coba pada budidaya jahe putih besar yang merupakan penggabungan pemupukan (*fertilization*), irigasi (*irrigation*) dan pengendalian layu bakteri pada jahe (*protection*) yang diaplikasikan secara tepat dan efisien sesuai dengan kebutuhan perkembangan jahe putih besar (Gambar 2 dan 3). Prototipe tersebut juga dapat



Sumber Islam *et al* (2015).

Gambar 1: Pengaruh irigasi dan tanpa irigasi terhadap tinggi tanaman jahe.



Sumber Melati *et al* (2018)

Gambar 2. Teknopresisi berupa prototipe fertigapro (pemupukan, irigasi dan proteksi) pada budidaya produksi benih jahe putih besar



Sumber : Melati *et al* (2018), dan Melati *et al* (2020)

Gambar 3. Penggunaan teknopresisi berupa fertigasi dengan input proteksi pada budidaya produksi benih JPB di KP Cibinong (a) dan KP Cimanggung (b).

merekam dinamika iklim mikro di sekitar tanaman. (Melati *et al*, 2018). Hasil uji coba menunjukkan bahwa prototype mampu mendistribusikan air dan hara serta pengendalian layu bakteri secara periodik. Diharapkan pada penelitian selanjutnya prototype tersebut juga dapat merekam lensa tanah dan mendeteksi keberadaan hara tanah sehingga pemupukan dan irigasinya presisi.

Penutup

Hasil riset selama ini hanya terbatas dalam pemanfaatan irigasi dalam budidaya jahe. Penelitian yang menggabungkan pemupukan, irigasi dan proteksi sudah dimulai tetapi masih diperlukan penyempur-

naan sebelum teknologi tersebut siap untuk disosialisasikan ke pengguna. Input pupuk dan proteksi pada teknologi irigasi tersebut mempunyai peluang yang besar dalam menghasilkan benih jahe yang bermutu tinggi serta efisien dalam penggunaan air dan hara. Tata kelola pemberian input air, hara dan induksi ketahanan terhadap penyakit layu bakteri pada proses produksi benih JPB sangat menentukan penampilan mutu produk benih. Melalui aplikasi teknologi presisi yang dinamakan FERTIGAPRO (merupakan penggabungan teknologi fertigasi dan proteksi tanaman) memungkinkan proses pemberian air, larutan hara dan bioformula bakteri endofit pada tanam-

an induk jahe dapat disesuaikan dengan kebutuhannya pada setiap fase perkembangan fisiologis dan kondisi iklim mikronya. Benih yang diproduksi lebih bernas dengan kandungan pati dan serat yang tinggi, serta dapat menekan serangan layu bakteri. Melalui kombinasi induksi bakteri endofit pada stadia benih, pengaturan pemberian air, larutan hara dan bioformula bakteri endofit yang diberikan periodik secara presisi pada aplikasi FERTIGAPRO diharapkan dapat dihasilkan benih JPB yang bermutu tinggi.

Melati dan Devi Rusmin,
Balitro

MITIGASI DAN ADAPTASI DAMPAK PERUBAHAN IKLIM PADA TANAMAN PERKEBUNAN

Pemanasan global yang memicu perubahan iklim adalah akibat terus bertambahnya konsentrasi gas rumah kaca (GRK) di atmosfer. Salah satu sektor yang ikut berkontribusi adalah aktivitas pertanian. Secara global sektor ini berkontribusi 13,5% terhadap peningkatan kandungan GRK di atmosfer. Pengayaan GRK di udara sampai pada batas tertentu berpengaruh positif terhadap produktivitas tanaman budidaya namun bila pengaruhnya terhadap perubahan iklim telah ekstrim, dampaknya akan menurunkan produksi tanaman, seperti menurunnya produksi kakao 86% di Brazilia dan 10 - 46% di Indonesia serta menurunnya produksi kopi 57% di Guatemala. Agar dampak perubahan iklim tidak terus menerus menggerogoti produksi tanaman khususnya tanaman perkebunan maka cara pengelolaan lahan di bawah suasana perubahan iklim harus diperbaiki. Tujuannya selain ikut berperan dalam mitigasi perubahan iklim, juga untuk mengatasi dampak perubahan iklim terhadap penurunan produksi. Beberapa cara pengelolaan lahan perkebunan yang direkomendasikan seperti pemilihan varietas, teknologi pemupukan, aplikasi teknologi konservasi dan

irigasi suplemen dan perbaikan kualitas tanah untuk mengatasi cekaman air.

Perubahan iklim terjadi sejalan dengan fenomena pemanasan global akibat meningkatnya konsentrasi senyawa-senyawa gas rumah kaca (GRK) di udara, seperti karbon dioksida, metan, nitrous oksida dan sebagainya. Senyawa-senyawa tersebut menjebak suhu panas cahaya matahari di permukaan bumi sehingga tidak bisa keluar melalui atmosfer. Kenaikan suhu di permukaan bumi akan terus berlanjut, berkisar 1,1 - 6,4°C antara tahun 1900 - 2100 (IPCC, 2007).

Salah satu faktor penyebab dari pemanasan global yang berakibat terhadap perubahan iklim adalah aktivitas pertanian. Secara global bidang pertanian berkontribusi 13,5% atas terjadinya peningkatan kandungan GRK atau setara dengan peningkatan 6,6 Gt gas CO₂, CH₄ dan N₂O di udara per tahun (Swaminathan dan Kesavan, 2012). Sumber GRK tersebut berasal dari pemba-

karan biomasa, pemupukan, proses fermentasi, proses produksi pupuk dan pupuk kandang. Diperkirakan 75% dari kontribusi pertanian terhadap pengayaan gas rumah kaca itu adalah dari negara sedang berkembang. Di Indonesia, bidang pertanian diperkirakan berkontribusi sekitar 12% dari total emisi CO₂ nasional sebesar 436,90 juta ton (Surmaini *et al*. 2011).

Perubahan iklim akibat pemanasan global di sisi lain menyebabkan kekeringan dan curah hujan ekstrim. *United Nations Office for the Coordination of Humanitarian Affairs* (OCHA, 2009) mengindikasikan bahwa Indonesia merupakan salah satu negara yang rentan bencana akibat perubahan iklim. Perubahan iklim diprediksi 1) menurunkan produktivitas dan pelandaian produksi, 2) percepatan degradasi lahan dan air dan 3) meningkatkan frekuensi banjir dan kekeringan.

Oleh karena itu perlu langkah-langkah dalam mengantisipasi dan menghadapi dampak perubahan iklim pada sektor pertanian khususnya sub-sektor Perkebunan. Pertumbuhan dan produksi tanaman yang tetap

baik pada sub sektor perkebunan, selain membantu mempertahankan salah satu sumber devisa negara juga penting artinya untuk kesejahteraan petani seperti petani pada perkebunan rakyat.

Dampak Perubahan Iklim Terhadap Produktivitas Komoditas Perkebunan

Pengayaan emisi CO₂ diudara sampai batas-batas tertentu cenderung berpengaruh baik terhadap pertumbuhan tanaman tahunan seperti tanaman-tanaman hutan (Reyer, 2015). Hasil penelitian di India mendapatkan peningkatan kadar CO₂ sampai 550 µmol/mol memperbaiki pertumbuhan tanaman kelapa karena intensitas fotosintesis yang tinggi menyebabkan area permukaan daun lebih luas dan nyata meningkatkan biomasa pucuk dan akar. Tetapi peningkatan suhu udara 3°C di atas 31°C, didapatkan mengurangi luas daun, kandungan klorofil dan total fotosintesis. Peningkatan suhu juga menyebabkan terjadinya peningkatan transpirasi yang berimbas kepada peningkatan kebutuhan air tanaman, mempercepat pematangan buah, menurunkan mutu hasil serta meningkatkan intensitas serangan hama dan penyakit.

Di negara tropis yaitu Brazil, perubahan iklim yang berakibat periode kekeringan lebih panjang, menurunkan produksi kakao sampai 89%, selain banyak tanaman yang mati dan terserang penyakit busuk buah oleh jamur *Moniliophthora pernicious* (Rey *et al.*, 2018). Di Indonesia, khususnya di Sulawesi akibat kekeringan panjang produksi kakao menurun 10 - 46% (Schwendenmann *et al.*, 2010). Demikian pula di Afrika petani kakao rata-rata kehilangan hasil 27%. Sementara itu di negara-negara Amerika Tengah seperti di Meksiko, Nicaragua dan Guatemala, perubahan iklim mengakibatkan berubahnya kesesuaian ketinggian lahan (altitude) optimum untuk pengembangan kopi Arabika yaitu dari 1.200 m dpl menjadi 1.600 m dpl. Disisi lain petani Guatemala



Sumber Foto : Bariot Hafif (Koleksi pribadi)

Gambar 1. Keragaan tanaman kakao dan lada akibat kekeringan panjang

telah kehilangan hasil kopi sebesar 57% yaitu 27% akibat kelebihan air dan 26% akibat kekurangan air di bawah kondisi perubahan iklim. Pada Gambar 1 dapat dilihat bagaimana keragaan tanaman kakao dan tanaman lada saat terjadi kekeringan panjang.

Pengelolaan Tanaman Perkebunan dan Mitigasi Perubahan Iklim

Seperti dikemukakan FAO (2012) sektor pertanian secara teknis mempunyai potensi penting untuk mitigasi perubahan iklim karena tanaman-tanaman pertanian adalah kunci sekuestrasi dan konservasi karbon. Diperkirakan tanaman pertanian di negara-negara sedang berkembang berpotensi melakukan mitigasi 1,5 sampai 1,6 Gt karbon atau setara 5,5 - 6 Gt CO₂ atmosfer per tahun. Kontribusi yang cukup besar untuk sekuestrasi CO₂ atmosfer tersebut adalah oleh tanaman perkebunan. Tanaman-tanaman perkebunan akan menyerap CO₂ dari udara untuk proses fotosintesis. Karbon dari CO₂ akan digunakan oleh tanaman untuk membentuk jaringan yang selanjutnya disimpan sebagai biomasa tanaman. Khusus tanaman-tanaman perkebunan seperti tanaman karet, kayumanis, kelapa sawit, teh, kopi dan kakao mampu menyerap CO₂ atmosfer masing-masing sebanyak 155, 83, 99, 47, 51 dan 50 ton/ha/tahun (Ginoga *et al.*, Haryadi, van Noordwijk *et al.* dan Yuliasmara *et al.* dalam Supriadi, 2012).

Teknologi Pengelolaan Tanaman Perkebunan Menghadapi Perubahan Iklim

Teknologi pengelolaan tanaman perkebunan yang diperlukan dalam menghadapi dampak perubahan iklim

adalah teknologi yang mampu memperbaiki pertumbuhan dan produksi tanaman dengan emisi GRK rendah, namun juga berpotensi untuk mitigasi perubahan iklim, baik secara langsung ataupun tidak langsung. Memperbaiki keragaan tanaman sehingga berproduksi optimal adalah bentuk mitigasi perubahan iklim secara tidak langsung melalui optimalisasi proses fotosintesis tanaman. Beberapa teknologi pengelolaan tanaman perkebunan yang dianjurkan sebagai berikut;

Varietas

Saat ini sudah cukup banyak klon-klon tanaman perkebunan yang dilepas yang relatif toleran terhadap perubahan iklim seperti toleran kekeringan, genangan, peningkatan suhu, bahkan toleran peningkatan kadar emisi khususnya CO₂. Penggunaan varietas unggul ini bisa untuk penanaman baru ataupun dalam rangka peremajaan tanaman dengan teknologi sambung samping/pucuk menggunakan entres. Contoh varietas unggul kakao yang relatif toleran kekeringan seperti MCC1, Sulawesi 1 dan yang terbaru BL 50. Varietas unggul karet yang juga relatif tahan kekeringan seperti klon IRR5, IRR32, IRR 39 dan beberapa klon IRR lainnya. Demikian pula varietas unggul kopi Robusta yang berproduksi tinggi di bawah suasana perubahan iklim seperti varietas unggul Korolla 1, 2, 3 dan 4 serta yang toleran genangan seperti kopi Liberika varietas LIM 1 dan LIM 2. Jenis tanaman perkebunan lainnya yang relatif tahan kekeringan untuk tanaman tebu adalah RRG NXI-4T dan untuk lada adalah Malonan, Merapin dan Petaling 2.

Pemupukan

Aktivitas pemupukan cenderung meningkatkan emisi GRK, khususnya gas N₂O. Sumbernya adalah pupuk N dan juga kotoran ternak. Salah satu strategi agar pemanfaatan pupuk lebih efektif dan emisi N₂O sebagai dampak penggunaan jadi rendah adalah dengan menyesuaikan jumlah pemberian pupuk N dengan kebutuhan tanaman (tidak berlebihan), formula pupuk tepat, waktu pemberian tepat dan penempatannya tepat. Pupuk N sesuai kebutuhan, salah satunya dengan mempertimbangkan umur tanaman dan melakukan analisis tanah dan daun untuk mengetahui status N tanah. Perbaikan formula pupuk bisa dilakukan di antaranya dengan mencampur pupuk N dengan nitrifikasi/urease inhibitor sehingga proses urease terkontrol, dan atau penggunaan pupuk N *slow release* (pupuk dengan *polymer coating*). Waktu pemberian dan penempatan yang tepat yaitu memberikannya saat tanaman membutuhkan banyak N seperti dengan menunda pemberian N beberapa minggu setelah tanam daripada langsung sesudah tanam. Pupuk N juga sebaiknya diberikan sedekat mungkin dengan perakaran tanaman seperti secara ditugal, mengelompok tanah atau membuat larikan yang cukup dalam dan dengan menutup kembali tanah di atas pupuk. Cara-cara tersebut adalah lebih baik dibanding pemberian pupuk N secara disebar.

Konservasi air dan teknologi irigasi

Salah satu indikator perubahan iklim adalah pola curah hujan yang

tidak menentu. Kondisi ini dapat berakibat terhadap limpasan air yang berlebih atau terjadi kekurangan air. Air limpasan yang berlebihan pada lahan perkebunan akan menimbulkan erosi sehingga tanah lebih cepat terdegradasi. Kelebihan air yang biasanya akan diikuti oleh kekeringan yang lebih panjang akan menyebabkan tanaman mengalami cekaman air sehingga produksi menurun bahkan tanaman bisa mati. Untuk mengatasi hal itu total air hujan yang berlimpah harus dimanfaatkan seoptimal mungkin dengan cara ditampung. Pembuatan embung besar atau embung kecil (volume $\leq 100 \text{ m}^3$) untuk sumber irigasi suplemen, merupakan teknologi yang tepat mengatasi permasalahan air tersebut. Agar pemanfaatan air lebih efektif, maka cara penggunaan air harus didukung teknologi irigasi yang efisien dan efektif seperti penggunaan teknologi irigasi tetes.

Pemanfaatan bahan organik mengatasi cekaman air

Perbaikan kualitas tanah dengan bahan pembenah seperti bahan organik adalah teknologi penting lainnya untuk menghadapi perubahan iklim. Bahan-bahan organik pembenah tanah (*soil ameliorant*) seperti pupuk kandang, kompos, biocar, arang sekam dan bahan-bahan organik sisa lainnya serta kapur adalah penjerap air yang baik. Aplikasi bahan-bahan tersebut ke tanah akan meningkatkan kemampuan tanah memegang air. Demikian pula pori-pori tanah yang banyak terbentuk oleh bahan-bahan tersebut akan me-

tingkatkan volume air yang masuk ke badan tanah. Dampaknya adalah simpanan dan ketersediaan air di dalam tanah meningkat dan tanaman lebih terlindung dari ancaman cekaman air.

Penutup

Penyebab utama perubahan iklim adalah aktivitas manusia yang cenderung terus memperkaya konsentrasi GRK di atmosfer. Pengelolaan lahan untuk pertanian seperti dalam usaha perkebunan, ikut berkontribusi terhadap pengayaan GRK. Memperbaiki pengelolaan tanaman perkebunan sehingga keragaan tanaman dan produksi meningkat, merupakan salah satu bentuk partisipasi penting dalam mitigasi dan adaptasi perubahan iklim. Perbaikan teknologi pengelolaan perkebunan sehingga tanaman tumbuh dan berproduksi baik, secara tidak langsung membantu memperbaiki kemampuan tanaman dalam menyerap CO₂ atmosfer. Oleh karena itu dalam pengelolaan lahan perkebunan selain memelihara keragaan tanaman agar tumbuh dan berproduksi optimal, cara pengelolaan diupayakan tidak memperkaya GRK atmosfer.

Bariot Hafif, Balittri

***Araecerus fasciculatus* De Geer (Coleoptera: Anthribidae) HAMA PADA BUAH KOPI DI PENYIMPANAN**

Araecerus fasciculatus (Coleoptera: Anthribidae) dikenal sebagai hama pada biji kopi di penyimpanan. Selain buah kopi hama ini juga menyerang buah kakao, biji pala dan jarak pagar. Serangan *A. fasciculatus* menyebabkan kuantitas dan kualitas buah kopi me-

nurun. Beberapa tindakan pengendalian hama yang dapat dilakukan dengan cara mengatur kandungan air biji kopi dibawah 12%, memanfaatkan musuh alami parasitoid *Anisopteromalus calandrae* (Hymenoptera: Pteromalidae), *Cephalonomia gallicola*,

Apanteles araecer, *Cleonymus texanus*, *Eupelmus cushmani*, *Eupelmus javae*, *Eurytoma pini*, *Plastanoxus* sp. menyerang larva dan *Cheyletus* sp., *Monteziella* sp merupakan predator telur serta *Beauveria bassiana* merupakan patogen hama ini.

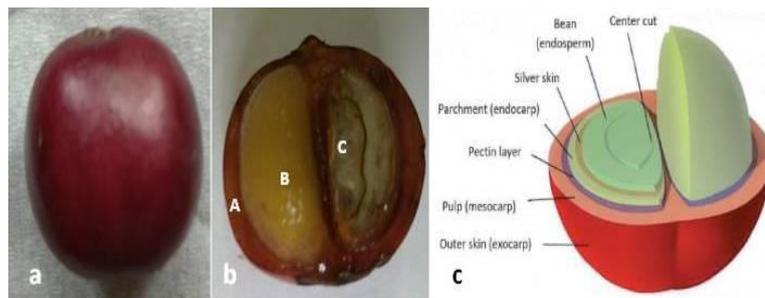
Kopi merupakan komoditas yang sangat diminati baik di Indonesia maupun di seluruh dunia. Bagi sebagian besar orang Indonesia khususnya, mengonsumsi kopi merupakan gaya hidup yang sulit untuk ditinggalkan. Tanaman kopi menghasilkan buah yang di dalamnya mengandung biji. Biji kopi inilah yang kemudian diolah menjadi kopi bubuk. Kulit buah kopi yang disebut eksokarp (*exocarp*) berwarna hijau hingga saat matang menjadi berwarna merah cerah, kuning, jingga atau merah terang (*pink*) tergantung dari varietas tanaman kopi. Perikarp (*pericarp*) merupakan bagian luar kulit buah kopi yang secara anatomi terdiri dari tiga bagian yaitu: eksokarp, mesokarp (*mesocarp*) dan endokarp (*endocarp*) (Gambar 1).

Setelah dipanen buah kopi diolah dan disimpan dalam gudang selama beberapa waktu sebelum dipersiapkan untuk dikonsumsi. Kebersihan, suhu dan kelembapan dalam gudang penyimpanan harus diperhatikan untuk menjaga kualitas kopi. Kelembapan 60% dengan penyimpanan yang lama akan menyebabkan perubahan komposisi kimia biji kopi sehingga mengurangi kualitas buah kopi. Selain itu, kelembapan tinggi juga menyebabkan datangnya serangga hama dan cendawan pada biji simpanan yang dapat menyebabkan kerugian. Menurut Sjam (2014), besarnya kerugian pascapanen yang diakibatkan hama gudang dari golongan serangga mencapai 5 - 50 %. Salah satu serangga hama yang dilaporkan menyerang biji kopi dalam simpanan adalah *Araecerus fasciculatus* De Geer (Coleoptera: Anthribidae) (Valentine, 2005).

Bioekologi *Araecerus fasciculatus* De Geer (Coleoptera: Anthribidae)

Biologi

Panjang tubuh kumbang betina antara 3 - 5 mm dan meletakkan telur pada permukaan biji dengan kedalaman 1 - 2 mm. Larva terdiri dari lima instar dan berkembang di dalam biji. Siklus hidup 22 - 66 hari.



Sumber: (a dan b) koleksi pribadi, (c) Tambe, 2004

Gambar 1. Morfologi dan anatomi buah kopi, (a) buah kopi, (b) isi buah kopi (A) perikarp, (B) biji dan (C) embrio dan (c) anatomi buah kopi.



Sumber: (a, b dan c) Bousquet, Y. 1990

Gambar 2. Imago *A. fasciculatus*, (a) tampak dorsal, (b) tampak lateral dan (c) tergum jantan (atas) dan betina (bawah).

Perkembangan dari telur-serangga dewasa (imago) pada biji kopi 29 - 40 hari pada suhu 25 - 30°C dan kelembapan 70%. Ciri khas serangga dewasa adalah memiliki corak pada bagian elytranya (sayap penutup yang keras). Sekilas, kumbang ini mirip dengan kumbang dari family Bruchidae, namun terdapat perbedaan yaitu pada alat mulut dan corak pada elytranya (sayap perisai).

Perbedaan antara kumbang *A. fasciculatus* jantan dan betina tampak pada bagian tergum. Pada kumbang jantan, bagian tergum vertikal terekspos terakhir sedangkan pada betina, tergum berbeda (Ardakani dan Nasserzadeh, 2014). Terdapat bagian genitalia yang menonjol pada kumbang *A. fasciculatus* betina sedangkan pada kumbang jantan tidak ditemukan (Gambar 2c).

Ekologi

Tingkat perkembangan larva tinggi pada suhu antara 17 dan 20°C. Dalam satu tahun, terdapat 4 - 5 generasi *A. fasciculatus*. Pada musim dingin, kumbang dewasa tidak ditemukan pada simpanan, namun

larva dapat bertahan hingga musim dingin selesai.

Kerusakan dan Kerugian Akibat Serangan *A. fasciculatus*

Kumbang *Araecerus fasciculatus* merupakan serangga polifag yang menyerang buah kopi di dalam gudang dan juga dilaporkan menyerang buah ketika di lapangan sehingga menyebabkan kerusakan sampai dengan sekitar 4,2%. Selain kopi, serangga ini juga dilaporkan menyerang kakao, pala, jarak pagar (Yue-Kai *et. al*, 2011), jagung, jahe, kacang brazil, pepaya (Merdelyn, 2011) dan jeruk (Grout *et al*, 2001). Kumbang ini juga menyerang jagung, gaplek (singkong yang dikeringkan), kacang tanah, ubi jalar dan rempah-rempah (Eduku *et al*, 2018). *A. fasciculatus* ditemukan di daerah tropis seperti Amerika Selatan, Amerika Tengah, Asia dan Australia.

Kumbang betina meletakkan telurnya pada permukaan biji kopi. Setelah menetas, larva menggerek masuk ke dalam biji dan tinggal di dalamnya. Larva menyelesaikan fase

larvanya dan membentuk kepompong di dalam biji sampai dewasa. Kumbang dewasa membuat lubang pada biji dan keluar melalui lubang tersebut. Aktivitas kumbang ini menyebabkan biji berlubang dan meninggalkan bekas sisa gerakan berupa serbuk. Buah kopi yang terserang terlihat ada lubang berbentuk lingkaran dengan diameter 0,5 - 1 mm (Gambar 3a).

Pengendalian

a. Sebelum terserang hama/ pencegahan

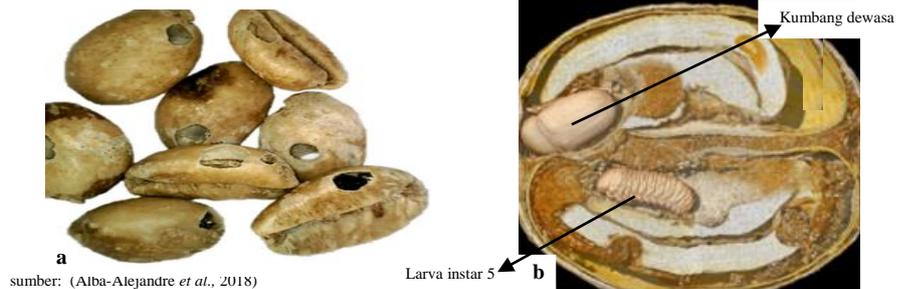
Pertama tindakan pencegahan, yaitu pemberian perlakuan khusus sehingga biji kopi dalam simpanan tidak dapat dijangkau atau tidak disukai oleh kumbang. Tindakan yang kedua adalah tindakan pengendalian ketika sudah ditemukan kumbang pada komoditas yang disimpan. Beberapa tindakan pencegahan (preventif) yang dapat dilakukan pada komoditas kopi dalam simpanan antara lain:

1) Penggunaan pembungkus

Sebaiknya pembungkus yang digunakan dari bahan mylar. Pembungkus dari bahan polyester (semacam plastik) akan memacu perkembangan hama. Pembungkus dari bahan mylar mampu menahan dengan sangat rapat sehingga tercipta kondisi kedap udara di dalam kemasan, sedangkan pembungkus dari bahan polyester masih dapat dilalui udara dan menyebabkan suhu di dalam kemasan menjadi hangat. Hal ini dapat memacu hadirnya kumbang untuk meletakkan telur di dalam biji. Selain itu, penggunaan pembungkus juga harus disertai dengan penutup yang rapat sehingga mengurangi infestasi hama dan cendawan (Bari-butsa *et al.*, 2017).

2) Sanitasi/kebersihan

Tempat penyimpanan hendaknya bersih agar biji kopi terhindar dari serangan OPT pasca panen. Sebaiknya suhu dan kelembaban di tempat penyimpanan dapat diatur berkisar 25°C dan kelembaban ±50%. Pada tingkat petani, gudang diupayakan



Gambar 3. Gejala kerusakan dan imago *A. fasciculatus*, (a) biji kopi terserang (b) irisan melintang biji kopi terserang dengan terdapat dewasa dan larva instar 5 *Araecerus fasciculatus*

bersih dan memiliki aerasi yang baik serta perlu dilakukan pengaturan keluar masuk komoditas dari gudang. Komoditas yang terlebih dahulu masuk diupayakan yang lebih dahulu keluar sehingga tidak ada komoditas yang terlalu lama berada di dalam simpanan. Tempat penyimpanan dengan aerasi yang baik dapat mengurangi infestasi hama dan penyakit pada komoditas simpanan (Akinfala *et al.*, 2020; Jonfia-Essien dan Navarro, 2010).

3) Keadaan fisik biji kopi

Sebaiknya dilakukan penjemuran atau pemanasan biji kopi agar tidak disukai OPT pasca panen. Biji kopi yang akan disimpan diupayakan kadar airnya 7,5 - 12% sehingga memperkecil kemungkinan masuknya kumbang ke dalam kemasan.

4) Karantina

Dilakukan untuk mencegah masuknya OPT dari suatu wilayah ke wilayah yang tidak terdapat OPT tersebut. Setiap komoditas yang akan masuk ke Indonesia harus melalui pemeriksaan dan pemberian perlakuan fumigasi terlebih dahulu. Sehingga komoditas yang keluar dari kotak penyimpanan sudah bebas dari infestasi hama ini. Sedangkan untuk perdagangan antar daerah, kontrol dilakukan dengan memberikan perlakuan fumigasi sebelum masuk dalam gudang penyimpanan.

b. Setelah terserang hama

Infestasi kumbang *A. fasciculatus* dapat menyebabkan kerusakan pada biji kopi yang disimpan sehingga mengakibatkan penurunan kualitas biji dan kerugian secara ekonomi.

Untuk mengurangi tingkat infestasi serangga, ada dua tindakan yang dapat dilakukan. Pada komoditas yang telah terinfestasi hama ini, beberapa hal yang bisa dilakukan sebagai tindakan pengendalian *A. fasciculatus* yaitu:

1) Biologi

Penggunaan musuh alami parasitoid *Anisopteromalus calandrae* (Hymenoptera: Pteromalidae), *Cephalonomia gallicola*, *Apanteles araecer*, *Cephalonomia gallicola* (Hymenoptera: Bethyliidae), *Cleonymus texanus* (Hymenoptera: Pteromalids), *Eupelmus cushmani* (Hymenoptera: Eupelmidae), *Eupelmus javae* (Hymenoptera: Eupelmidae), *Eurytoma pini* (Hymenoptera: Eurytomidae) dan *Plastanoxus* sp., dilaporkan menyerang larva. *Cheyletus* sp. dan *Monteziella* sp merupakan predator telur; serta *Beauveria bassiana* merupakan patogen hama ini. Aplikasi *B. bassiana* dilakukan dengan menyemprotkan larutan pada komoditas yang terserang. *B. bassiana* akan tumbuh dan menyebabkan kematian pada kumbang dewasa, pupa dan larva. Selain itu penggunaan insektisida nabati sebagai repellent dan antifeedant di luar kemasan dapat mengurangi investasi serangga ini.

2) Mekanis

Membuat kandungan air biji kopi di bawah 7,5 agar biji kopi tidak sesuai untuk perkembangan hama tersebut. Selain itu, sanitasi tempat penyimpanan dan penggunaan kemasan yang tertutup rapat dan tebal dapat mengurangi investasi

kumbang *A. fasciculatus*. Hartulistiyo *et al.* (2018) menyatakan penggunaan gelombang mikro dengan daya 600 watt selama 180 detik dan penggunaan energi sekitar 99.72 kJ menyebabkan mortalitas *A. fasciculatus* sampai 100%. Penggunaan gelombang ini dapat diadopsi oleh petani yaitu dengan menggunakan microwave. Biji kopi dalam kemasan dipanaskan di dalam microwave selama 120 - 180 detik sehingga serangga yang ada di dalam biji mati.

3) Kimia

Melakukan fumigasi dalam ruang penyimpanan kopi. Saat ini, fosfin

menjadi salah satu alternatif pengganti metil bromida yang digunakan secara luas di dunia termasuk di Indonesia. Fosfin mempunyai keunggulan yaitu tidak menyebabkan kerusakan lapisan ozon dan tidak meninggalkan residu pada komoditas yang difumigasi sehingga relatif aman untuk dikonsumsi. Saat ini telah banyak dilakukan aplikasi fosfin cair sebagai bahan untuk mengendalikan hama gudang. Komoditas simpanan diletakkan di dalam ruangan kedap udara yang difumigasi kemudian didiamkan selama 24 jam untuk memastikan bahwa tidak ada serangga yang hidup di dalam simpanan.

Penutup

Kumbang *A. fasciculatus* merupakan hama penting pada komoditas biji kopi dalam simpanan. Pengaturan aerasi yang baik dan penggunaan kemasan dari mylar untuk menciptakan kondisi kedap udara dapat menekan populasi hama ini dan mengurangi kemungkinan infestasinya. Pengendalian dengan musuh alami dan fosfin cair dapat mengurangi populasi hama ini.

Mahardika Puspitasari
dan Gusti Indriati
Balittri

POTENSI DAUN KELOR (*Moringa oleifera*) SEBAGAI SUMBER PANGAN FUNGSIONAL

Kelor merupakan tanaman tropis, sehingga mudah tumbuh di Indonesia dan banyak dijumpai sebagai pagar rumah secara tradisional ataupun tanaman pembatas kebun karena kemudahan budidayanya serta ketahanannya selama musim kemarau. Tingginya kandungan protein dalam daun kelor merupakan sumber yang potensial dalam mengatasi masalah KEP atau malnutrisi. Daun kelor mengandung antioksidan dengan jumlah sangat signifikan, yaitu komponen fenolik sebesar 336,95 mg/gram ekstrak kering, serta memiliki aktivitas antioksidan sebesar 89,35%. Vitamin E dan C yang terkandung dalam daun kelor juga berfungsi sebagai antioksidan. Keberadaan senyawa antioksidan ini dapat mencegah terjadinya atherosclerosis, yaitu mencegah pembentukan plak. Ekstrak daun kelor juga dapat menurunkan tingkatan kolesterol dan trigliserida dalam plasma darah, sebagai antikanker. Potensi ini sangat memungkinkan kelor dikembangkan untuk pangan fungsional serta nutrasetikal.

Kelor (*Moringa oleifera*) merupakan tanaman perdu dengan ketinggian 7 - 11 meter, batang pokoknya berwarna kelabu, daunnya berbentuk bulat telur dengan ukuran kecil-kecil bersusun majemuk dalam satu tangkai, bunganya berwarna putih kekuning-kuningan. Pohon kelor merupakan tanaman tropis sehingga mudah tumbuh di Indonesia dan banyak dijumpai sebagai pagar rumah secara tradisional ataupun tanaman pembatas kebun karena kemudahan budidayanya serta ketahanannya selama musim kemarau (Becker, 2003).

Menurut (Anwar, 2007) daun kelor merupakan sumber protein, mineral, vitamin, betakaroten, asam amino dan fenol. Hal ini juga didukung oleh (Hsu *et al.*, 2006) yang menyatakan bahwa 1 gram daun kelor memiliki kandungan protein dua kali lebih tinggi dibandingkan protein susu, vitamin C tujuh kali lipat dari jeruk, vitamin A empat kali lipat dari wortel dan pottasium tiga kali lipat dari pisang.

Selama ini masyarakat hanya memanfaatkan kelor sebagai tanaman sayur dan di beberapa daerah ada

yang mempercayai bahwa kelor dapat digunakan untuk mengusir pengaruh jahat atau makhluk gaib dan masih berlaku pada beberapa daerah hingga saat ini. Menurut Didi (2008) masyarakat Sulawesi Selatan dan Bangka Belitung merupakan salah satu pemegang teguh kepercayaan ini. Apabila mitos seputar kesaktian daun kelor dihubungkan dengan ilmu pengetahuan, maka dapat dikatakan daun kelor memang memiliki manfaat yang sangat luas bagi kesehatan. Berdasarkan kandungannya, daun kelor memiliki kandungan gizi yang hampir semuanya dibutuhkan oleh tubuh.

Kandungan mineral dan khasiat kelor

Semua bagian dari tanaman ini dapat dimanfaatkan sebagai makanan karena tanaman ini kaya akan zat gizi yang berguna untuk kesehatan. Bagian daunnya kaya akan pati, mineral, ion, vitamin A, B dan C, kalsium dan protein sehingga dapat dijadikan suplemen untuk kasus kekurangan zat gizi terutama kalsium dan protein. Bijinya juga dapat dijadikan sebagai obat dan menjernihkan air. Konsumsi daunnya

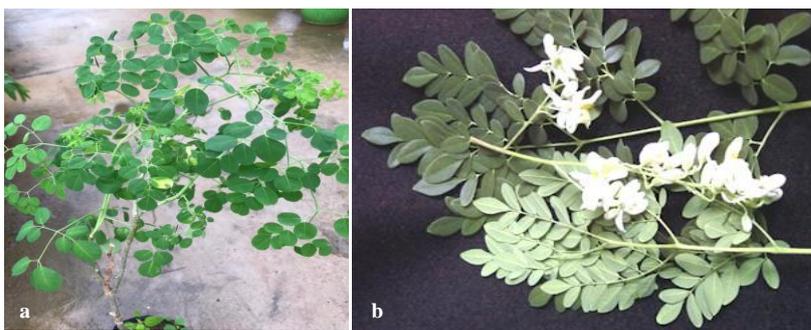
bisa dengan cara dibuat salad, lalapan, pikel, dibuat ekstrak, dimasak sebagai sayur atau dibuat menjadi bubuk untuk campuran bumbu. Berikut ini adalah daftar kandungan mineral yang terdapat pada daun kelor.

Pada setiap bagian mulai dari daun, akar, kulit, bunga, polong, biji bahkan getah tanaman kelor mempunyai manfaat bagi kesehatan (Tabel 2). Secara farmakologi, bagian tanaman kelor juga memiliki khasiat yang sangat banyak (Tabel 3).

Komponen fitokimia pada tanaman kelor di antaranya 4-(4'-O-acetyl-L-rhamnopyranosyloxy) benzyl isothiocyanate (1), 4-(-L-rhamnopyranosyloxy) benzyl isothiocyanate (2), niazimicin (3) dan 4-(-L-rhamnopyranosyloxy) benzyl glucosinolate (6) (Gambar 2).

Senyawa-senyawa tersebut memiliki karakteristik yang unik yaitu terdiri atas komponen yang disebut sebagai glucosinolates dan isothiocyanates. Komponen benzyl glucosinate (6) dan cognate isothiocyanates (2) telah diteliti memiliki aktivitas memberantas bakteri dan fungi pada spectrum yang luas. Kemudian, terapi kanker menggunakan kelor ini ternyata dipengaruhi oleh komponen 1 dan 3 karena menunjukkan potensi penghambatan terhadap phorbol ester dalam sel lymphoblastoid. Komponen 3 juga dapat menghambat tahap promosi pada tumor melalui percobaan dengan tikus. Walaupun masih perlu banyak kajian dan penelitian mengenai ini tetapi, setidaknya sudah ada bukti yang menunjukkan kemampuan luar biasa dari kelor untuk mereduksi *skin papillomas*. Penggunaan kelor sebagai pencegahan kanker masih perlu banyak kajian dan penelitian yang mendukung ke arah tersebut dan sesuai dengan ilmu biomedis.

Secara farmakologi, daun kelor bersifat sebagai antiatherosklerotik, hipolipidemik dan antikanker. Daun kelor (*Moringa oleifera*) telah lama digunakan pada pengobatan tradisional sebagai antitumor. Karena daun kelor mengandung substansi atau senyawa aktif yang dapat



Gambar 1. Tanaman kelor a) keragaan dan b) daun dan bunga kelor

Tabel 1. Daftar Kandungan mineral dalam daun kelor.

Jenis mineral	Negara asal		
	Nikaragua	India	Nigeria
Makro elemen (g/kg DM)			
Kalsium	17,5	26,4	13,9
Fosfor	1,16	1,36	1,22
Magnesium	0,11	0,11	0,11
Sodium	1,16	2,73	2,61
Potassium	19,1	21,7	18,4

Jenis mineral	Negara asal		
	Nikaragua	India	Niger
Mikro elemen (mg/kg DM)			
Besi	582	175	347
Magnesium	47,1	51,8	113,9
Seng	13,5	13,7	24,2
Tembaga	11,2	7,1	10,6

Sumber : Becker dan Makkar in Foidl *et al.*, 2001

Tabel 2. Khasiat tiap bagian tanaman kelor

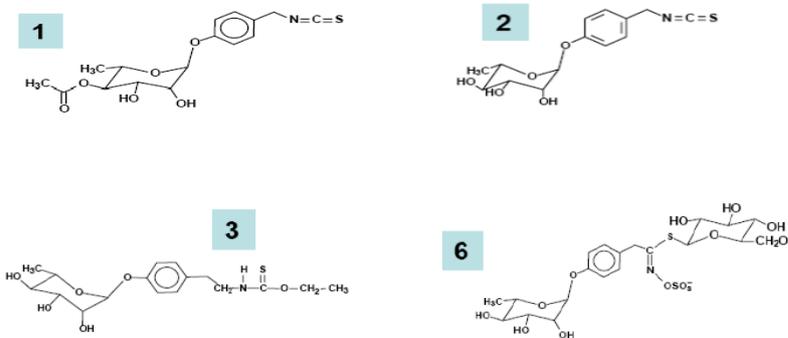
Bagian tanaman	Khasiat
Daun	Anti bakteri, infeksi, infeksi saluran urin, virus herpes simpleks, bronchitis, HIV/AIDS
Akar	Sakit gigi, demam, pilek, diuretic, epilepsy, sakit kepala, gout, sakit ginjal, diare, asma
Kulit kayu	Sakit gigi, pilek, antitumor, digigit ular, digigit kalajengking, epilepsy, sakit kepala
Getah	Sakit gigi, sifilis, thypoid, sakit kepala, rematik, demam
Bunga	Infeksi tenggorokan, pilek, antitumor, rematik, diuretic, keguguran
Polong	Kanker kulit, antihipertensi, diabetes
Biji	Kutil, antitumor, rematik, arthritis, kekurangan vitamin dan mineral

Sumber: Fahey, 2005 dan Rajangam *et al.*, 2001

Tabel 3. Efek farmakologi tanaman kelor

Bagian tanaman	Efek <i>pharmacognocny</i>
Daun	Antibiotik dan pencegahan kanker
Akar	Antibiotik dan pencegahan kanker
Kulit kayu	Antibiotik dan pencegahan kanker
Getah	Antibiotik dan pencegahan kanker
Bunga	Antibiotik dan pencegahan kanker
Polong	Antibiotik
Biji	Antibiotik dan pencegahan kanker ¹

Sumber: Fahey, 2005 and Rajangam *et al.*, 2001



Sumber: Fahey, 2005 dan Rajangam *et al.*, 2001

Gambar 2. Struktur kimia dari kelor yang berfungsi sebagai komponen fitokimia

berperan sebagai antiproliferasi dan menginduksi terjadinya apoptosis. Selain itu, kelor bersifat hipolipidemik yaitu mengatasi penyakit di pembuluh darah serta mengurangi kolesterol di dalam darah.

Potensi kelor sebagai antioksidan

Beberapa jenis pangan dan obat herbal dipercaya dapat mencegah beberapa jenis penyakit karena kemampuannya untuk mengatasi radikal bebas atau memiliki efek antioksidan. Beberapa tanaman, bagian tanaman, atau buah diketahui mempunyai aktivitas antioksidan, termasuk daun kelor. Verma *et al.* (2009) menyatakan bahwa antioksidan dapat mencegah kerusakan oksidatif pada jaringan tubuh secara tidak langsung melalui peningkatan pertahanan sel, atau secara langsung dengan menangkap radikal bebas. Komponen fenolik yang dikandung pangan/obat herbal berperan dalam menetralkan radikal bebas. Komponen fenolik dapat menangkap radikal jenis oksigen reaktif seperti hidroksil, peroksinitrit dan superoksida (Tsao dan Akhtar, 2005 dalam Chumark *et al.*, 2008).

Selain kelor yang bisa dimanfaatkan sebagai antioksidan adalah sirih merah. Kandungan kimia yang terdapat dalam daun sirih merah meliputi minyak atsiri, tannin, flavonoid, polifenol dan saponin yang bermanfaat sebagai antioksidan. Secara umum daun sirih mengandung minyak atsiri sampai 4,2% (Kartasa-poetra 1992), senyawa fenil propanoid dan tannin (Mahendra 2005).

Senyawa antioksidan diperlukan dalam tubuh sebagai elemen penyusun sistem pertahanan terhadap radikal bebas. Radikal bebas atau prooksidan terbentuk dari pola hidup termasuk konsumsi makanan, polusi konsumsi obat-obatan, radiasi dan sinar ultraviolet. Bila tubuh kekurangan antioksidan maka stress oksidatif tidak dapat dicegah. Stress oksidatif timbul karena kapasitas antioksidan dalam tubuh sudah tidak mampu mencegah serangan radikal bebas.

Daun kelor mengandung senyawa gizi dan non gizi yang mempunyai aktivitas antioksidan. Chumark *et al.*, (2008) melaporkan bahwa pengujian ekstrak daun kelor dengan DPPH memiliki IC₅₀ sebesar $78,15 \pm 2,14 \mu\text{g/ml}$ dan $2,14 \pm 0,12 \mu\text{g/ml}$ pada Trolox[®]. Daun kelor kaya akan beta karoten (Nambiar dan Sheshadri, 2001), vitamin C, E, senyawa-senyawa polipenol (Ross, 1999). Chumark *et al.*, (2008) mengemukakan bahwa dalam 10 mg/ml ekstrak daun kelor mengandung asam gallat $205,8 \pm 0,22 \mu\text{g/ml}$. Komponen-komponen tersebut mempunyai aktivitas antioksidan baik, yaitu mencegah pembentukan alkil radikal bebas pada tahap inisiasi atau mencegah reaksi berantai radikal peroksil pada tahap propagasi. Ekstrak *Moringa oleifera* sebagai antioksidan dapat mencegah oksigen radikal yang dapat menyebabkan kerusakan sel endothelial (Siddhuraju dan Becker, 2003).

Verma *et al.*, (2009) juga melakukan pengujian kandungan komponen fenolik dan sifat antioksidan ekstrak daun kelor secara *in vitro* dan *in vivo*. Hasil pengujian menunjukkan bahwa ekstrak daun kelor (fraksi etil asetat) mengandung total komponen fenolik sebesar 336,95 mg/gram ekstrak kering, serta memiliki aktivitas antioksidan sebesar 89,35%. Komponen fenolik ekstrak tersebut terdiri atas asam galat, asam klorogenat, quersetin, asam elagat, asam ferulat, kaemferol dan rutin. Fraksi etil asetat ekstrak daun kelor (FEEK) menunjukkan kemampuan reduksi (*reducing power*), *scavenging* DPPH, penghambatan pembentukan MDA dan pencegahan kerusakan DNA yang hampir sama (*dose dependant*) dengan quersetin (sebagai *reference*). Secara *in vivo* FEEK juga mampu menghambat toksisitas radikal CCl₄ pada tikus percobaan yang ditunjukkan dengan penurunan peroksida lipid (LPO) dan meningkatkan level glutathione (GSH). Adapun Chumark *et al.*, (2008) menemukan bahwa ekstrak daun kelor mampu memperlambat pembentukan dien terkonjugasi dengan memperlama fase *lag*, serta

menghambat pembentukan senyawa reaktif asam thiobarbiturat (TBARS) (*secara dose dependant*).

Pemanfaatan dan fungsi daun kelor dalam upaya penanganan KEP (Kurang Energi Protein) atau Malnutrisi)

Tanaman kelor atau *M. oleifera* adalah salah satu jenis pohon tropis yang sangat bermanfaat. Daunnya sangat bernutrisi dan banyak dikonsumsi di seluruh wilayah Afrika Barat dan beberapa wilayah di Asia. Seluruh bagian tanamannya kaya akan protein, mineral dan karbohidrat. Daunnya kaya akan vitamin A, B, C dan kalsium (Hsu *et al.*, 2006). Anwar (2007) dalam Kasolo *et al.* (2010) menyebutkan bahwa daun tanaman ini mengandung zat gizi mikro (*trace element*) dan merupakan sumber yang relatif baik untuk protein, vitamin, beta karoten, asam amino dan berbagai jenis senyawa fenolik. Fungsi lainnya dari daun kelor yaitu dapat dimanfaatkan sebagai pakan hewan, produksi biogas, bahan pembersih dan pupuk kandang (Fahey, 2005).

Defisiensi protein dalam diet merupakan masalah nutrisi yang paling serius dalam kasus gizi buruk, yang sering dikenal dengan istilah Kurang Energi Protein (KEP). Anak-anak dan balita merupakan kelompok yang lebih rentan terhadap kasus KEP. Pada balita yang mengalami KEP akan mengakibatkan ketidaknormalan pertumbuhan, kekebalan tubuh serta rendahnya kecerdasan. Pada stadium berat, dapat menyebabkan kwashiorkor sampai kematian.

Upaya penanganan KEP yang dilakukan salah satunya adalah dengan pemberian asupan gizi protein pada balita melalui produk biskuit, bubur instan maupun susu formula. Tanaman kelor dengan kandungan protein tinggi dapat menjadi alternatif untuk mengatasi kasus KEP. Kandungan tepung kelor mencapai 35% lebih tinggi dari kandungan protein susu bubuk (Gopalan *et al.*, 2002 dan Donovan, 2007). Akan tetapi daya cernanya masih cukup

rendah yaitu sebesar $56,1 \pm 8,9\%$ yang disebabkan komponen terikat serat tinggi pada daun kelor.

Penelitian yang dilakukan oleh (Kholis, 2010) berupaya untuk meningkatkan ketersediaan (bioavailabilitas) protein kelor, yaitu dengan pembuatan konsentrat protein kelor atau MPC sebagai bahan biskuit balita. Hasil penelitian menunjukkan bahwa konsentrat protein kelor bisa mencapai 60,48% Konsentrat protein daun kelor dibuat dengan metode koagulasi panas. Dengan pemanasan pada suhu $80-90^{\circ}\text{C}$, komponen protein akan terdenaturasi dan menurunkan kelarutannya sehingga akan terkoagulasi dan dapat dipisahkan dari sistem larutan (Ghaly dan Alkoanik, 2010).

Hasil penelitian uji coba biskuit MPC pada tikus (Kholis, 2010) menunjukkan bahwa daya cerna protein pada biskuit MPC tidak berbeda signifikan dibandingkan biskuit susu maupun dengan pakan normal sehingga tepung kelor dapat mengganti penggunaan susu dalam pengolahan biskuit untuk penanganan KEP. Daun kelor yang diolah lebih lanjut menjadi MPC dapat mengatasi KEP atau malnutrisi.

Fungsi daun kelor sebagai anti-atherosklerotik dan hipolipidemik

Kelor digunakan dalam pengobatan kardiotonik secara tradisional di Thailand. Di Thailand, daun dan buah kelor dikonsumsi sebagai sayuran sejak lebih dari 100 tahun, yaitu dengan cara diekstrak menggunakan air panas. Akar juga dikonsumsi karena diyakini sebagai kardiotonik, yaitu komponen stimulan untuk mencegah kolaps (Mokkasmit *et al*, 1971).

Atherosclerosis atau 'penyakit pembuluh darah' disebabkan oleh akumulasi dari lemak, kolesterol, produk buangan sel, kalsium dan bahan lain pada bagian dalam arteri. WHO memprediksi bahwa Atherosclerosis termasuk stroke, dapat meningkatkan resiko kematian dengan perkiraan kematian total sekitar 24 juta pada tahun 2030 (Reinhardt, 2005). Atherosclerosis meliputi hiperkolesterolemia, oksidasi dan in-

flamasi (Lowenstein dan Mas-hushita, 2004). Oksidasi LDL dan difusi endothelial telah ditemukan dalam pathogenesis dari Atherosclerosis. (Lusis, 2000).

Daun buah kelor telah diteliti secara preklinis dan ternyata memiliki aktivitas hipokolesterolemik (Ghasi *et al*, 2000); Mehta *et al*, 2003). Daun, bunga, akar, getah dan buah kelor secara ekstensif dapat mengatasi inflamasi (Ezeamuzle *et al*, 1996) dan meringankan penyakit jantung (Limaye *et al*, 1995). Chumark, *et al.*, (2008) telah membuktikan bahwa ekstrak daun kelor dapat menghambat oksidasi yang diinduksi oleh Cu^{2+} pada LDL (*low density lipoprotein*) manusia maupun kelinci. Senyawa dalam ekstrak kelor tersebut mampu menekan inisiasi dan propagasi peroksid lemak radikal. Penghambatan oksidasi kolesterol atau lemak akan mencegah pembentukan malonaldehid. Penelitian tersebut juga membuktikan bahwa konsumsi ekstrak daun kelor selama 12 minggu dapat menurunkan level kolesterol dan mereduksi plak atherosklerotik sebesar 50 - 86% pada tikus. Sehingga, ekstrak daun kelor diyakini memiliki aktivitas antiatherosklerotik, hipolipidemik serta berpotensi terapeutik untuk mencegah penyakit jantung.

Fungsi daun kelor sebagai anti kanker

Sel kanker mempunyai sistem enzim yang berbeda yaitu jumlah dan macam enzim pada sel kanker lebih sedikit jika dibandingkan dengan sel normal dan enzim-enzim untuk pertumbuhan pada sel kanker lebih besar jika dibandingkan dengan sel normal. Sel normal hanya akan memperbanyak diri untuk regenerasi sel yang rusak atau mati sedangkan sel kanker memperbanyak diri tanpa terkendali sehingga terjadi kelebihan sel.

Tahapan pembentukan kanker diawali dengan terjadinya perubahan DNA, perbanyak sel, transformasi menjadi sel tumor dan tahap invasi (penyusupan ke jaringan sekitar) dan metastasis (penyebaran melalui da-

rah dan pembuluh getah bening). Sel-sel kanker tumbuh secara eksponensial, lebih cepat dari sel-sel normal. Sel tumor dapat berada dalam tiga kondisi yaitu, sedang membelah (siklus proliferasi), sedang dalam keadaan istirahat (tidak membelah) dan yang secara permanen tidak membelah. Sel yang berada pada siklus proliferasi mengalami beberapa fase yang sama seperti sel normal.

Daun kelor (*Moringa oleifera*) telah lama digunakan pada pengobatan tradisional sebagai anti tumor. Karena daun kelor mengandung substansi atau senyawa aktif yang dapat berperan sebagai antiproliferasi dan menginduksi terjadinya apoptosis. Komponen aktif daun kelor yang dapat mencegah kanker adalah 4-(4'-O-acetyl- α -L-rhamnopyranosyloxy)benzyl isothiocyanate dan 4-(L-rhamnopyranosyloxy)benzyl isothiocyanate (Sreelatha *et al*, 2011).

Apoptosis proses kematian sel yang terjadi secara genetik, aktif, terstruktur yang diawali dengan kondensasi kromatin, pemecahan sel dan pagositosis antar sel. Definisi lain apoptosis adalah kematian sel terprogram yang merupakan proses penting dalam pengaturan homeostasis normal, proses ini menghasilkan keseimbangan dalam jumlah sel jaringan tertentu melalui eliminasi sel yang rusak dan proliferasi fisiologis sehingga dengan demikian memelihara agar fungsi jaringan normal. Apoptosis mengakibatkan perbanyak sel kanker tidak terkontrol (proliferasi sel). Hal ini terjadi karena adanya peningkatan jumlah sel pada sel tertentu (sel kanker) yang dapat menyebabkan kompetisi seluler yang lebih besar sehingga dapat menstimulasi mitosis dan menghambat apoptosis. Tetapi berdasarkan penelitian adanya substansi yang aktif dapat menstimulasi apoptosis dan mungkin terlibat di dalam hemostatis populasi sel normal.

Ekstrak daun kelor yang digunakan pada konsentrasi non toksik pada sel normal dapat menghambat proses proliferasi sel kanker lebih dari 85%. Wang dan Jiao, (2001)

melaporkan bahwa komponen yang memiliki efisiensi untuk menginduksi apoptosis di dalam sel kanker mengindikasikan kemampuan antikanker. Penelitian Sreelatha *et al.*, (2010) menunjukkan bahwa terjadi penurunan presentase sel kanker karena ekstrak daun kelor efektif menghambat proliferasi sel kanker.

Penutup

Berbagai macam penelitian mengenai korelasi antara kandungan daun kelor dengan beberapa permasalahan kesehatan, telah banyak dilakukan. Tingginya kandungan protein dalam daun kelor merupakan sumber yang potensial dalam mengatasi masalah KEP atau malnutrisi. Pembuatan konsentrat protein daun kelor dapat diterapkan untuk mengurangi senyawa antinutrisi yang mengganggu penyerapan protein. Daun kelor mengandung antioksidan dengan jumlah sangat signifikan, yaitu komponen fenolik sebesar 336,95 mg/gram ekstrak kering,

serta memiliki aktivitas antioksidan sebesar 89,35%. Vitamin E dan C yang terkandung dalam daun kelor juga berfungsi sebagai antioksidan. Keberadaan senyawa antioksidan ini dapat mencegah terjadinya Atherosclerosis, yaitu mencegah pembentukan plak. Ekstrak daun kelor juga dapat menurunkan tingkatan kolesterol dan trigliserida dalam plasma darah.

Daun kelor juga merupakan salah satu obat-obatan antiretroviral (ARV) alami yang mampu meningkatkan kekebalan orang yang terkena HIV+, terutama bagi penderita yang mengalami kekurangan nutrisi. Ini disebabkan daun kelor memiliki kandungan protein dua kali lebih tinggi dibandingkan protein susu, vitamin C tujuh kali lipat dari jeruk, vitamin A empat kali lipat dari wortel dan potasium tiga kali lipat dari pisang.

Daun kelor juga bermanfaat sebagai antikanker pada manusia. Daun kelor mengandung substansi

atau senyawa aktif yang dapat berperan sebagai antiproliferasi dan menginduksi terjadinya apoptosis. Komponen aktif daun kelor yang dapat mencegah kanker adalah 4-(4'-O-acetyl- α -L-rhamnopyranosyloxy) benzyl isothiocyanate dan 4-(L-rhamnopyranosyloxy) benzyl isothiocyanate.

Dari berbagai manfaat yang sudah ada bahwa perlu beberapa hal yang dapat dikembangkan dari tanaman kelor ini. Potensi untuk mengembangkan produk pangan nutraceutical atau produk pangan fungsional dengan memanfaatkan daun kelor, perlunya dosis yang tepat terhadap mekanisme pencegahan atau pengobatan penyakit tertentu dan perlunya mengetahui pengaruh proses pengolahan terhadap aktivitas biologis komponen daun kelor bila dikembangkan sebagai produk nutraceutical atau pangan fungsional.

**Kun Tanti Dewandari, BBPP
Pasca Panen Pertanian**

TINGKAT KLOORIFIL DAUN KAKAO LINDAK PADA FASE PERKEMBANGAN YANG BERBEDA

Tanaman kakao lindak umum dibudidayakan oleh perkebunan rakyat/petani maupun swasta di Indonesia, sedangkan kakao mulia atau Criollo sampai saat ini masih terbatas diusahakan oleh perusahaan perkebunan besar negara. Kedua jenis ini memiliki karakteristik morfologi dan kualitas biji yang berbeda. Daun kakao dalam perkembangannya mengalami perubahan warna daun yang berbeda-beda. Hasil yang diperoleh pada klon MCC 02, SCA 6, Sulawesi 01 dan Sulawesi 02 dijumpai bahwa kadar klorofil pada daun yang berwarna hijau lebih tinggi dibanding daun yang masih muda atau *flush*. Warna dari daun membuktikan bahwa daun yang masih *flush* memiliki kecerahan yang lebih tinggi dari daun yang berwarna hijau (L*). Daun pertama (pucuk/*flush*) berwarna merah, warna hijau pada daun yang sudah berwarna hijau (a*), untuk warna yang lebih

kuning terdapat pada daun yang masih muda (b*).

Kakao merupakan salah satu komoditas perkebunan andalan yang mempunyai peran penting dalam perekonomian Indonesia. Kakao yang dibudidayakan di Indonesia dapat dikelompokkan menjadi tiga kelompok (tipe) besar, yaitu Criollo, Forastero dan Trinitario. Criollo umumnya disebut dengan kakao mulia, Forastero lebih dikenal dengan kakao lindak dan Trinitario adalah persilangan antara Criollo dan Forastero. Criollo dengan warna kotiledon putih, Forastero ditandai dengan warna kotiledon ungu yang merupakan warna khas dari senyawa antosianin dalam biji kakao dan Trinitario

yang merupakan keturunan dari Forastero dan Criollo. Kakao lindak lebih umum dibudidayakan dan diperdagangkan daripada Criollo dan Trinitario.

Tanaman kakao termasuk tanaman C3 yang memerlukan curah hujan 1.100 - 3.000 mm per tahun, dengan intensitas cahaya 20% dan suhu 21^o - 32^oC. Pertumbuhan tanaman kakao rentan terhadap cekaman lingkungan abiotik akibat perubahan iklim global atau karena sistem budidaya. Oleh karena itu, tanaman kakao membutuhkan naungan untuk pertumbuhan (Regazzoni *et al.*, 2009) dengan intensitas cahaya yang optimal untuk produksi tinggi pada kakao dewasa sekitar 50 - 70% (Prawoto, 2012). Intensitas cahaya yang optimal dapat mendukung proses fotosintesis tanaman berjalan dengan baik.

Fotosintesis merupakan proses perubahan senyawa anorganik (CO_2 dan H_2O) menjadi senyawa organik (karbohidrat) dan O_2 dengan bantuan cahaya matahari (Ai dan Banyo, 2011). Dalam proses fotosintesis tanaman membutuhkan zat hijau daun atau yang dinamakan klorofil.

Sifat fisik klorofil adalah menerima dan atau memantulkan cahaya dengan gelombang yang berlainan (berpendar = berfluoresensi). Klorofil banyak menyerap sinar dengan panjang gelombang antara 400 - 700 nm, terutama sinar merah dan biru. Klorofil terbagi menjadi klorofil a dan b. Klorofil a akan menyerap cahaya maksimum pada panjang gelombang 673 nm, sedangkan klorofil b dapat menyerap cahaya maksimum pada panjang gelombang 455 - 640 nm (Kramer dan Kozlowski, 1960).

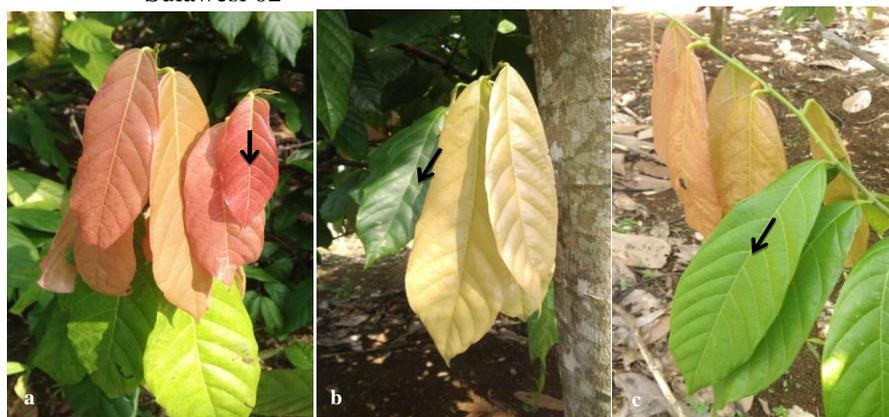
Karakteristik daun kakao terdiri atas tangkai daun dan helai daun. Daun yang tumbuh pada ujung-ujung tunas biasanya berwarna merah dan disebut daun *flush*, permukaannya seperti sutera. Setelah dewasa, warna daun akan berubah menjadi hijau dan permukaannya kasar (Siregar *et al.* 2010). Artikel ini memberikan informasi tentang tingkat klorofil pada tiga fase perkembangan daun mulai dari *flush* berwarna merah, daun muda dan daun berwarna hijau. Gambaran tingkat klorofil pada daun kakao dapat menjadi gambaran proses fotosintesis yang terjadi pada masing-masing fase sehingga dapat menjadi pertimbangan dalam manajemen pemangkasan dan pemupukan agar sesuai dengan fase perkembangan tanaman.

Kadar klorofil dan warna daun beberapa klon Kakao

Pengukuran kadar klorofil dan warna daun dilakukan pada sampel daun dari klon kakao lindak SCA 6, MCC 2, Sulawesi 1 dan Sulawesi 2 dengan naungan pohon ramayana di kebun induk kakao Balittri. Studi dilaksanakan pada bulan September 2019. Sampel daun yang diamati



Gambar 1. Daun kakao yang diukur menggunakan SPAD dan CR-410 minolta colorimeter klon (a) MCC 02 (b) SCA 6 (c) Sulawesi 01 dan (d) Sulawesi 02



Gambar 2. Pengambilan daun (a) daun pertama (pucuk *flush*), (b) daun muda dan (c) daun yang berwarna hijau.



Gambar 3. Klon kakao (a) MCC 02, (b) SCA 6, (c) Sulawesi 01 dan (d) Sulawesi 02 di kebun induk Balittri

adalah daun pertama (pucuk *flush*), kedua daun muda dan ketiga daun yang berwarna hijau (Gambar 1,2 dan 3).

Kadar klorofil pada daun diukur dengan menggunakan alat SPAD. Pengamatan parameter warna daun meliputi adalah daun pertama (pucuk *flush*), daun kedua daun muda dan daun ketiga yang berwarna hijau. Pengamatan warna daun meliputi nilai *lightness* (L), *a**, dan *b** menggunakan CR-410

minolta colorimeter (Nollet, 2004), dimana nilai L adalah 0 - 100, *a** menunjukkan warna merah-hijau, dan *b** menunjukkan warna kuning-biru dan pembakuan dilakukan dengan kalibrasi warna baku-putih. Nilai L yang semakin tinggi menunjukkan warna dengan nilai kecerahan lebih tinggi.

Hasil yang diperoleh terhadap kadar klorofil daun kakao pada berbagai tingkat perkembangan daun disajikan pada Gambar 3.

Kadar klorofil daun

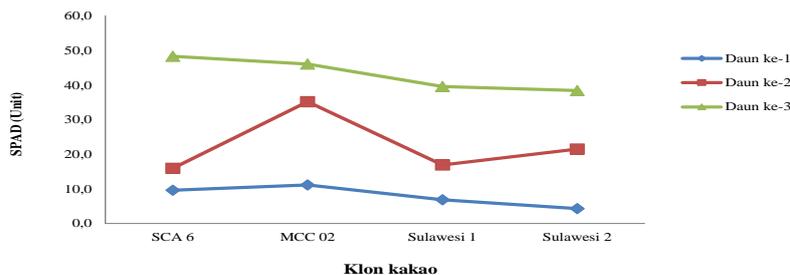
Hasil pengukuran yang diperoleh menunjukkan bahwa kadar klorofil pada daun yang berwarna hijau lebih tinggi dibanding daun yang masih muda atau *flush*. Daun kakao memperlihatkan perbedaan warna dalam setiap fase perkembangannya. Daun yang tumbuh pada ujung-ujung tunas biasanya berwarna merah, permukaannya halus seperti sutera. Setelah dewasa, warna daun akan berubah menjadi hijau dan permukaannya kasar. Perbedaan warna daun menunjukkan adanya perbedaan kandungan pigmen daun termasuk pigmen klorofil. Kemampuan daun untuk melakukan fotosintesis semakin lama semakin meningkat sampai daun berkembang penuh dan kemudian mulai menurun secara perlahan pada daun tua. Daun tua yang hampir mati kemudian berubah warnanya menjadi kuning dan tidak mampu berfotosintesis karena klorofil rusak dan fungsi kloroplas hilang.

Klorofil adalah pigmen berwarna hijau yang terdapat dalam kloroplas. Pada tumbuhan tingkat tinggi, kloroplas terutama terdapat pada jaringan parenkim palisade dan parenkim spons daun. Dalam kloroplas, pigmen utama klorofil serta karotenoid dan xantofil terdapat pada membran tilakoid (Sumaenda. 2011).

Warna daun

Dari hasil pengamatan warna daun (Tabel 1) pada daun kakao ditunjukkan dengan nilai L* pada daun yang berwarna hijau memiliki nilai L* yang lebih rendah. Hal ini menunjukkan daun ini memiliki warna dengan kecerahan lebih rendah dibanding pada daun daun pertama (pucuk/ *flush*), dengan nilai L* yang lebih tinggi yang menunjukkan warna daun dengan lebih cerah.

Nilai a* pada daun pertama (pucuk /*flush*), dari klon SCA 6, MCC02, Sulawesi 1 dan Sulawesi 2 menunjukkan warna yang lebih merah adalah klon Sulawesi 1 dengan nilai 32,06. Sedangkan warna daun yang paling hijau dari nilai a* ada pada daun yang berwarna hijau dengan di



Gambar 3. Perubahan kadar klorofil pada tiga fase pertumbuhan daun menggunakan SPAD

Tabel 1. Parameter warna daun kakao menggunakan alat CR-410 minolta colorimeter

Klon Kakao	Daun Ke-	Nilai L*	Nilai a*	Nilai b*
SCA 6	1	45,66	28,10	22,65
	2	46,84	4,13	31,34
	3	38,38	-10,00	21,99
MCC02	1	59,19	21,80	5,96
	2	35,32	5,69	21,63
	3	34,52	-7,92	19,28
Sulawesi 1	1	46,50	32,06	21,99
	2	44,54	2,19	34,10
	3	29,71	-7,32	13,34
Sulawesi 2	1	49,52	28,75	14,68
	2	36,07	2,23	25,31
	3	27,27	-9,03	18,68

Keterangan : (1) daun pertama (pucuk/*flush*), (2) daun muda dan (3) daun yang berwarna hijau. L= 0-100 (kecerahan), a*= menunjukkan warna merah-hijau, dan b*= menunjukkan warna kuning-biru,

tandai dengan nilai negatif. Untuk nilai b* yang menunjukkan warna daun cenderung berwarna kuning dengan ciri-ciri memiliki nilai positif paling tinggi terdapat pada daun ke dua pada pada semua klon dan klon Sulawesi 1 memiliki warna daun kuning tertinggi dengan nilai 34,10.

Karakteristik warna daun *flush* dan daun yang berwarna hijau menunjukkan perbedaan ditunjukkan dengan nilai L*, a*, b* yang beda. Menurut Anita-Sari *et al*, 2016 jenis kakao lindak memiliki nilai b* positif yang berarti bahwa *flush* cenderung ke arah warna kuning dengan tingkat warna kuning kakao lindak lebih rendah dibanding dengan kakao mulia. Karakteristik warna merupakan sifat yang dipengaruhi oleh sedikit gen atau bersifat kualitatif. Hasil penelitian menunjukkan sifat kualitatif diatur oleh satu atau dua gen, sedikit dipengaruhi oleh lingkungan, dan seleksi dapat dilakukan secara visual (Syukur dan Sobir. 2015)

Untuk nilai b* nilainya tinggi pada daun yang masih muda. Hal ini menunjukkan pada daun kakao selain klorofil ada juga karotenoid. Pada daun kakao yang muda diduga dengan nilai b* karotenoid mulai kelihatan dengan adanya warna

kuning dan merah. Apabila kandungan klorofil dalam daun berkurang, karotenoid mulai tampak dan menghasilkan warna kuning dan merah pada daun-daunnya (Hopkins and Norman, 2008). Kandungan klorofil dan karotenoid pada daun kakao dipengaruhi oleh waktu pertumbuhan daun. Kandungan klorofil umumnya akan meningkat pada fase daun sudah berwarna hijau.

Pada daun kakao dan tanaman lainnya beberapa penelitian kadar klorofil akan meningkat seiring bertambahnya umur sampai daun berkembang penuh dan kemudian kadar klorofil menurun ketika daun semakin tua dan menguning. Fungsi karotenoid dalam fotosintesis adalah membantu menyerap cahaya sehingga cahaya yang digunakan untuk proses fotosintesis menjadi lebih besar.

Informasi di atas menunjukkan bahwa aktivitas fotosintesis berjalan optimal pada daun yang berkembang penuh. Teknik budidaya yang tepat perlu dilakukan untuk mendukung laju fotosintesis tanaman yang optimal, seperti manajemen pemangkasan, pengelolaan naungan, dan pemupukan. Hasil fotosintesis tanaman kakao sebagian besar digunakan untuk mendukung pertumbuhan

vegetatif dan untuk pertumbuhan generatif hanya sekitar 6%. Frekuensi pembentukan daun muda (*flush*) pada kakao sekitar 5 - 6 kali setiap tahun dengan setiap *flush* bisa mencapai 10 helai daun tiap pohon, sehingga tanaman kakao cepat rimbun. Perkembangan daun menyerap hasil asimilat lebih besar dibandingkan perkembangan bunga dan buah, oleh karena itu tanaman kakao yang terlalu rimbun membutuhkan pemangkasan. Pemangkasan akan menekan persaingan pengambilan asimilat untuk perkembangan daun sehingga merangsang pembentukan bunga dan buah. Pemangkasan juga

akan meningkatkan aerasi dan cahaya merata terdistribusi pada seluruh permukaan daun sehingga fotosintesis berjalan dengan baik.

Penutup

Karakteristik warna daun *flush*, daun muda dan daun yang berwarna hijau menunjukkan perbedaan ditunjukkan dengan nilai L^* , a^* , b^* yang berbeda. Nilai L^* adalah 0 - 100, a^* menunjukkan warna merah-hijau dan b^* menunjukkan warna kuning-biru. Nilai L^* pada daun yang berwarna hijau memiliki nilai L^* yang lebih rendah, nilai a^* pada

daun pertama (pucuk), dari klon SCA 6, MCC02, Sulawesi 1 dan Sulawesi 2 menunjukkan warna yang lebih merah adalah klon Sulawesi 1 dengan nilai 32,06. Untuk nilai b^* yang menunjukkan warna daun cenderung berwarna kuning dengan ciri-ciri memiliki nilai positif paling tinggi terdapat pada daun ke dua pada pada semua klon dan klon Sulawesi 1 memiliki warna daun kuning tertinggi dengan nilai 34,10.

**Sakiroh dan
Kurnia Dewi Sasmita,
Balittri**

MENUJU PRODUSEN KAKAO NOMOR SATU DI DUNIA

Indonesia sejak tahun 2018 telah turun dari urutan ke tiga sebagai penghasil kakao dunia menjadi urutan ke enam setelah Pantai gading, Ghana, Kamerun, Nigeria dan Ekuador. Luas areal mencapai 1.774.500 ha dengan produksi hanya 777.500 ton/tahun, sedangkan Pantai gading dan Ghana masing-masing luas areal dan produksi sebagai berikut, 2.500.000 ha dengan produksi 1.448.992 ton/tahun, 1.600.000 ha dengan produksi 835.466 ton/tahun. Indonesia dapat menjadi penghasil kakao nomor satu dunia dengan meningkatkan luas areal, memanfaatkan lahan di antara tanaman karet dan tanaman karet sebagai tanaman penayang kakao. Luas areal tanaman karet mencapai 3,7 juta ha. Lahan ini sangat potensial dimanfaatkan, jika 50% nya dapat ditanami tanaman kakao maka akan diperoleh peningkatan luas areal kakao sebanyak 1.778.846 ha. Dengan produktivitas mencapai 1.200 kg/ha/tahun, maka akan diperoleh tambahan produksi sebesar 2.146.615 ton/tahun. Tambahan produksi tersebut akan menyebabkan total produksi mencapai 2.924.115 ton/tahun dan menempatkan Indonesia ke posisi negara produsen kakao nomor satu di dunia. Selain itu rehabilitasi tanaman kakao dan pengendalian hama dan penyakit akan mempercepat menuju produsen nomor satu tersebut.

Wilayah nusantara mempunyai iklim yang sesuai untuk pengembangan tanaman kakao, demikian juga dengan lahannya. Dalam kurun waktu kurang lebah 30 tahun luas areal tanaman kakao telah mencapai 1,7 juta hektar yang tersebar hampir di semua wilayah. Daerah-daerah yang menjadi sentra produksi kakao antara lain, di Sumatera, mulai dari Aceh, Sumatera Utara, Sumatera Barat dan Lampung. Di Sulawesi di semua wilayah provinsi di pulau ini.

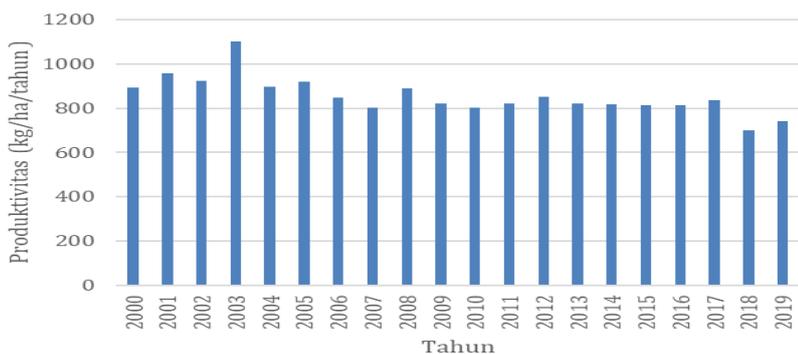
Walaupun terdapat musim panen besar dan kecil, namun di Sumatera, tanaman kakao umumnya berbuah sepanjang tahun (Martono, 2015), sehingga petani dapat menjadikan tanaman ini sebagai sumber pendapatan untuk memenuhi kebutuhan sehari-hari. Demikian juga untuk daerah yang mempunyai musim panen besar dan panen kecil, sepanjang tahun tetap terdapat buah walaupun kecil, jadi selalu dapat membantu kebutuhan hidup. Petani kakao telah menjadikan tanaman ini sebagai sumber kehidupan yang diandalkan dan penting dan bagi negara merupakan sumber devisa sebagai komoditi ekspor (Gunadi, 2005).

Perusahaan industri kakao telah mampu menghasilkan beberapa ma-

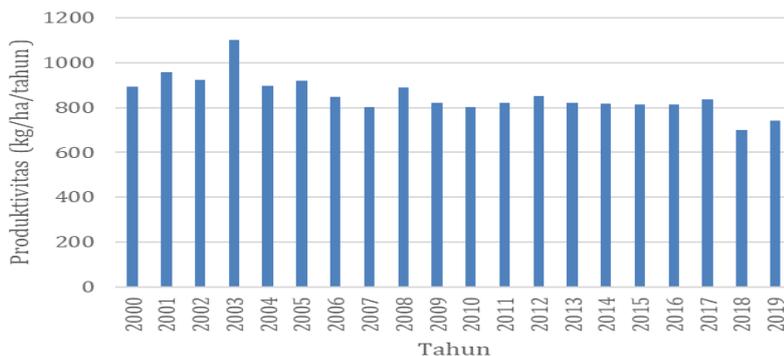
cam produk yang bernilai tinggi yaitu cocoa liquor, cocoa cake, cocoa butter dan cocoa powder. Produk-produk tersebut sebagian besar merupakan barang ekspor. Industri-industri kakao yang bermunculan menyebabkan kebutuhan akan bahan baku di dalam negeri semakin meningkat.

Produktivitas tanaman kakao rakyat masih rendah, dalam kurun waktu 19 tahun terakhir berkisar antara 700 - 900 kg/ha/tahun, terkecuali pada tahun 2003 yang mencapai 1.100 kg/ha/tahun (Gambar 1). Bandingkan dengan produktivitas perkebunan swasta dan negara yang dapat mencapai 1.600 - 1.700 kg/ha/tahun. Sedangkan tingginya produktivitas yang dicapai pada tahun 2003 menunjukkan bahwa klon kakao yang dikembangkan oleh rakyat tidak terlalu buruk, terlihat dicapainya produktivitas sebesar 1.100 kg/ha/tahun.

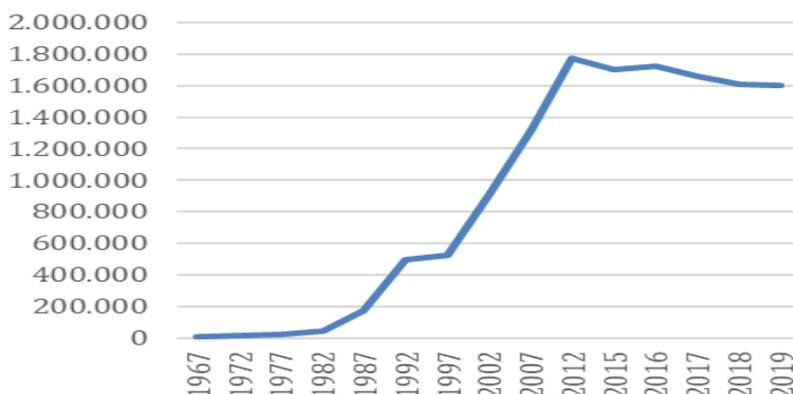
Produksi kakao Indonesia mengalami penurunan mulai tahun 2011 sampai 2017, dan sedikit meningkat di tahun 2018 dan 2019 (Gambar 2) Penurunan produksi tersebut disebabkan oleh menurunnya produktivitas tanaman kakao rakyat. Walaupun produksi menurun Indonesia tetap melakukan ekspor sebesar 3.334 ton sehingga untuk



Gambar 1. Perkembangan produktivitas kakao tahun 2000-2019



Gambar 2. Perkembangan produksi kakao tahun 2000-2019



Gambar 3. Perkembangan luas areal 1967-2019

memenuhi kebutuhan dalam negeri terpaksa melakukan import sebesar 46.075 ton mulai tahun 2015 (Dijenbun, 2016). Jumlah impor tersebut belum dapat memenuhi kebutuhan bahan baku kakao untuk industri dalam negeri sehingga banyak industri yang mengalami kekurangan bahan baku. Pada kondisi tersebut walaupun ekspor dihentikan kekurangan bahan baku biji kakao tetap akan berlangsung.

Keharusan untuk mengekspor barang jadi pada industri kakao telah memicu berdirinya perusahaan industri kakao di dalam negeri. Terdapat 20 unit perusahaan industri kakao yang tersebar di beberapa daerah seperti Tangerang, Lampung,

Medan, Sulawesi Selatan, Sulawesi Tenggara dan lain-lain. Kebutuhan bahan baku dari ke 20 perusahaan tersebut mencapai 800.000 ton/tahun, sedangkan produksi dalam negeri hanya 290.000 ton, ketidak berhasilan menyediakan bahan baku tersebut telah memaksa dilakukannya impor bahan baku dari luar negeri dan tidak beroperasinya 11 perusahaan industri kakao karena bahan baku tidak tersedia, sedangkan 9 di antara yang masih berjalan hanya memenuhi sekitar 50% dari kapasitas terpasangnya (Wijaya, 2018).

Pelepasan beberapa klon unggul spesifik daerah merupakan potensi untuk mengembangkan kakao, ka-

rena tanaman kakao memang spesifik lokasi. Hampir di semua daerah sentra produksi terdapat klon unggul lokal yang produktivitasnya >2 ton/ha/tahun. BL50 dari Sumatera Barat contohnya, produktivitasnya dapat mencapai 3,6 ton/ha/tahun (Martono, 2015).

Klon unggul lokal adalah klon yang telah beradaptasi dengan baik di lokasi tersebut dalam jangka waktu yang cukup lama. Telah menyesuaikan dengan kondisi iklim, tanah dan lingkungan setempat. sehingga beberapa faktor pembatas telah dapat dihilangkan.

Kebutuhan kakao dipasar dunia terus meningkat, saat ini telah terjadi kekurangan pasokan sebesar 3.865.000 ton/tahun, karena produksi hanya mencapai 4.585.582 ton/tahun, sedangkan kebutuhan mencapai 8.450.582 ton/tahun.

PERKEMBANGAN TANAMAN KAKAO

Perkembangan Luas Areal

Peningkatan luas areal tanaman kakao tertinggi terjadi mulai tahun 2002, sampai tahun 2016, kemudian mengalami penurunan mulai tahun 2017 sampai 2019 (Gambar 3). Pesatnya perkembangan areal disebabkan oleh bantuan pemerintah yang cukup gencar terutama penyediaan bibit unggul kakao.

Gerakan nasional penanaman kakao (GERNAS kakao) pada tahun 2002 telah mempercepat berkembangnya tanaman kakao. Pada tahun 2012 luas areal tanaman kakao telah mencapai 1.774.463 ha, Luas ini merupakan posisi tertinggi dari luas tanaman kakao, karena setelah tahun tersebut luas areal mengalami penurunan akibat dikonfersi menjadi tanaman lain seperti menjadi pertanaman kelapa sawit, banyak tanaman kakao yang mengalami kerusakan karena serangan hama dan penyakit dan berhentinya GERNAS. Hal ini dapat terjadi karena lahan yang dianggap berpotensi untuk pengembangan kakao adalah lahan kosong atau lahan hutan yang belum dibuka. Tidak terpikirkan untuk menggunakan lahan lain seperti lahan yang

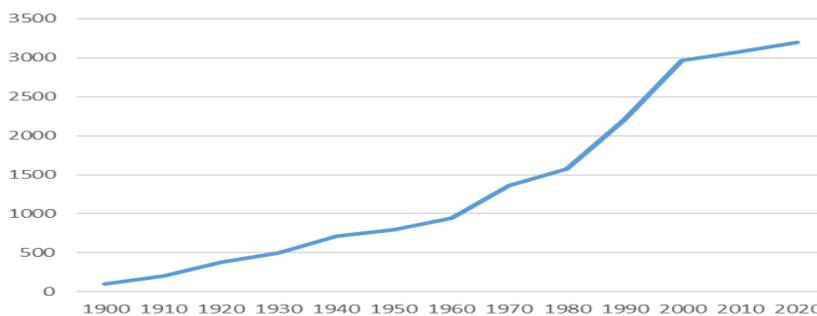
telah ditanami dengan tanaman, misalnya di antara tanaman karet.

Perkembangan Konsumsi dalam Negeri dan Dunia

Permintaan kakao dunia makin meningkat ditopang oleh kenaikan konsumsi dari tiga negara yaitu Indonesia, India dan Cina. Konsumsi tiga negara tersebut masih rendah hanya 0,25 kg/kapita/tahun. Ke depan, konsumsi ketiga negara itu akan mencapai 1 kg/kapita/tahun. Maka dari tiga negara itu akan ada tambahan peminat kakao sebesar 2,2 juta ton/tahun.

Kebutuhan bahan baku kakao untuk memenuhi industri kakao dalam negeri mencapai 800.000 ton/tahun, sedangkan bahan baku biji kakao yang tersedia hanya mencapai 290.000 ton/tahun sehingga terjadi defisit sebesar 510.000 ton/tahun. Kebutuhan tersebut baru untuk memenuhi kebutuhan industri besar, belum termasuk industri-industri kecil yang juga berkembang pesat di daerah-daerah. Konsumsi kakao dunia terus mengalami peningkatan, jika pada tahun 1900 konsumsi kakao sebesar 103.000 ton/tahun, pada tahun 2014 telah mencapai lebih kurang 3.200.000 ton/tahun atau naik 30 kali lipat. Kenaikan tertinggi dimulai pada tahun 1980 sampai tahun 2000 yaitu sebesar 1.627.000 ton dalam jangka waktu 20 tahun (Gambar 4). Kenaikan konsumsi akan terus berlanjut, karena meningkatkan konsumsi per kapita. Belgia merupakan negara dengan konsumsi kakao per kapita yang cukup besar mencapai 5,34 kg/kapita/tahun dan diikuti oleh negara lain (Tabel 1).

Diperkirakan beberapa tahun ke depan konsumsi kakao dunia akan mencapai 8.450.582 ton/tahun. Sedangkan produksi dunia tidak mengalami peningkatan yang begitu berarti dalam 5 tahun terakhir. Produksi dunia baru mencapai 4.585.552 ton/tahun (FAO. 2015). Sedangkan produksi dalam negeri cenderung mengalami penurunan akibat serangan hama penggerek buah kakao dan



Gambar 4. Perkembangan konsumsi kakao dunia tahun 1900 s/d 2020

Tabel 1. Konsumsi per kapitan kakao di beberapa negara

Nama negara	Konsumsi/kapita/tahun kg/kapita
Eropa	1,87
Belgia	5,34
Eslandia	4,88
Irlandia	4,77
Lexembur	4,36
Austria	4,05

penyakit busuk buah kakao yang belum tertanggulangi.

Perkembangan Harga Kakao

Harga ekspor dan harga di pasar dunia selalu berfluktuasi dan harga ekspor tersebut selalu bersamaan dengan harga pasar dunia. Harga biji kakao di pasar dunia menunjukkan tren yang meningkat dan juga diikuti oleh harga ekspor. Puncak harga tertinggi terjadi pada tahun 2011 mencapai USD 3.100 per ton, pada tahun yang sama harga biji kakao di pasar dunia mencapai USD 3.500 per ton.

Dibandingkan dengan komoditi lain harga kakao lebih stabil dan selalu pada level di atas. Harga kakao tidak pernah turun sampai ke level di bawah USD 2 per kg. Di dalam negeri harga kakao ditingkat petani masih cukup baik dengan harga terendah Rp 25.000/kg.

Pada tahun 2014 terjadi penurunan harga kakao, baik di pasaran

dunia maupun harga ekspor, bahkan pada tahun tersebut harga kakao ekspor lebih tinggi jika dibandingkan dengan harga kakao di pasar dunia (Gambar 5.). Hal ini terjadi disebabkan oleh konsumen langsung berhubungan dengan produsen, karena stok kakao di pasar dunia berkurang sangat drastis.

Tantangan Pengembangan Tanaman Kakao

Serangan hama penyakit

Serangan hama penggerek buah dan busuk buah kakao telah menghancurkan produksi kakao rakyat. Saat ini, juga berkembang penyakit yang menyebabkan tanaman kakao menjadi meranggas tanpa daun. Yaitu penyakit VSD (*Vascular Streak Dieback*), yang telah menyebar hampir semua pertanaman kakao. Penyakit ini menyerang sistem jaringan tanaman, batang dan cabang menjadi mati karena serangan terjadi pada



xylem tanaman. VSD, adalah akibat serangan cendawan terhadap jaringan tanaman, serangan dimulai dari pucuk, menjalar sampai ke ranting dan cabang. Ranting dan cabang akan kering, daun gugur sehingga tanaman meranggas tanpa daun. Penyakit ini juga telah berkembang di hampir daerah pengembangan kakao, mungkin disebabkan oleh pemindahan bahan tanaman dari daerah terserang ke tempat yang lain, seperti pengiriman setek tanaman.

Akibat serangan hama dan penyakit tersebut telah dapat menurunkan produksi 40 - 80%, bahkan dapat sampai gagal panen.

Penyakit busuk buah kakao telah menyerang hampir di semua per-tanaman kakao. Serangan pada buah kakao mulai dari yang muda (putik) sampai buah yang dewasa. Serangan pada buah muda menyebabkan buah tidak berkembang dan mati, sedangkan serangan pada buah yang telah dewasa menyebabkan buah menjadi busuk dan biji rusak sehingga tidak dapat dipanen.

Serangan hama penggerek buah, terdapat bercak-bercak hitam pada kulit buah, juga menyarang buah muda sampai buah dewasa. Serangan buah muda menyebabkan buah tidak berkembang, sedangkan serangan terhadap buah dewasa, tidak sampai merusak biji sehingga biji masih bisa dipanen, walaupun terdapat kepang-keping pada biji.

Serangan hama dan penyakit di atas belum dapat diatasi, walaupun telah tersedia teknologi untuk menanggulangi serangan hama dan penyakit tersebut, namun karena belum diadopsi oleh petani, belum dapat dilakukan penanggulangan secara massal.

Kualitas produk

Kualitas produksi kakao rakyat masih rendah, karena sebagian besar tidak difermentasi. Petani memang selama ini enggan melakukan fermentasi karena memakan waktu dan biaya, sedangkan harga tidak meningkat. Bahkan ada anggapan bahwa apabila difermentasi akan ada

keunggulan yang hilang, yaitu aroma kakao yang tajam.

Rendahnya kualitas kakao Indonesia, akibatnya harga kakao dikenakan diskon (otomatis detention) yang besarnya mencapai USD 90 - 150/ton untuk pasar Amerika Serikat. Diskon harga tersebut cukup memberatkan pekebun dan sangat merugikan karena mengurangi nilai devisa yang diperoleh. Mestinya jika kualitas dapat ditingkatkan terdapat nilai tambah dari kehilangan harga yang terjadi akibat diskon tersebut.

Penurunan kualitas juga terjadi pada buah yang diserang hama penggerek buah. Serangan pada buah yang telah tua menyebabkan kualitas biji yang diperoleh rendah, karena biji berkeping-keping dan menjadi keras. Jika menyerang buah yang masih muda buah akan layu dan mati tidak berkembang.

Beberapa teknologi untuk melakukan fermentasi dengan jumlah biji terbatas dan cara yang lebih cepat telah tersedia, namun belum diadopsi petani.

Pengendalian hama dan penyakit secara berkala akan meningkatkan kualitas biji, biji lebih bernas dan sehat. Kegiatan lain untuk menjaga kualitas adalah penjemuran dan penyimpanan agar tidak ditumbuhi jamur.

Status tanaman

Produktivitas tertinggi jika status tanaman berada pada tanaman menghasilkan (TM) sebesar 80%, tanaman belum menghasilkan (TBM) sebesar 10% dan tanaman rusak (TR/TT) tidak lebih dari 10% juga. Tanaman secara berkala akan menjadi rusak atau tua 3 - 4% per tahun. Jika jumlah yang rusak lebih tinggi dari pada peremajaan, maka akan berdampak pada status tanaman menghasilkan. Kondisi saat ini status tanaman menghasilkan (TM) sebesar 50,49%, tanaman belum menghasilkan (TBM) sebesar 25,19%, dan tanaman rusak/tua (RS) sebesar 24,32% (Ditjenbun, 2018). Kondisi tersebut menyebabkan produksi rendah dan semakin rendah dengan serangan hama dan penyakit.

Mengatur status tanaman dapat dilakukan dengan cara peremajaan yang teratur, pemeliharaan tanaman dengan baik dan dengan rehabilitasi tanaman yang rusak atau tua.

Persaingan pasar

Negara penghasil kakao terbesar adalah Pantai Gading dan Ghana, kedua negara ini merupakan negara penghasil utama dan kedua. Negara lainnya yaitu Nigeria, Kamerun, Brazil dan Ekuador, produksinya baru mencapai 30% dari produksi Indonesia (Gambar 6.), namun akan menjadi pesaing masa depan kalau kondisi luas areal tanaman kakao dan produktivitas terus mengalami penurunan.

Indonesia selain sebagai negara produsen tetapi juga merupakan negara konsumen yang cukup besar potensinya. Dengan jumlah penduduk yang mencapai 260 juta jiwa, jika konsumsi per kapita mencapai 1 kg/tahun, maka akan terserap hampir 260.000 ton produksi kakao. Pasar dalam negeri berpotensi sebagai pengguna produk kakao, namun bisa juga dimanfaatkan oleh produsen dari luar, karena pasar bebas yang mulai diterapkan.

Persaingan pasar juga terjadi pada sektor hilir (produk olahan). Belanda merupakan negara penghasil produk cokelat terbesar dunia. Kemudian Belgia, Swedia dan Irlandia. Indonesia akan sanggup bersaing dalam pengolahan cokelat, karena mempunyai bahan baku di dalam negeri sementara Belanda dan negara lainnya harus impor.

Keseimbangan produksi dan konsumsi kakao dunia diperkirakan terus berlanjut, bahkan lebih cenderung mengalami defisit karena beberapa negara produsen utama menghadapi berbagai kendala dalam upaya meningkatkan produksinya untuk mengimbangi kenaikan konsumen (Zaenuddin, *et al.* 2004). Pantai Gading menghadapi masalah karena ada keharusan untuk mengurangi subsidi dan kestabilan politik dalam negeri, Ghana dan Kamerun juga menghadapi masalah subsidi dan insentif harga pemerin-

tah, sedangkan Malaysia menghadapi masalah ganasnya serangan hama penyakit busuk buah kakao dan adanya kebijakan untuk berkonsentrasi ke kelapa sawit.

Kondisi tersebut sangat menguntungkan Indonesia, karena animo masyarakat untuk mengembangkan tanaman kakao masih sangat besar, sumber daya alam masih tersedia.

Biaya

Petani tidak sanggup untuk mengembangkan tanaman kakao secara mandiri, karena memerlukan biaya yang besar. Juga tidak ada akses kepada lembaga keuangan resmi, karena sebagian besar lahan petani yang dimilikinya tidak mempunyai sertifikat yang dapat digunakan sebagai jaminan.

Diperlukan fasilitas dari pemerintah untuk penanaman kakao rakyat, minimal bantuan dalam bentuk bibit unggul dan biaya penanaman pemeliharaan selama 2 tahun, seperti yang dilakukan pada kegiatan GERNAS yang lalu.

Pemerintah melalui Ditjen Perkebunan telah membagi-bagi bibit kakao kepada petani yang meminta melalui Dinas Perkebunan di wilayahnya dan cara ini akan terus dilanjutkan, Sebaiknya rencana ini disinkronkan dengan rencana perluasan areal kakao dan lokasinya.

Teknologi Pengolahan Hasil

Fermentasi biji kakao belum banyak dilakukan petani, Permentan tentang keharusan melakukan fermentasi batal diterapkan dan petani enggan melakukan fermentasi karena tidak direspon oleh harga yang lebih baik dibandingkan dengan tanpa fermentasi. Masih banyak pedagang atau industri yang memerlukan biji kakao tanpa fermentasi dan mereka sanggup bersaing dengan harga biji kakao yang difermentasi. Kondisi ini menyebabkan kualitas kakao tetap rendah dan harga yang diterima petani juga rendah karena mendapat potongan harga sebesar USD 0,09 - 0,15/kg (Goenadi. 2005).

Teknologi fermentasi telah mengalami perbaikan seperti lamanya fermentasi dan peralatan yang lebih sederhana (Sumanto, *et. al.* 2015). Fermentasi untuk biji kakao kering juga telah tersedia (Atmaja *et al.* 2016), sehingga pedagang pengumpul yang mempunyai jumlah biji kakao yang cukup banyak, dapat melakukan fermentasi dengan sarana yang lebih baik dan lengkap.

Industri dalam negeri telah mengolah kakao menjadi bentuk yang berbeda-beda seperti *cocoa shells*, *cocoa pasta*, *cocoa butter cat* dan *oil*, *cocoa powder* dan bentuk lainnya yang diekspor dengan nilai USD 1.244.530. Peningkatan terhadap ekspor ini merupakan tantangan, karena negara lain yang bukan produsen kakao juga melakukan hal yang sama, seperti contoh Belanda merupakan negara terbesar sebagai pengekspor produk kakao jadi dan negara lainnya seperti Swedia, Belgia dan Irlandia.

Tanaman kakao merupakan tanaman spesifik lokasi dan ini berpengaruh terhadap jenis pengolahannya. Ada daerah dengan sifat kakao yang mudah meleleh pada suhu yang agak tinggi dan ada yang lebih tahan. Perbedaan ini menyebabkan pengolahan lanjutannya akan berbeda, mungkin yang mudah meleleh hanya sampai menjadi tepung, sedangkan yang lebih tahan dapat diolah menjadi batangan coklat. Kondisi ini menyebabkan setiap daerah mempunyai cara yang berbeda dalam mengolah biji kakao. Pengolahan kakao murni tanpa campuran juga mulai berkembang, karena memiliki sifat yang antioksidan yang tinggi. tidak dicampur pemanis sehingga dapat dikonsumsi oleh penderita penyakit diabetes.

STRATEGI PENCAMPAIAN TARGET

Konsiliasi Populasi Tanaman

Populasi tanaman kakao rakyat sangat bervariasi, tetapi umumnya tidak lengkap, jika jarak tanam 3 x 3 m, populasi mestinya sebanyak 1.100 tanaman/ha, namun dalam kenyataannya hanya 600 - 700 batang/

ha. Kondisi populasi yang hanya 55 - 65% dari semestinya menyebabkan produktivitas per hektar menjadi rendah. Produktivitas semakin rendah lagi dengan adanya serangan hama dan penyakit.

Oleh sebab itu diperlukan pemenuhan jumlah tanaman dengan melakukan penyulaman pada tanaman yang mati. Penyulaman dapat dilakukan dengan menggunakan bibit sambung pucuk agar diketahui klon yang digunakan.

Walaupun penyulaman dilakukan dengan bibit yang masih muda, pertumbuhan tanaman tidak akan terhambat, karena tanaman kakao memang memerlukan naungan, sehingga bibit yang baru tanaman tidak akan mengalami gangguan, bahkan akan tumbuh dengan baik. Jika terlalu rimbun taman kakao dewasa dapat dilakukan pemangkasan, yaitu membuang cabang-cabang dan ranting-ranting yang tumbuhnya tidak teratur dan tidak mendapat sinar matahari langsung. Penyulaman ini dapat meningkatkan produktivitas dari 600 kg/ha/tahun menjadi 1.100 kg/ha/tahun atau naik sebesar 83,33%.

Peremajaan

Peremajaan bertujuan untuk mengembalikan tanaman yang telah tua atau rusak menjadi muda. Sedangkan konsolidasi tanaman untuk mengembalikan populasi tanaman sehingga utuh kembali seperti semula. Keterlambatan dalam melakukan peremajaan akan berakibat rendahnya jumlah tanaman yang menghasilkan (TM) yang menyebabkan produksi rendah.

Kedua kegiatan ini dapat dilakukan sejalan, yaitu mengganti tanaman yang mati dan meremajakan tanaman tua/rusak. Ada 2 cara untuk melakukan peremajaan yaitu mengganti tanaman dengan yang baru seperti kegiatan konsiliasi atau melakukan sambung samping/sambung pucuk pada cabang yang tumbuh pada batang (Tjahyana dan Ferry. 2016).

Mengganti tanaman dengan yang baru, berarti harus menyediakan bibit

unggul. petani dapat dilatih untuk secara mandiri membuat bibit unggul. Sebagai batang bawah petani dapat menyemaikan biji kakao yang mereka miliki, sedangkan batang atas dapat diambil entres (setek) dari pohon yang terpilih di areal kebunnya (Zakariyya *et al.* 2015). Pemilihan kebun dilakukan dengan menghitung produksi pohon tersebut selama 3 tahun pembuahan, kemudian hitung komponen buahnya seperti ukuran buah, jumlah biji/buah dan jumlah biji 100g. Jika memenuhi syarat jadikan pohon tersebut sebagai sumber entres.

Untuk merangsang tumbuhnya cabang lakukan pemangkasan terhadap pohon tersebut, setelah tunas berumur 4 - 6 bulan dapat disambungkan (Limbongan, 2011) dengan entres yang telah tersedia.

Baik peremajaan dengan tanaman yang baru (bibit) maupun dengan sambung samping/sambung pucuk dapat dilakukan petani secara bertahap. Petani dapat melakukan sambung samping/pucuk 10 pohon per hari, maka dalam 1 bulan akan dapat diremajakan tanaman tua/rusak sebanyak 300 pohon atau >0,25 ha.

Mengharuskan penggunaan entres yang berasal dari kebun entres yang bersertifikat telah memperlambat pelaksanaan peremajaan terutama peremajaan mandiri. Peraturan tersebut sebenarnya khusus untuk bahan tanaman yang diperdagangkan, jika untuk lingkungan sendiri tanpa komersil boleh saja menggunakan bahan tanaman pilihan sendiri, di bawah bimbingan penyuluh agar tidak salah memilih.

Pembangunan Unit Pengolahan Hasil (UPH)

Kepemilikan areal tanaman kakao rakyat umumnya sempit yaitu berkisar antara 0,75 sampai 1,5 ha dengan produktivitas yang hanya 300 - 400 kg/ha/tahun. Jumlah yang terbatas tersebut menyebabkan petani tidak efisien untuk membangun unit pengolahan hasil secara perorangan, akan lebih hemat dengan bergotong royong secara berkelompok. Hal ini juga yang menyebabkan

ketidak berhasilan pelaksanaan fermentasi.

Perlu dibangun UPH-UPH (Unit Pengolahan Hasil) di daerah-daerah sentra produksi kakao. Setiap UPH dapat melayani 10 - 20 orang petani kakao dengan luasan mencapai 20-30 ha. Pengelolaan UPH dapat dilakukan oleh kelompok tani atau koperasi kelompok tani. Pengolahan meliputi, fermentasi dan pengeringan, sedangkan pengupasan kulit dapat dilakukan oleh petani, namun setelah pengupasan harus segera dibawa ke UPH untuk difermentasi. Pada unit pengolahan hasil juga ditempat seorang ahli standar mutu, untuk menjamin mutu dari biji kakao yang dihasilkan.

Cara ini akan mendorong terbentuknya pemasaran hasil bersama yang akan memperbaiki pendapatan petani. Kelompok tani dapat melakukan kerja sama pemasaran dengan eksportir atau dengan pabrik tanpa perantara pedagang pengumpul daerah.

Sertifikasi Bahan Tanaman Unggul Lokal

Kewajiban menggunakan bahan tanaman unggul, dan bersertifikat telah diterjemahkan kepada penggunaan bahan tanaman unggul nasional, yang umumnya milik pengusaha nasional, seperti harus kakao hibrida produksi Jember atau produksi Mars. Hal ini terjadi karena bahan tanaman lokal tidak didorong untuk dilepas sebagai bahan tanaman unggul lokal. Pemerintah daerah tidak terlalu peduli dengan potensi yang dimiliki daerah mereka. Hampir semua daerah pengembangan berpotensi untuk memperoleh bahan tanaman unggul lokal, karena pengembangan tanaman kakao dilakukan melalui penggunaan bibit kakao hibrida open polination (perkawinan bebas), sehingga akan terjadi banyak kemungkinan pada turunannya (Iswanto *et al.* 1999).

Pengembangan dan rehabilitasi tanaman kakao sebaiknya dilakukan dengan menggunakan bahan tanaman unggul lokal, karena tanaman kakao merupakan tanaman spesifik lokasi. Tanaman yang unggul di satu

tempat belum tentu akan unggul juga di tempat lain. Bahan tanaman unggul lokal telah beradaptasi dengan kondisi tanah dan iklim setempat, sehingga menggunakan bahan tanaman unggul lokal telah memperkecil pengaruh lingkungan terhadap tanaman yang dikembangkan.

Petani dapat dilatih untuk dapat membuat bibit unggul sendiri, dimana bahan tanamannya berasal dari kebunnya sendiri. Sumber bahan tanaman dapat berasal dari pohon terpilih di dalam kebunnya, kemudian dilakukan grafting untuk mendapatkan benih yang unggul. namun cara ini tidak boleh untuk diperdagangkan hanya untuk digunakan sendiri.

Perluasan Areal Tanaman

Perkembangan areal sangat tergantung kepada tersedianya lahan dan bibit. Jika produksi akan ditingkatkan salah satu pilihan selain meningkatkan produktivitas adalah meningkatkan luas areal. Tanaman kakao memerlukan naungan untuk berproduksi dengan baik, fotosintesa optimal terjadi pada intensitas cahaya 60% atau tingkat naungan 40%. Intensitas yang kurang atau lebih menyebabkan fotosintesa tidak optimal, yang menyebabkan produksi juga tidak optimal (Loveless, 1999).

Terdapat lahan yang cukup potensial untuk pengembangan kakao, yaitu lahan perkebunan karet, tanaman karet dapat berfungsi sebagai tanaman penaung. Tanaman karet eksisting umumnya mempunyai jarak tanam 3 x 6 m, dengan jarak tanam tersebut pada gawangan dapat ditanami kakao sebanyak 2 baris atau 1.056 batang tanaman kakao tau ekuivalen dengan 0,96% dibandingkan dengan kakao monokultur. Untuk pengembangan tanaman kakao di antara tanaman karet, agar mendapatkan 1 ha tanaman kakao diperlukan 1,04 hektar pertanaman karet.

Luas areal tanaman karet telah mencapai 3,7 juta hektar, jika 50% nya dapat ditanami tanaman kakao maka akan diperoleh peningkatan

luas areal kakao sebanyak 1.778.846 ha. Dengan produktivitas mencapai 1.200 kg/ha/tahun, maka akan diperoleh tambahan produksi sebesar 2.146.615 ton/tahun. Tambahan produksi tersebut akan menyebabkan total produksi mencapai 2.924.115 ton/tahun dan menempatkan Indonesia ke posisi negara produsen kakao nomor satu di dunia. Jumlah tanaman kakao akan lebih banyak lagi, jika jarak tanaman karet diperbaiki menjadi 2 x 10 m, jumlah tanaman kakao akan mencapai 1.350 batang atau 1,22% dibandingkan dengan kakao monokultur.

Penanaman kakao di antara tanaman karet memerlukan peningkatan intensitas cahaya mata hari, karena di bawah tanaman karet dewasa intensitas cahaya matahari hanya sekitar <30%, pertumbuhan tanaman akan cukup baik, namun produksi buah akan berkurang. Untuk meningkatkan intensitas cahaya dapat dilakukan pemangkasan tanaman karet terutama masa tanaman kakao mulai berbunga dan berbuah. Terkecuali jarak tanaman dirubah menjadi 2 x 10 m, intensitas cahaya matahari akan lebih dari 60% sepanjang tahun.

Laboratorium Lapangan

Adopsi teknologi yang sampai ketangan petani masih sangat rendah kalau dibandingkan dengan yang telah tersedia dan dihasilkan. Tingkat kemampuan petani untuk menyerap teknologi sering berbeda. Ada petani yang lebih cepat dapat mengadopsi teknologi ada yang lambat. Petani yang lebah cepat mengadopsi teknologi akan dapat membantu petani lain dalam penyerapan teknologi tersebut, banyak saat ini petani partisipatif yang dapat berperan sebagai penyuluh, dengan pengalamannya dalam menerapkan teknologi yang sesuai.

Laboratorium lapangan adalah sarana penyampaian teknologi oleh petani maju kepada petani lainnya, baik secara lisan maupun secara praktek di lapangan. Laboratorium lapangan adalah kebun petani maju yang menunjukkan keragaan yang

Tabel 2. Potensi jumlah tanaman kakao yang dapat ditanam di antara beberapa jarak tanam karet

Tanaman Karet		Tanaman Kakao	
Jarak tanam	Populasi (batang)	Jarak tanam	Populasi (Big)
3 x 7 m	476	Dalam baris	700
3 x 6 m	550	Dalam baris	1.050
2 x 10 m	500	2 x 3 m	1.350

baik, sehingga dapat ditiru oleh yang lain. Petani sering kesulitan untuk mendapatkan contoh kebun yang baik. Laboratorium lapangan dapat kebun milik petani dapat juga kebun milik kelompok tani. Pihak terkait dapat membantu petani dalam membangun kebun yang akan dijadikan laboratorium lapangan, makin banyak jumlah laboratotium lapangan di suatu daerah semakin baik.

Laboratorium lapang dapat dijadikan tempat pelatihan bagi petani, seperti pelatihan penyediaan bibit unggul mandiri dan teknik penyambungan.

Pengendalian Hama dan Penyakit

Masyarakat internasional menghendaki produk yang bebas dari residu bahan kimia. Dengan keinginan mengkonsumsi kakao organik. Sementara tanaman kakao terserang penyakit busuk buah kakao, yang pengendaliannya sebagian besar menggunakan bahan kimia (Pestisida) yang beredar di pasaran, yang akan meninggalkan residu pada biji yang dihasilkan.

Balitri telah menemukan teknologi untuk mengendalikan penyakit busuk buah kakao dengan menggunakan mikroorganisme seperti hasil metabolisme sekunder jamur *Trichoderma* sp. Fungisida nabati ini dapat mencegah serangan penyakit busuk buah kakao sampai 83%, dan sekaligus juga mencegah penyakit VSD (Arni, 2017).

Pecegahan hama dan penyakit ini dilakukan secara serentak dalam kawasan tertentu, agar penyebaran hama dan penyakit dapatambat. Perlu dibuat pasukan pemberantas hama dan penyakir kakao secara serentak.

Perbaikan Kualitas Hasil

Permentan No. 67/Permentan/OT. 140/5/2014. tentang keharusan

fermentasi harus kembali diterapkan (Sudjarmoko, *et. al.* 2017), mungkin tidak perlu ditingkat petani tetapi ditingkat lebih ke hilir, misalnya pada tingkat pedagang pengumpul pertama. Pada tingkat pedagang pengumpul pertama jumlah biji kakao lebih banyak sehingga dapat dilakukan fermentasi dalam jumlah yang memadai, selain itu juga belum terlalu jauh dari petani sehingga petani masih dapat melihat pemerosesannya. Fermentasi dapat dilakukan terhadap biji yang telah kering yang dibeli dari petani (Pasau, 2013), yang biasanya kadar airnya masih tinggi.

Untuk merangsang pedagang pengumpul yang telah melakukan fermentasi mungkin dapat diberikan insentif agar pedagang tersebut tidak membebarkannya kepada petani, dengan menurunkan harga beli kepada petani.

Penutup

Konsiliasi populasi akan menjadikan populasi tanaman menjadi 1.100 tanaman dengan jarak tanaman 3 x 3 m, akan meningkatkan produksi sampai 83,33% dan penggunaan lahan di bawah tanaman karet sebanyak 1.778.846 ha akan meningkatkan luas areal kakao menjadi 3.553.366,1 hektar. dengan produktivitas meningkat menjadi 1.320 kg/ha/tahun dan 80% merupakan tanaman menghasilkan, maka produksi akan mencapai 4.633.933,3 ton/tahun (Tabel 3.). Produksi tersebut akan mengantarkan Indonesia sebagai negara penghasil kakao nomor satu di dunia.

Yulius Fery, Balittri

DAUN SUNGKAI (*Peronema canescens*) BERPOTENSI SEBAGAI IMUNOMODULATOR

Perubahan musim yang tidak menentu serta mewabahnya virus corona menyebabkan tubuh menjadi rentan terhadap serangan dari luar. Untuk itu perlu upaya perlindungan diri dengan cara memperkuat sistem imunitas tubuh kita sendiri, yaitu dengan cara mengkomsumsi makanan dan minuman yang sehat dengan gizi seimbang, olah raga teratur dan suplemen. Salah satu upaya untuk memperkuat imun dengan memanfaatkan tanaman obat disekitar kita, Adapun bahan alam sebagai alternatif pilihan untuk menaikkan imunitas dengan memanfaatkan daun sungkai. Tanaman yang memiliki aktivitas sebagai imunomodulator di antaranya tanaman sungkai. Senyawa kimia yang terkandung dalam tanaman sungkai di antaranya peronemin, sitosterol, isopropanol, phytol, dipterpenoid, flavonoid sehingga ada kemungkinan unsur-unsur tersebut membantu dalam menaikkan jumlah leukosit.

Merebaknya wabah virus corona di Indonesia memang menghadirkan kekhawatiran tersendiri bagi masyarakat Indonesia. Salah satu pencegahannya diri yaitu dengan cara memperkuat sistem imunitas tubuh kita sendiri. Sistem imun (kekebalan) tubuh sangat penting agar dapat terhindar dari berbagai penyakit yang disebabkan oleh bakteri maupun virus, termasuk virus corona.

Sistem imun tubuh tak hanya berfungsi untuk melindungi tubuh dari serangan penyakit saja, tapi juga untuk memperbaiki jaringan-jaringan tubuh yang mengalami

kerusakan. Sistem imun ini berperan dalam membuang sel-sel tubuh yang tidak normal dan dapat membahayakan tubuh. Selain itu, sistem imun juga bermanfaat untuk menjaga keseimbangan di dalam tubuh sehingga terasa badan selalu sehat.

Peluang dan prospek imunomodulator dari bahan alami di Indonesia mempunyai prospek yang cerah karena masyarakat sudah mulai memilih imunomodulator alami daripada imunomodulator yang terbuat dari bahan kimia. Salah satu tanaman obat yang berfungsi sebagai imunomodulator yaitu daun sungkai. Pada uji imunitas dosis yang paling efektif dalam membantu sistem kekebalan tubuh dengan dosis ekstrak sungkai sebesar 0,567 mg/kg bb, cenderung meningkatkan jumlah leukosit sebesar 36%, lebih baik daripada dosis pembanding (imunus) hanya meningkatkan jumlah leukosit sebesar 23% (Yani *et al.* 2014). Tujuan tulisan ini memberikan informasi manfaat daun sungkai yang berpotensi sebagai imunomodulator untuk pencegahan dari virus.

Deskripsi Tanaman Sungkai

Sungkai (*Peronema canescens*) termasuk famili *Verbenaceae*, sungkai merupakan salah satu tumbuhan asli Kalimantan. Tanaman ini juga tersebar di Sumatra Barat, Bengkulu, Jambi, Sumatra Selatan, dan Jawa Barat (Khaerudin. 1994). Sungkai sering disebut sebagai jati sabrang, ki sabrang, kurus sungkai, atau sekai. Sungkai banyak tumbuh di hutan sekunder dan dapat tumbuh

pada berbagai jenis tanah. Tapi biasanya, sungkai tumbuh pada tanah yang cukup mengandung air, seperti di tepi sungai atau tergenang air tawar. Sungkai cocok tumbuh di daerah tropis bercurah hujan A hingga C, baik di tanah kering maupun sedikit basah pada ketinggian 0 m dpl hingga 600 m dpl. Tanaman itu merupakan jenis kayu-kayuan yang bisa mencapai tinggi 20 - 30 meter, dengan diameter batang mencapai 60 cm atau lebih. Tinggi batang bebas cabang bisa mencapai 15 meter (Khaerudin. 1994). Tanaman sungkai dapat dilihat pada Gambar 1.

Bentuk batang lurus dengan lekuk kecil. Kulitnya berwarna abu-abu beralur dangkal, mengelupas kecil-kecil dan tipis. Penampang kulit luar berwarna cokelat, kuning, atau merah muda. Kayunya berteras dengan warna sawo muda dan menyerupai kayu jati dan mempunyai alur, rantingnya penuh dengan bulu-bulu halus.

Tanaman sungkai umumnya diperbanyak secara vegetatif dengan setek batang, namun dengan cara ini penyediaan bibit menjadi terbatas karena ketersediaan bahan tanaman yang baik juga terbatas. Perbanyakkan melalui biji sulit dilakukan mengingat sungkai hanya berbunga 1 - 2 kali setahun, viabilitas bijinya sangat rendah serta menurun dengan cepat sehingga tidak dapat disimpan lama (Faizah *et al.* 1995). Daun sungkai dapat dilihat pada Gambar 1.

Manfaat Sungkai dan Kegunaan

Bagian tanaman sungkai yang dimanfaatkan untuk obat yaitu daun

dan kulit batang. Senyawa kimia yang terkandung dalam tanaman sungkai di antaranya flavonoid, yang memiliki banyak manfaat di antaranya sebagai antioksidan. Tanaman yang mempunyai golongan flavonoid dapat meningkatkan aktivitas sistem imun, Terkait dengan adanya wabah virus corona yang berdampak pada menurunnya daya tahan tubuh untuk itu kita harus mampu meningkatkan imun dengan cara mengkonsumsi minuman dan makanan yang dapat meningkatkan stamina. Salah satunya tanaman obat yang dapat meningkatkan stamina yaitu rebusan air daun sungkai. Selain itu juga air rebusan air daun sungkai dapat mengobati malaria, menurunkan demam (antipiretik), pilek, obat cacangan dan sebagai obat kumur untuk mencegah sakit gigi, Sedangkan rebusan air kulit kayu dan daun sungkai digunakan untuk mengobati penyakit malaria. Pemberian ekstrak daun muda sungkai ke mencit dengan dosis 0,5625 mg/kg bb dapat meningkatkan sel darah putih mencapai 36% (7324/cc) (Yani *et al.* 2014). Zat aktif daun sungkai yaitu, peronemin, sitosterol, isopropanol, phytol, dipterpenoid, flavonoid, diduga unsur-unsur tersebut dapat menaikkan jumlah leukosit, leukosit adalah sel yang membentuk komponen darah, sehingga dengan meningkatnya kandungan sel darah putih dapat membantu tubuh melawan berbagai penyakit infeksi dan sebagai sistem kekebalan tubuh.

Kandungan Fitokimia Tanaman Sungkai

Untuk mengetahui komponen bioaktif yang terdapat di dalam sampel uji sebaiknya dilakukan skrining fitokimia, tujuan skrining



(Sumber: <https://kebunraya.itera.ac.id/?p=569>) , <https://indonesia.go.id/ragam/komoditas/ekonomi/daun-sungkai-si-peningkat-kekebalan>

Gambar 1. Tanaman sungkai a) keragaan, b) daun muda dan c) daun tua

fitokimia untuk mengetahui secara kualitatif kandungan senyawa metabolit sekunder yang terdapat dalam sampel. Hasil skrining fitokimia pada daun sungkai masing-masing berbeda tergantung dari jenis pelarut yang digunakan. Perbedaan jenis pelarut ini akan memengaruhi karakteristik dari senyawa bioaktif yang terdapat pada sampel tanaman, senyawa pada tanaman akan larut dalam pelarut yang sesuai atau sama. Ekstrak etil asetat dari daun sungkai mengandung senyawa alkaloid, flavonoid, tannin dan fenolik (Ramadenti *et al.* 2018). Sedang-

kan ekstrak dari metanol daun sungkai teridentifikasi adanya senyawa alkaloid, flavanoid, terpenoid-steroid dan tannin (Ibrahim dan Kuncoro, 2012).

Flavonoid memiliki efek antioksidan dan mampu meredam radikal bebas, dapat meningkatkan jumlah sel T dan meningkatkan aktivitas IL-2 (Jiao *et al.*, 1999). Interleukin (IL) merupakan suatu sitokin yang disekresikan oleh makrofag dan sel NK pada respons imun alamiah, sedangkan pada respons imun adaptif disekresikan oleh limfosit T, interleukin bereaksi

terhadap leukosit dan merupakan mediator pada reaksi sistem imun dan inflamasi. Senyawa flavonoid juga dapat meningkatkan sel B, sel natural killer (NK) yang membunuh sel terinfeksi dan bermanfaat sebagai antioksidan (Saifulhaq, 2009). Salah satu jenis flavonoid adalah flavonol, senyawa flavonol mampu meningkatkan produksi interleukin 2 (IL-2) yang terlibat dalam aktivasi dan proliferasi sel T. Dari hasil penelitian diperoleh bahwa IL-2 dapat menginduksi proliferasi sel Natural Killer (NK) dan mengaktifasi sel T. Perkembangan dan aktivitas dari sel T dapat distimulasi dengan cara penambahan suatu imunomodulator. IL-2 adalah salah satu sitokin yang berperan dalam mengatur respon imun, berfungsi sebagai mitogen bagi sel T, secara potensial meningkatkan proliferasi dan fungsi sel T, sel B dan sel NK, memperbaiki pembentukan antigen, meningkatkan produksi dan pelepasan dari sitokin lainnya

Fungsi saponin meningkatkan aktivasi makrofag yang dapat meningkatkan fagositosis dan sekresi interleukin. Sekresi interleukin ini akan memacu sel α untuk memproduksi antibodi (Besung, 2009). Steroid dan tanin berguna untuk meningkatkan sistem imun tubuh.

Golongan senyawa polisakarida, terpenoid, alkaloid, flavonoid dan polifenol merupakan senyawa yang mempunyai bioaktivitas sebagai imunostimulan agent (Holman, 1996 dalam Gresinta, 2012; Khumairoh dan Budijastuti, 2013).

Daun Sungkai Sebagai Imunomodulator

Imunomodulator merupakan zat-zat yang mampu menginduksi, menguatkan dan menghambat

komponen atau fase apa pun dari sistem kekebalan tubuh. Imunomodulator terutama dibutuhkan untuk kondisi dimana status sistem imun akan memengaruhi kondisi pasien dan penyebaran penyakit, seperti yang sedang terjadi saat ini akibat serangan virus corona.

Imunomodulator merupakan senyawa yang mengubah aktivitas sistem imun tubuh dengan dinamisasi regulasi sel-sel imun seperti sitokin (Spelman *et al.* 2006). Cara kerja imunomodulator meliputi mengembalikan fungsi imun yang terganggu (imunorestorasi), memperbaiki fungsi sistem imun (imunostimulasi) dan menekan respons imun (imunosupresi).

Secara global, banyak penelitian telah mengungkapkan konstituen aktif yang mengaktifkan sistem kekebalan tubuh bawaan melalui stimulasi makrofag serta limfosit, dan modulasi profil sitokin, yang mengarah kepada pengurangan gejala pada kejadian infeksi. Parameter yang sering digunakan untuk melihat aktivitas imunomodulator suatu komponen salah satunya adalah kemampuannya dalam menstimulasi proliferasi sel limfosit. Proses tersebut menghasilkan sel-sel efektor aktif yang berperan pada respon spesifik dan non spesifik untuk eliminasi mikroorganisme patogen dan zat asing lainnya. Respon proliferasi sel limfosit menggambarkan status imun individu (Zakaria *et al.*, 2003).

Selanjutnya dilaporkan bahwa beberapa tanaman obat herbal menunjukkan efek imunomodulator yang menguntungkan untuk pemulihan cepat infeksi virus yang memiliki bahan aktif seperti polifenol, triterpenoid dan flavonoid. Sedangkan menurut Devagaran dan Diantini, 2012 bahwa senyawa dari

golongan flavonoid, kurkumin, limonoid, vitamin C, vitamin E dan katekin memiliki kemampuan untuk dapat meningkatkan aktivitas sistem imun, Tanaman sungkai mengandung senyawa peronemin (golongan terpenoid) yang terdiri dari beberapa tipe yaitu peronemin A2, A3, B1, B2, B3, C1 dan D1 (Kitagawa dan kawan kawan, 1994). Dengan adanya senyawa-senyawa bioaktif tersebut dapat berfungsi untuk meningkatkan aktivitas sistem imun dan berpotensi sebagai antioksidan (Ulilalbab *et al.* 2010).

Penutup

Tanaman sungkai mengandung bahan aktif yang bermanfaat untuk kesehatan dan meningkatkan sistem imun tubuh di antaranya alkaloid, flavonoid, steroid dan golongan tannin. Komponen tersebut mampu melawan serangan infeksi virus, bakteri maupun mikroba serta mampu menaikkan jumlah leukosit.

Sintha Suhirman, Balitro

Kementerian Pertanian melakukan transformasi jabatan dengan melantik 1.277 pejabat struktural eselon III dan IV menjadi fungsional di seluruh Indonesia, secara langsung maupun virtual oleh Menteri Pertanian Dr. Syahrul Yasin Limpo di Kantor Pusat Kementan Jakarta, Rabu 30 Desember 2020. Dari 1.277 transformasi jabatan, 167 di antaranya adalah pejabat struktural lingkup Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian (Balitbangtan).

Pusat Penelitian dan Pengembangan Perkebunan (Puslitbang Perkebunan) sebagai salah satu Unit Kerja Balitbang Kementan bersama 4 (empat) Unit Pelaksana Teknis di bawahnya, terdapat 14 (empat belas) pejabat struktural eselon III dan IV yang dilantik. Adapun pejabat struktural lingkup Puslitbang Perkebunan yang turut dilantik yaitu, Kabag TU, Kabid KSPHP, Kabid PE, Kasubbag Kepegawaian dan Rumah Tangga, Kasubbid Program, Kasubbid Evaluasi, Kasubbid Kerja Sama, Kasubbid Pendayagunaan Hasil Penelitian, serta 3 (tiga) Kasie Jasa Penelitian dan 3 (tiga) Kasie Pelayanan Teknik dari UPT Lingkup Puslitbang Perkebunan.

Mentan Syahrul menekankan bahwa penyetaraan jabatan merupakan tindak lanjut dari arahan Presiden Joko Widodo agar ada penyederhanaan birokrasi lingkup instansi Pemerintah.

BERITA

PUSAT PENELITIAN DAN PENGEMBANGAN PERKEBUNAN

TRANSFORMASI JABATAN STRUKTURAL LINGKUP PUSLITBANG PERKEBUNAN MENJADI PEJABAT FUNGSIONAL

“Memangkas dua level dan diganti dengan jabatan fungsional yang menghargai keahlian dan kompetensi. Tujuannya untuk memangkas prosedur birokrasi yang panjang sehingga organisasi dan instansi bisa berjalan efektif dan efisien,” ujar Mentan.

Lebih lanjut Syahrul menjelaskan bahwa penyederhanaan birokrasi berdampak besar pada perubahan pola pikir dan budaya kerja, oleh karena itu Mentan berharap agar semua pihak dapat menjadikan ini kesempatan lompatan besar pada karir bukan sebagai penghambat.

“Jabatan fungsional tidak membuat kita lebih santai dan rileks dalam menjalankan tugas dan fungsi. Tugas kita adalah bagaimana lebih meringankan tugas negara, mempercepat pelayanan dan tidak membebani rakyat,” kata Mentan.

“Tingkatkan kapasitas, perbaiki komunikasi, konsolidasi internal, harus bersih dari korupsi dan makin cerdas”, tutupnya.

Kepala Puslitbang Perkebunan, Ir. Syafaruddin, Ph.D yang hadir

mendampingi pelantikan juga berharap agar transformasi jabatan ini mampu memberikan peningkatan pada kualitas kinerja dan pelayanan kepada masyarakat.

“Setelah dilakukan transformasi jabatan ini, saya berharap kepada seluruh pejabat yang dilantik dapat meningkatkan kualitas kerjanya dan mampu memberikan pelayanan terbaik bagi masyarakat khususnya terkait dengan tugas pokok Puslitbang Perkebunan sebagai lembaga penelitian”, Ujar Kapus.

“Tetap perkokoh tim kerja yang solid dengan selalu proaktif, responsif dan solutif terhadap berbagai permasalahan yang muncul dan selalu patuhi protokol yang ada termasuk protokol kesehatan”, tambahnya.

Selamat dan sukses untuk seluruh pejabat lingkup Kementerian Pertanian yang telah dilantik, semoga mampu mewujudkan pertaian yang Maju, Mandiri dan Modern.

Anjas PS/Tim

PEDOMAN BAGI PENULIS

Pengertian : Warta merupakan informasi teknologi, prospek komoditas yang dirangkum dari sejumlah hasil penelitian yang telah diterbitkan.

Bahasa : Warta memuat tulisan dalam Bahasa Indonesia.

Struktur : Naskah disusun dalam urutan : judul tulisan (15 kata), Ringkasan, pendahuluan, topik-topik yang dibahas, penutup dan saran, serta daftar pustaka maksimal 5 serta nama penulis dengan alamat instansinya.

Bentuk Naskah : Naskah diketik di kertas A4 pada satu permukaan saja, dua spasi huruf Times New Roman ukuran 12 pt dengan jarak 1,5 spasi. Tepi kiri kanan tulisan disediakan ruang kosong minimal 3,5 cm dari tepi kertas. Panjang naskah sebaiknya tidak melebihi 15 halaman termasuk tabel dan gambar.

Judul Naskah : Judul tulisan merupakan ungkapan yang menggambarkan fokus masalah yang dibahas dalam tulisan tersebut.

Pendahuluan : Berisi poin-poin penting dari isi naskah, suatu pengantar atau paparan tentang latar belakang topik, ruang lingkup bahasan dan tujuan tulisan. Jika diperlukan disajikan pengertian-pengertian dan cakupan bahasan.

Topik bahasan : Informasi tentang topik yang dibahas disusun dengan urutan logika secara sistematis.

Penutup dan Saran : Berisi inti sari pembahasan himbauan atau saran tergantung dari materi bahasan.