

RENCANA PENELITIAN TIM PENELITI

PENINGKATAN KUALITAS DAN MINIMALISASI KONTAMINASI LOGAM BERAT PADA BUAH MANGGIS DALAM MENDUKUNG BIOINDUSTRI



Dr. MARTIAS, MP

BALAI PENELITIAN TANAMAN BUAH TROPIKA

PUSAT PENELITIAN DAN PENGEMBANGAN HORTIKULTURA
BADAN PENELITIAN DAN PENGEMBANGAN PERTANIAN
KEMENTERIAN PERTANIAN

2015

LEMBAR PENGESAHAN

1. Judul RPTP : **Peningkatan kualitas dan minimalisasi kontaminasi logam berat pada buah manggis dalam mendukung bio industri**
2. Unit Kerja : Balai Penelitian Tanaman Buah Tropika
3. Alamat Unit Kerja : Jl. Raya Solok-Aripan km.8, Solok 27301, Sumatera Barat Indonesia
4. Sumber dana : DIPA Tahun 2015
5. Status penelitian (L/B) : Baru
6. Penanggungjawab Kegiatan :
 - a. Nama : Dr. Martias MP
 - b. Pangkat/Golongan : Penata TK.I/III d
 - c. Jabatan : Peneliti Muda
7. Lokasi Penelitian : Sumbar, Jabar, Bali, dan Jakarta
8. Agroekosistem : Dataran Rendah basah, medium kering
9. Tahun Mulai : 2015
10. Tahun Selesai : 2019
11. Output Tahunan :
 - a. Informasi status akumulasi logam berat di tanah, daun, dan buah manggis di beberapa sentra produksi manggis.
 - b. Formulasi pupuk Ca berbasis nano dan berkadar tinggi.
12. Output Akhir : Satu paket teknologi untuk meningkatkan kualitas dan meminimalikan kontaminasi logam berat pada buah manggis dalam mendukung bio industri.
13. Biaya : Rp. 195.000.000

Koordinator Program

Dr. Ir. Ellina Mansyah, MP
NIP.19630423 1991032001

Mengetahui,
Kepala Pusat Penelitian dan
Pengembangan Hortikultura,

Dr. Ir. M. Prama Yufdy, MSc
NIP.19591010 198603 1 002

Penanggung Jawab RPTP

Dr. Ir. Martias MP
NIP. 196411291991031002

Kepala Balai Penelitian
Tanaman Buah Tropika

Dr. Mizu Istianto, MP
NIP. 19661230 199303 1 001

RINGKASAN

1. Judul : Peningkatan kualitas dan minimalisasi logam berat pada buah manggis dalam mendukung bio industri
2. Unit pelaksana : Balai Penelitian Tanaman Buah Tropika Jl. Raya Solok – Aripan Km 8, PO Box 5, Solok-Sumatera Barat 27301
3. Lokasi : Sumatera Barat, Jawa Barat, Bali dan Jakarta
4. Zona agroekologi : Dataran rendah tropis iklim basah
5. Status: a. Baru : Baru
b. Lanjutan :
(tahun)
6. Tujuan
a. Jangka pendek (2015) :
 1. Mendapatkan informasi status akumulasi logam berat di tanah, daun dan buah manggis pada beberapa sentra produksi.
 2. Mendapatkan formulasi pupuk Ca berbasis nano dan berkadar tinggi.
b. Jangka panjang (2019) : Mendapatkan paket teknologi untuk meningkatkan kualitas dan meminimalkan logam berat pada buah manggis dalam mendukung bio industri.
7. Luaran yang diharapkan
a. Jangka pendek (2015) :
 - a. Informasi status akumulasi logam berat di tanah, daun, dan buah manggis di beberapa sentra produksi.
 - b. Satu formulasi pupuk Ca berbasis nano dan berkadar tinggi.
 - c. Satu draf karya tulis ilmiah
b. Jangka panjang (2019) : Paket teknologi untuk meningkatkan kualitas dan meminimalkan logam berat pada buah manggis dalam mendukung bio industri.
8. Hasil yang diharapkan
a. Potensi manfaat :
 - a. Informasi yang diperoleh dapat digunakan sebagai landasan penelitian untuk mengeliminasi dan meminimalkan

- kandungan logam berat di buah manggis.
- b. Penggunaan Ca lebih efektif dan efisien untuk meminimalkan cemaran getah kuning pada buah manggis.
- b. Potensi dampak
- : Meningkatnya kualitas dan minimalnya akumulasi logam berat pada buah manggis yang berimplikasi terhadap harga jual dan peluang pasar manggis baik di dalam negeri maupun untuk ekspor meningkat. Pada gilirannya pendapatan petani dan devisa dari usaha tani manggis meningkat.
9. Deskripsi metodologi
- : **(1) Identifikasi Status Logam Berat di Beberapa Sentra Produksi Manggis**
- Penelitian akan dilakukan melalui metoda survey di beberapa sentra produksi manggis di Jawa Barat, Sumatera Barat, dan Bali. Penentuan lokasi tingkat kabupaten dan kecamatan berdasarkan data sekunder dari Diperta Propinsi, sedangkan tingkat desa berdasarkan informasi dari pedagang pengumpul. Setiap propinsi akan dipilih 2 Desa pada kecamatan yang berbeda, yaitu jumlah tanaman (luas arealnya) merupakan representatif dari luas manggis dari masing masing propinsi yang telah ditetapkan. Deteksi akumulasi logam berat (Pb, Cd, Hg) pada tanah, jaringan daun, daging buah, dan kulit buah dan kemungkinan efeknya terhadap kualitas buah dinalisis di laboratorium. Disamping itu juga dipelajari jenis tanaman atau gulma yang tumbuh di sekitar zona perakaran manggis yang berpotensi sebagai kandidat akumulator. Setiap desa akan ditentukan 10 tanaman sebagai sampel dan diambil sampel tanah dan daunnya di saat tanaman berbunga, serta buahnya di saat panen. Peubah yang diamati antara lain: (a) Bobot buah; (b) Bobot basah kulit buah; (c) Bobot basah aril dan biji; (d) Diameter buah; (e) Kadar logam berat (Cd, Pb, Hg) tanah, daun, daging buah, dan kulit buah (pericarp); (f) Jenis

tanaman atau gulma yang tumbuh di sekitar perakaran manggis.

Data yang diperoleh dianalisis dengan *One Way ANOVA*, apabila didapatkan perbedaan yang nyata dari nilai parameter antar lokasi dilanjutkan dengan uji DMRT (*Duncan News Multiple Range Test*) pada taraf nyata 5%. Analisis regresi dan korelasi untuk mengetahui hubungan parameter kadar logam berat di jaringan tanaman (daun, kulit buah, dan

daging buah) dengan kadar logam berat di tanah.

(2) Formulasi Pupuk Kalsium Berbasis Nano Berkadar tinggi

Kegiatan ini dilaksanakan di laboratorium untuk memformulasikan pupuk Ca berbasis nano, berkadar tinggi. Formulasi dilakukan terhadap bahan baku pupuk Ca yaitu dolomite yang dibuat dalam tiga ukuran yaitu mikro, submicron dan nano. Ketiga formula dolomite tersebut diuji kualitasnya di laboratorium, dilanjutkan dengan pengujian kelarutan dan ketersediaanya dengan metoda inkubasi di rumah kaca. Parameter kualitas pupuk Ca yang diamati adalah kandungan total dan tersedia Ca dan Mg, ukuran partikel dan luas permukaan partikel. Sedangkan parameter pengamatan perlakuan inkubasi adalah kandungan total dan tersedia unsur Ca dan Mg, kemampuan menetralsir Al dan Fe dan analisis rutin kimia tanah seperti pH, kandungan kation, Al dan H, KTK dan kejenuhan basa.

- 10. Jangka waktu : 5 tahun (2015-2019)
- 11. Anggaran/tahun : Rp.195.000.000,-/2015

SUMMARY

1. Title : Improving the quality and minimalization of heavy metals in the mangosteen fruit to support the bio industry
2. Implementation Unit : Indonesian Tropical Fruit Research Institute
Solok – Aripan Km 8, PO Box 5,
Solok-Sumatera Barat 27301
3. Location : West Suamtera, West Java, Bali and Jakarta
4. Agroecological Zone : Wet tropical low land
5. Status
 - a. New : New
 - b. Continue (Year) :
6. Objectives
 - a. Short end of the project (2015) :
 - a. To obtain the status information of heavy metal accumulation on soil, leaf and fruit of mangosteen in production center.
 - b. To Formulate high concentration of calcium fertilizer based on nano technology.
 - b. Long end of the project (2015) : To obtain a package of technology to improve the quality and minimizing the heavy metals contet to support the bio industry
7. Expected output
 - a. Short end of the project (2014) :
 - a. Information status of heavy metal accumulation on soil, leaf, and fruit mangosteen in production centers
 - b. The Formulation of high concentration of calcium fertilizer based on nano technology.
 - c. Manuscripts
 - b. Long end of the project (2014) : Package of technology to improve the quality and minimizing the heavy metal contet to support bio industry
8. Expected result
 - a. Potential benefit : The data from this study can be used as standard to minimize the heavy metal accumulation and to compose package technology to increase the fruit quality bases on leaf analysis
 - b. Potential impact : The fruit which contaminated by heavy metal can be minimized and the fruit quality can be increased base on leaf analysis

9. Description methodology of : **(1) Identification of Heavy Metals Status at mangosteen production center**

The study will be conducted through survey methode in several mangosteen production centers in West Java, West Sumatra, and Bali. Te locations of district and subdistrict level are determined based on secondary data from Province Agriculture Departmen (DIPERTA), while the determination village level based on trader information for each provinces 2 Village at different districts will be selected the number of plants (broad area) represent the mangosteen broad area for each province that has been set up. The detection of heavy metals accumulation (Pb, Cd, Ni) the soil, leaf tissue, flesh, fruit peel, and the possibility of its effect on fruit quality will be analyzed in laboratory. Besides that, it is also impotant to be study species of plants or weeds that grow around the mangosteen root zone as a potential candidate for accumulator. For each village 10 plants will be determined as sample soil and leaves samples will be collect when the plants on the flowering stage, and fruit at harvesting stage.

Variables that will be measured include: (a) fruit weight; (b) fresh weigh of the fruit peel; (c) The fresh weight of aril and seeds; (d) The transverse and longitudinal diameter of fruit; (e) Heavy metal content (Cd, Pb, Ni) on leaves, fruit flesh, and peel; (f) type of plants or weeds that grow around the mangosteen root.

Data were analyzed by used One Way ANOVA, if found significant, the differences of parameter value between the locations will be followed by DMRT (Duncan's News Multiple Range Test) at the 5% significance level. Regression and correlation analysis will be applies to determine the relationship of parameters of heavy metal content in plant tissues (leaves, fruit peel, and flesh) with heavy metal content in soil.

(2) The Formulation of Nano-sized and High Calcium to Improve The Mangosteen Quality

This work will be conducted in the laboratory to formulate high concentrated Ca fertilizer based

on nano technology. We will use dolomite as a cheap and accessible Ca source for mangosteen. The three Ca fertilizer formulation based on particle size consist of micro, submicron and nano size. Each formulation will be optimized by reducing other element included in the dolomite and increased Ca concentration in dolomite. Each formula will be tested for its characteristics and quality in laboratorium, also evaluate its availability on soil trough incubation method. The testing paratemer in laboratorium include total Ca, particle size and surface area. During incubation period, we will observe the total and available of Ca, the ability to neutralize Fe and also Al, and routine chemical analyses for soil including pH, exchangeable cation, exchangeable Al and H, CEC and base saturation.

- 10. Duration : 5 years
- 11. Budget /Fiscal Year : 195.000.000,-/2015

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Potensi pasar manggis cenderung mengalami peningkatan, baik untuk ekspor maupun di pasar domestik. Tahun 2007, ekspor manggis Indonesia hanya 9,063 ton dan meningkat menjadi 12,603 ton di tahun 2011. Peluang pasar yang cukup besar tersebut belum sepenuhnya dapat dipenuhi oleh produksi manggis nasional. Dari sekitar 117,595 ton produksi manggis, hanya 12,63 ton yang dapat diekspor atau sekitar 10,71 % dari total produksi manggis nasional di tahun 2011 (Statistik Pertanian, 2012).

Kebutuhan manggis domestik juga mengalami peningkatan sejalan dengan meningkatnya jumlah penduduk, pendapatan, kesejahteraan dan kesadaran masyarakat untuk hidup sehat. Konsumsi manggis di dalam negeri yang meningkat telah mendorong impor manggis. Tahun 2007 impor manggis hanya 14 ton dan meningkat menjadi 20 ton pada tahun 2011 (Statistik, 2012). Hal ini menunjukkan bahwa kualitas manggis nasional juga belum sepenuhnya dapat memenuhi kebutuhan konsumen domestik.

Manggis tidak hanya dikonsumsi dalam bentuk segar tetapi dapat diolah untuk berbagai produk minuman dan makanan. Kulit manggis juga telah banyak diteliti dan sangat prospektif untuk bioindustri karena mengandung berbagai metabolik sekunder, terutama kaya akan sumber senyawa fenolik seperti santon, tannin dan anthocyanin (Fu, Loo, Chia, & Huang, 2007; Jung, Su, Keller, Mehta, & Kinghorn, 2006; Mahabusarakam *et al.*, 1987). Dari beberapa senyawa ini hanya santone yang telah diteliti secara ekstensif (Ji, Avula, & Khan, 2007; Jung *et al.*, 2006). Namun pemanfaatan antosianin belum begitu banyak karena informasi kandungannya di dalam kulit manggis masih terbatas.

Penelitian untuk meningkatkan kualitas dan produksi manggis telah dilakukan di beberapa sentra produksi manggis. Mansyah *et al.* (2003) melaporkan bahwa getah kuning pada kulit buah berkorelasi positif dengan suhu, hari hujan, dan curah hujan. Pemberian air secara kontinyu mampu menurunkan getah kuning aril buah manggis sebesar 23.05 % dibandingkan tanpa pemberian air (Anwarudinsyah *et al.* 2010). Kalsium dan Boron di jaringan kulit buah dan daun juga menunjukkan pengaruh secara langsung terhadap cecair getah kuning pada buah manggis (Martias *et al.* 2012; Poerwanto *et al.* 2011). Dari

hasil penelitian Affandi dan Emilda (2009), menunjukkan bahwa persentase buah burik dapat dikurangi dengan pemasangan perangkap YST (*Yellow Sticky Trap*) dan mulsa jerami. Sedangkan aplikasi irigasi tetes yang dikombinasikan dengan pupuk N, P, K, Ca, Mg, dan pemasangan perangkap YST dapat meningkatkan kualitas buah manggis sampai 67% (Affandi *et al.* 2010).

Teknologi budidaya manggis yang telah dihasilkan masih perlu perbaikan, penyempurnaan, validasi, dan pengujian pada sentra produksi seiring dengan preferensi dan kebutuhan konsumen. Tuntutan kosumen yang paling aktual adalah buah manggis harus bebas atau minimal dari akumulasi logam berat cadmium (Cd). Republik Rakyat Tiongkok menetapkan ambang batas kadar kandungan Cd minimum pada buah manggis sebesar 0,05 ppm. Kontaminasi logam berat merupakan tantangan setelah adanya penolakan ekspor manggis oleh Republik Rakyat Tiongkok (RRT) (Anonim, 2013). Hasil analisis tanah, daun, dan buah manggis di dua lokasi sentra produksi manggis terindikasi adanya kontaminasi cadmium (Cd) di atas 0,3 ppm (Martias *et al.* 2013). Logam berat Pb dan Cd dapat ditolerir oleh ekosistem pada konsentrasi rendah tetapi berbahaya pada konsentrasi yang lebih tinggi (Alloway dan Ayres, 1993). Konsentrasi logam berat yang tinggi dalam tanah pertanian mempengaruhi produksi dan kualitas hasil. Logam berat juga berpengaruh negatif terhadap pertumbuhan, morfologi, dan metabolisme mikroorganisme dalam tanah (Giller *et al.* 1998). Akumulasi logam berat yang tinggi tidak hanya berdampak negatif terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman, mikroorganisme tanah tetapi juga berbahaya bagi kesehatan manusia. Kemungkinan kontaminasi logam berat pada buah manggis perlu diantisipasi sejak dini, disamping untuk memenuhi standar ekspor juga sudah saatnya memberikan produk buah manggis yang aman bagi konsumen domestik.

Nikel sering ditemukan dalam kombinasi dengan unsur lainnya, seperti sulfur, besi dan arsenik. Dengan demikian, nikel secara luas terdapat di tanah, meteorities dan dipancarkan dari gunung berapi (Coogan et al., 1989). Toksisitas nikel tergantung pada rute paparan, seperti mulut dan kulit. Penelitian sebelumnya telah menunjukkan bahwa jangka panjang, ginjal adalah organ utama akumulasi nikel. Akumulasi nikel dengan organ yang berbeda dari besar ke kecil adalah ginjal, paru-paru, hati dan heart (Dieter, 1988; Das et al., 2008). Toksisitas nikel telah dilaporkan pada banyak sistem, yang dinyatakan sebagai

penyakit termasuk pneumonitis, rhinitis, sinusitis, dermatitis, rongga hidung dan kanker paru-paru.

Analisis status logam berat di tanah, daun, dan buah perlu dilakukan sebagai landasan untuk mengeliminasi akumulasinya. Pemetaan sentra produksi manggis yang berpotensi terkontaminasi logam berat juga perlu dilakukan sebagai acuan untuk skala prioritas pengendalian logam berat. Karakterisasi dan identifikasi tumbuhan yang tumbuh di sekitar zona perakaran manggis dan penggunaan amelioran adalah kegiatan yang perlu dilakukan pada tahapan selanjutnya untuk mendapat akumulator yang berpotensi untuk mengeliminasi atau meminimalkan akumulasi logam berat di beberapa sentra produksi manggis.

Kualitas buah, terutama cemaran getah kuning merupakan kendala kualitas manggis yang belum sepenuhnya dapat dieliminasi dengan teknologi yang telah dihasilkan. Permasalahannya adalah tingginya variasi kondisi agroklimat di beberapa sentra produksi manggis, sehingga status Ca dan B di tanah dan tanaman sangat bervariasi. Status Ca dan B yang bervariasi antara lokasi berimplikasi terhadap rendahnya efektifitas penggunaan Ca dan B yang didasarkan pada dosis anjuran. Penggunaan Ca dan B yang berlebihan berpotensi menyebabkan toksisitas dan akan menimbulkan polusi lingkungan. Pemberian Ca dan B yang berlebihan juga akan berdampak terhadap ketidakseimbangan ketersediaan hara dan akan mengganggu penyerapan hara lainnya. Ketersediaan B yang berlebih juga akan berakibat merusak dinding sel dan juga mendorong terjadinya cemaran getah kuning pada buah.

Deteksi cepat status Ca dan B berdasarkan analisis daun sangat diperlukan sebagai indikator untuk mengetahui kekurangan atau kelebihan Ca dan B dalam kaitannya dengan cemaran getah kuning. Hasil analisis daun menjadi dasar untuk menentukan rekomendasi pemberian Ca dan B yang rasional.

Aplikasi dolomite sebagai sumber Ca saat ini sekitar 10-20 kg/tanaman, untuk luasan satu hektar maka diperlukan sejumlah 1 ton hingga 2 ton dolomit. aplikasi dolomite dalam jumlah besar ini cukup menyulitkan petani dalam prakteknya. Untuk itu perlu optimasi dolomite menjadi bahan pupuk Ca berbasis nano dengan konsentrasi tinggi sangat dibutuhkan. Teknologi nano telah digunakan untuk merekayasa bahan atau formula yang bertujuan meningkatkan efisiensi penyerapan unsur hara atau metabolisme tanaman yang pada akhirnya

meningkatkan produksi tanaman. Teknologi nano adalah salah satu alternatif yang dapat menjawab permasalahan inefisiensi pemupukan, diantaranya karena ukurannya dalam skala nano diindikasikan meningkatkan penyerapan hara melalui mulut daun atau dengan cara *slow release* unsur hara pupuk pada formula bahan pupuk yang diberikan melalui tanah. Pupuk berukuran nano dapat dimicro-encapsulasi sehingga dapat diaplikasikan di sekitar perakaran tanaman dan dapat menyediakan unsur hara secara perlahan-lahan dan tepat sasaran dan sesuai kebutuhan tanaman.

Teknologi nano dapat didefinisikan sebagai sebuah ilmu yang berhubungan dengan benda-benda kurang dari 100 nm, sehingga memiliki sifat yang berbeda dari bahan asalnya dan memiliki kemampuan untuk mengontrol atau memanipulasi dalam skala atom. Dalam bidang pertanian, teknologi nano bermanfaat dalam banyak hal antara lain; meningkatkan efisiensi penggunaan pupuk, pestisida dan bahan amelioran lainnya. Pada dasarnya, prinsip penerapan teknologi nano ini adalah untuk memaksimalkan output (produktivitas tanaman) dengan meminimalisasi input (pupuk, pestisida, insektisida, dan lain-lain), sehingga teknologi nano mampu mengefisienkan penggunaan pupuk, menurunkan penggunaan pestisida dan menghasilkan produk-produk industri bio-nano.

Analisis daun adalah strategi yang prospektif sebagai acuan untuk menyusun paket teknologi pengendalian logam berat dan cemaran getah kuning ramah lingkungan. Analisis daun juga akan menjadi acuan untuk meningkatkan efektifitas pengendalian logam berat dan cemaran getah kuning dengan meminimalkan dampak yang ditimbulkannya terhadap lingkungan.

1.2 Dasar Pertimbangan

Peluang pasar manggis baik untuk ekspor maupun kebutuhan konsumen domestik sangat luas. Hal ini diindikasikan oleh makin meningkatnya ekspor manggis dan adanya peningkatan impor manggis lima tahun terakhir. Upaya untuk meningkatkan kualitas manggis telah dilakukan baik oleh petani maupun pemerintah, melalui penerapan GAP (penerapan teknologi yang baik). Namun belum mampu meningkatkan kualitas buah secara signifikan dan sebagian besar produksi manggis nasional relatif sedikit yang dapat diekspor.

Persyaratan untuk ekspor manggis belakangan ini tidak hanya terbatas pada kualitas buah tetapi juga harus bebas atau minimal dari kontaminasi logam

berat. Republik Rakyat Tiongkok (RRT) telah menetapkan ambang batas logam berat (Cd) untuk manggis, yaitu 0,05 ppm. Tahun 2010 dan 2011 negara importir ini untuk sementara waktu menghentikan impor manggis Indonesia karena adanya indikasi kontaminasi Cd (Kedutaan Besar RRI, 2011). Untuk mengeliminasi atau meminimalkan kontaminasi logam berat hingga ambang batas yang diperbolehkan dan aman bagi konsumen domestik dan luar negeri perlu dilakukan penelitian. Status akumulasi logam berat pada beberapa sentra produksi menjadi landasan penting dalam menyusun strategi meminimalisasi logam berat pada buah manggis di beberapa sentra produksi potensial.

Upaya untuk meningkatkan kualitas manggis masih perlu dilakukan karena sangat rendahnya volume produksi manggis yang dapat diekspor. Dari total produksi yang dihasilkan hanya sebagian kecil (10.71 %) yang dapat diekspor. Impor manggis yang cenderung meningkat juga merupakan indikasi bahwa kualitas manggis nasional belum sepenuhnya memenuhi selera konsumen domestik. Cemaran getah kuning masih merupakan kendala utama dalam perbaikan kualitas manggis dan variasinya sangat besar untuk beberapa sentra produksi. Cemaran getah kuning di beberapa sentra produksi manggis Jawa Barat, Lampung dan Sumatera Barat berkisar antara 4 - 70 % (Martias, 2012). Teknologi untuk mengeliminasi cemaran getah kuning melalui pemberian Ca dan B belum memberikan hasil maksimal karena bervariasi status Ca dan B tanah dan tanaman manggis pada agroklimat yang berbeda. Analisis status Ca dan B daun sangat diperlukan untuk mendeteksi kekurangan atau kelebihan hara ini sebagai landasan untuk memperbaiki paket teknologi pengendalian cemaran getah kuning.

Analisis status hara juga berperan penting untuk menyempurnakan paket teknologi yang berkaitan dengan kualitas buah lainnya, seperti daya simpan buah, kesegaran kelopak dan ukuran buah.

Unsur hara umumnya diberikan dalam ukuran mikrometer sehingga hasilnya belum efisien, oleh karena itu perlu ditemukan teknologi sintesa dari mikro menjadi submikro hingga nanometer.

1.3. Tujuan

a. Tujuan Jangka Pendek

- Menapatkan informasi status akumulasi logam berat di tanah, daun, dan buah pada beberapa sentra produksi manggis
- Mendapatkan formulasi pupuk kalsium berbasis nano dan berkadar tinggi

b. Tujuan Jangka Panjang

Mendapatkan paket teknologi untuk meningkatkan kualitas dan meminimalkan logam berat pada buah manggis dalam mendukung bio industri.

1.4. Keluaran Yang diharapkan

a. Luaran jangka pendek

- 1) Informasi status akumulasi logam berat di tanah, daun, dan buah pada beberapa sentra produksi manggis
- 2) Satu formulasi pupuk kalsium berbasis nano dan berkadar tinggi
- 3) Satu draf karya tulis ilmiah

b. Luaran jangka panjang

Paket teknologi untuk meningkatkan kualitas dan meminimalkan logam berat pada buah manggis dalam mendukung bio industri.

1.5. Perkiraan Manfaat dan Dampak Manfaat

- c. Informasi yang diperoleh dapat digunakan sebagai landasan penelitian untuk mengeliminasi dan meminimalkan kandungan logam berat di buah manggis.
- d. Penggunaan Ca lebih efektif dan efisien untuk meminimalkan cemaran getah kuning pada buah manggis

Dampak

Meningkatnya kualitas dan minimalnya akumulasi logam berat pada buah manggis yang berimplikasi terhadap harga jual dan peluang pasar manggis baik di dalam negeri maupun untuk ekspor meningkat. Pada gilirannya pendapatan petani dan devisa dari usaha tani manggis meningkat.

II. TINJAUAN PUSTAKA

a. Kerangka teoritis

Kualitas buah manggis Indonesia rata-rata masih rendah dan relatif sedikit sekali yang dapat memenuhi kualitas ekspor. Dari total produksi yang dihasilkan (10,27 ton), hanya sekitar 10,70 % yang diterima di pasar Internasional. Impor Indonesia untuk memenuhi kebutuhan manggis domestik juga cenderung meningkat, yang mengindikasikan bahwa sebagian besar manggis nasional belum memenuhi selera konsumen dalam negeri. Akhir-akhir ini tuntutan terhadap keamanan pangan juga semakin gencar dan termasuk manggis harus bebas atau minimal dari akumulasi logam berat.

Kualitas manggis yang rendah sangat ditentukan oleh lingkungan dan praktek budidaya yang diterapkan. Salah satu faktor lingkungan yang sangat menentukan dan berpeluang besar untuk dikendalikan adalah status hara. Status hara berperan penting dalam mendukung proses fisiologis tanaman dan banyak bukti menunjukkan bahwa status hara tanaman memainkan peranan kritis dalam meningkatkan ketahanan tanaman terhadap stres faktor lingkungan (Marschener 1995). Di antara hara tersebut ada yang berperan secara individual atau bersinergi dengan hara lainnya dalam meningkatkan ketahanan tanaman terhadap cekaman lingkungan.

Cemaran getah kuning pada buah manggis adalah salah satu kendala yang utama sebagai penyebab rendahnya kualitas manggis dan hingga saat sekarang belum maksimal dapat dikendalikan. Cemaran getah kuning merupakan kelainan fisiologis dan salah satu bentuk dari fenomena stres kekurangan hara. Beberapa hasil penelitian melaporkan bahwa cemaran getah kuning berkaitan dengan kekurangan unsur hara Ca (Dorly et al, 2010; Martias et al., 2012). Defisiensi Ca hingga tingkat tertentu menjadi masalah pada tanah masam. Buah-buahan dan sayuran yang mengalami gangguan fisiologis akibat defisiensi Ca, kualitasnya menjadi rendah (Bangerth 1979). Defisiensi Ca pada leci cenderung menyebabkan pecah buah (Huang *et al.* 2005). Unsur hara B adalah unsur hara yang berkontribusi terhadap cemaran getah kuning di samping Ca. Boron mempunyai fungsi hampir sama dengan Ca dan merupakan bagian dari komponen struktural sel dan berperan meningkatkan stabilitas dan ketegaran

struktur dinding sel, mendukung bentuk, kekuatan sel tanaman (Hu dan Brown 1994; Marschner 1995 O'Neill *et al.* 2004).

Dari beberapa hasil penelitian dilaporkan cemaran getah kuning dapat diminimalkan dengan pemberian Ca dan B. Penggunaan Ca dalam bentuk dolomit melalui tanah berpengaruh menurunkan skor getah kuning pada kulit buah (Dorly, 2009), sedangkan penyemprotan CaCl_2 melalui buah berpengaruh menurunkan skor getah kuning yang mencemari daging buah (Dorly *et al.* 2011). Pechkeo *et al.* (2007) juga melaporkan bahwa penyemprotan 10 % CaCl_2 dapat meningkatkan persentase buah normal, sedangkan buah manggis bergetah kuning dan translusen menurun. Meskipun telah banyak hasil penelitian yang membuktikan peranan Ca dan B dalam mengurangi cemaran getah kuning, namun pada prakteknya di tingkat petani belum memberikan hasil yang signifikan. Efektifitas pemberian Ca dan B masih rendah sehingga kualitas manggis belum meningkat sebagaimana yang diharapkan.

Pemberian Ca dan B selama ini didasarkan pada dosis yang bersifat umum dan semua manggis yang mengalami cemaran getah kuning dianggap kekurangan Ca dan B. Pada hal penyerapan Ca dan B sangat dipengaruhi oleh ketersediaan hara lainnya. Kelebihan B bahkan dapat memicu terjadinya cemaran getah kuning (Martias, 2012). Pemberian Ca dan B berdasarkan dosis anjuran yang bersifat umum tidaklah efektif tanpa mempertimbangkan status hara Ca dan B serta interaksinya dengan unsur hara lainnya. Perbedaan agroklimat sangat mempengaruhi penyerapan Ca dan B sehingga pemberian Ca dan B yang didasarkan pada dosis bersifat umum tidak efektif menurunkan cemaran getah kuning.

Status hara daun yang didukung oleh status hara tanah sangat penting sebagai acuan untuk meminimalkan cemaran getah kuning pada buah manggis. Status hara pada hakikatnya merupakan presentasi dari ketersediaan hara dan jumlah hara yang dapat dimanfaatkan serta diakumulasi di jaringan tanaman. Analisis jaringan tanaman lebih praktis dilakukan untuk mengetahui status hara pada tanaman manggis dari pada cara lain. Status hara pada jaringan tanaman juga merupakan gambaran status hara dalam tanah. Hal ini didasarkan pada prinsip bahwa konsentrasi suatu unsur hara di dalam tanaman merupakan hasil interaksi dari semua faktor yang mempengaruhi penyerapan unsur tersebut dari dalam tanah. Daun juga merupakan salah satu tempat penyimpanan karbohidrat

dan mineral. Hara yang ada pada daun tidak hanya berperan dalam fotosintesis tetapi juga menggambarkan status hara aktual dalam tanaman. Selain itu daun adalah jaringan yang selalu banyak tersedia untuk dianalisis (Mooney 1992).

Analisis daun telah digunakan sebagai petunjuk dalam mendiagnosis masalah hara dan sebagai dasar rekomendasi pemupukan pada tanaman buah-buahan di berbagai Negara (Smith 1962; Leece 1976; Shear dan Faust 1980). Menurut Idris (1996); Leiwakabessy dan Sutandi (2004) ada beberapa tujuan analisis jaringan daun antara lain: (1) Mendiagnosis atau memperkuat diagnosis gejala yang terlihat (2) mengidentifikasi gejala yang terselubung (3) mengetahui kekurangan hara sedini mungkin (4) sebagai alat bantu dalam menentukan rekomendasi pupuk. Sedangkan pada tanaman buah-buahan di Indonesia hal ini masih jarang dilakukan. Analisis daun digunakan sebagai pedoman dalam mendiagnosis status hara dan penyusunan rekomendasi pupuk, dengan cara uji korelasi, uji kalibrasi dan uji optimasi.

b. Hasil-hasil penelitian/pengkajian terkait

Penelitian dalam upaya untuk meningkatkan kualitas manggis telah dilakukan, baik oleh Balitbu Tropika maupun lembaga riset lain. Hasil yang telah dicapai dari berbagai lembaga penelitian ini menunjukkan hasil beragam namun implikasinya di tingkat petani belum signifikan meningkatkan kualitas buah manggis nasional.

Faktor lingkungan yang paling berpengaruh dalam menentukan getah kuning dalam buah adalah curah hujan, hari hujan, pH tanah dan kelembaban udara (RH). Getah kuning pada kulit buah berkorelasi positif dengan suhu, hari hujan, curah hujan. Pengaruh tak langsung hari hujan melalui curah hujan dan RH berkontribusi cukup besar dalam meningkatkan getah baik pada kulit buah maupun di dalam buah. Semakin tinggi curah hujan dan kelembaban udara semakin tinggi persentase getahnya. Efek pH tanah secara tidak langsung melalui kandungan Ca, K, dan Zn daun dapat menekan timbulnya getah di dalam buah (Mansyah, 2003). Unsur hara Ca dan Mg (magnesium) tanah merupakan variabel yang paling menentukan keluarnya getah kuning di dalam buah manggis (Mansyah *et al.* 2010). Unsur hara tersedia tanah yang berpengaruh langsung terhadap persentase buah arilnya bergetah kuning, persentase juring bergetah

dan persentase buah kulitnya bergetah kuning adalah Ca dan Mn. Kalsium dan B di jaringan kulit buah dan daun juga menunjukkan pengaruh secara langsung terhadap cecair getah kuning pada buah (Martias *et al.* 2012; Poerwanto *et al.* 2011). Kalsium adalah suatu unsur yang berkaitan dengan kerusakan fisiologi pada beberapa jenis buah-buahan (Shear 1975; Harker dan Venis 1991). Kandungan kalsium yang rendah dalam sel-sel pericarp berkaitan dengan pecahnya buah pada tanaman lychee (Huang *et al.* 2005).

Penggunaan Ca dalam bentuk dolomit melalui tanah berpengaruh menurunkan skor getah kuning pada kulit buah (Dorly, 2009), sedangkan penyemprotan CaCl_2 melalui buah berpengaruh menurunkan skor getah kuning yang mencemari daging buah (Dorly *et al.* 2011). Pechkeo *et al.* (2007) juga melaporkan bahwa penyemprotan 10 % CaCl_2 dapat meningkatkan persentase buah normal, sedangkan buah manggis bergetah kuning dan daging buah bening (*translucent*) mengalami penurunan. Ray *et al.* (2011) menyatakan bahwa penambahan hara kalsium dalam bentuk gypsum pada tanaman manggis dapat meningkatkan persentase buah bebas getah kuning. Penyemprotan kalsium (CaCl_2) ke buah sejak dua minggu setelah antesis diketahui juga dapat mengurangi buah bergetah pada tanaman manggis (Dorly *et al.* 2009). Ray *et al.* (2011) menyatakan bahwa penambahan hara kalsium dalam bentuk gypsum pada tanaman manggis dapat meningkatkan persentase buah bebas getah kuning.

Dari hasil penelitian Affandi dan Emilda (2009), menunjukkan bahwa persentase buah burik dapat dikurangi dengan pemasangan perangkap YST (*Yellow Sticky Trap*) dan mulsa jerami. Sedangkan aplikasi irigasi tetes yang dikombinasikan dengan pupuk N, P, K, Ca, Mg, dan pemasangan perangkap YST dapat meningkatkan kualitas buah manggis sampai 67% (Affandi *et al.* 2010). Dari hasil penelitian Sumargono *et al.* (2011), menunjukkan bahwa pemberian Ca baik melalui tanah maupun penyemprotan dapat meningkatkan kadar Ca pada daun dan buah, dan dampaknya dapat menekan munculnya getah kuning sebesar 9 %. Demikian juga pemberian Kalium dan kalsium pada manggis berkorelasi secara negatif dengan keluarnya getah kuning pada buah (Sumargono *et al.* 2012).

Anwarudinsyah *et al.* (2010) melaporkan bahwa pemberian air secara kontinyu mampu menurunkan getah kuning aril buah manggis sebesar 23.05 %

dibandingkan tanpa pemberian air. Aplikasi irigasi secara tetes yang dikombinasikan dengan pembersihan gulma di bawah tajuk tanaman serta pemberian pupuk N, P, K, Ca, Mg termasuk pemasangan alat perangkap hama penyebab burik *yellow fluorescent sticky trap* mampu meningkatkan kualitas buah layak ekspor sampai 67 persen (Affandi *et al.* 2011).

Boron adalah unsur hara yang diduga berkontribusi terhadap cemaran getah kuning di samping Ca. Boron mempunyai fungsi hampir sama dengan Ca dan diduga berpengaruh terhadap cemaran getah kuning buah manggis. Unsur hara B merupakan bagian dari komponen struktural sel dan berperan meningkatkan stabilitas dan ketegaran struktur dinding sel, mendukung bentuk, kekuatan sel tanaman (Hu dan Brown 1994; Marschner 1995 O'Neill *et al.* 2004). Unsur hara boron juga diperlukan dalam jumlah sedikit berkaitan dengan fungsinya untuk menstabilkan dan memperkuat dinding sel serta menjaga keberadaan hara Ca pada dinding sel (Ryden *et al.* 2003).

Kelebihan unsur hara B juga menyebabkan efek fisiologi yang negatif, antara lain penurunan khlorofil daun, penghambatan fotosintesis, menurunkan konduktifitas stomata (Lovvat dan Bates 1984), endapan lignin dan suberin (Ghanati *et al.* 2002), peroksida lipid dan merubah jalur aktivitas antioksidan (Karabal *et al.* 2003; Keles *et al.* 2004). Kelebihan B mengganggu sintesis sel (Reid *et al.* 2004). Toksisitas B menginduksi oksidatif dan kerusakan pada daun barley (Karabal *et al.* 2003). Pada apel (*Malus domestica*) dan *grapefruit* (*Vitis vinifera*) telah dilaporkan bahwa toksitas B menginduksi kerusakan oksidatif oleh peroksida lipid dan akumulasi hidrogen peroksida (Molassiotis *et al.* 2006; Gunes *et al.* 2006).

Pemberian B yang tinggi meningkatkan level superoksida (SOD), peroksidase (POD) dan polifenol oksidase (PPO) dan menurunkan konsentrasi P, K, dan Ca yang signifikan pada daun tomat (Kaya *et al.* 2009). Sejumlah proses fisiologi telah terbukti diubah oleh toksitas B, meliputi gangguan pengembangan dinding sel, metabolik dengan mengikat gugus ribose ATP, NADH, dan NADPH, dan terhambatnya pembelahan dan pemanjangan sel (Reid *et al.* 2004). Selain itu, tanaman yang keracunan B mengalami peningkatan *malondialdehid* (MDA) dan hidrogen peroksida (H₂O₂), mengakibatkan stres oksidatif dan peroksida membran (Cervilla *et al.* 2009. Ardic *et al.* 2009).

Kualitas buah manggis yang telah banyak diteliti terkait dengan cemaran getah kuning pada daging dan kulit buah serta burik yang merusak permukaan kulit buah. Sementara kualitas lainnya, seperti ukuran buah, daya simpan buah dan ketuhan kelopak dalam hubungannya dengan status unsure hahara belum pernah diteliti. Pada hal parameter kualitas buah ini termasuk menentukan volume buah yang diekspor dan yang dapat diterima leh konsumen domestic.

Kontaminasi logam berat pada buah manggis juga sudah saatnya untuk diteliti karena makin meningkatnya tuntutan masyarakat terhadap keamanan pangan. Beberapa logam, seperti Fe, Mn, Zn dan Cu, adalah unsur yang penting untuk pertumbuhan tanaman. Namun pada konsentrasi yang tinggi, logam ini bersifat toksik. Logam lainnya yang tidak penting bagi pertumbuhan tanaman, antara lain Pb atau Cd, dapat ditolerir oleh ekosistem pada konsentrasi rendah tetapi berbahaya pada konsentrasi yang lebih tinggi (Marschener, 1995). Konsentrasi logam berat yang tinggi dalam tanah pertanian mempengaruhi produksi dan kualitas hasil. Logam berat juga berpengaruh negatif terhadap pertumbuhan, morfologi, dan metabolisme mikroorganisme dalam tanah (Giller *et al.* 1998). Akumulasi logam berat yang tinggi tidak hanya berdampak negatif terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman, mikroorganisme tanah tetapi juga berbahaya bagi kesehatan manusia. Dari hasil penelitian Martias (2013) juga menunjukkan bahwa pada konsentrasi Mn dan Cu yang tinggi di jaringan daun dan kulit buah manggis, persentase cemaran getah kuning pada daging buah manggis juga meningkat. Cemaran getah kuning yang meningkat diduga kuat akibat terjadinya kerusakan dinding sel saluran getah kuning sebagai efek negatif dari toksisitas konsentrasi Mn dan Cu yang tinggi di jaringan daun dan kulit buah.

Strategi untuk meningkatkan kualitas buah dan meminimalkan akumulasi logam berat pada buah manggis hendaknya dilakukan secara konprehensif, yaitu memperhatikan status unsur hara dan logam berat di tanah dan di jaringan tanaman. Status hara pada hakikatnya merupakan presentasi dari ketersediaan hara dan jumlah hara yang dapat dimanfaatkan dan diakumulasi di jaringan tanaman. Analisis jaringan tanaman lebih praktis dilakukan untuk mengetahui status hara pada tanaman manggis dari pada cara lain. Status hara pada jaringan tanaman juga merupakan gambaran status hara dalam tanah. Hal ini didasarkan pada prinsip bahwa konsentrasi suatu unsur hara di dalam tanaman

merupakan hasil interaksi dari semua faktor yang mempengaruhi penyerapan unsur tersebut dari dalam tanah.

Jaringan tanaman yang umumnya digunakan untuk analisis adalah daun. Hal ini karena daun merupakan tempat terjadinya proses fotosintesis dan metabolisme lainnya yang sangat aktif. Daun juga merupakan salah satu tempat penyimpanan karbohidrat dan mineral. Hara yang ada pada daun tidak hanya berperan dalam fotosintesis tetapi juga menggambarkan status hara aktual dalam tanaman. Selain itu daun adalah jaringan yang selalu banyak tersedia untuk dianalisis (Mooney 1992).

Analisis daun telah digunakan sebagai petunjuk dalam mendiagnosis masalah hara dan sebagai dasar rekomendasi pemupukan pada tanaman buah-buahan di berbagai Negara (Smith 1962; Leece 1976; Shear dan Faust 1980). Sedangkan pada tanaman buah-buahan di Indonesia hal ini masih jarang dilakukan. Menurut Idris (1996); Leiwakabessy dan Sutandi (2004) ada beberapa tujuan analisis jaringan daun antara lain: (1) Mendiagnosis atau memperkuat diagnosis gejala yang terlihat (2) mengidentifikasi gejala yang terselubung (3) mengetahui kekurangan hara sedini mungkin (4) sebagai alat bantu dalam menentukan rekomendasi pupuk.

Analisis daun digunakan sebagai pedoman dalam mendiagnosis status hara dan penyusunan rekomendasi pupuk, dengan cara uji korelasi, uji kalibrasi dan uji optimasi. Filosofi terakhir adalah level kecukupan hara (*Sufficiency level approach*). Filosofi ini didasarkan pada uji kalibrasi antar analisis tanah dengan hasil tanaman. Penambahan pupuk berdasarkan kebutuhan tanaman, diluar kemampuan tanah untuk menyediakannya. Filosofi ini cukup menjanjikan karena hanya diperlukan sedikit usaha untuk menjaga hara tanah diatas level kecukupan. Filosofi *nutrient sufficiency level* dianggap paling berhasil digunakan untuk memprediksi rekomendasi pupuk. Pendekatan filosofi ini adalah pemberian pupuk merupakan tambahan hara ke dalam tanah bila tanah tidak mamp menyediakannya bagi tanaman untuk tumbuh dan berproduksi secara maksimum. Pendekatan ini dapat menghindari pemborosan dan pencemaran lingkungan.

III. METODOLOGI

3.1. Identifikasi Status Logam Berat di Beberapa Sentra Produksi Manggis

3.1.1. Pendekatan

Akumulasi logam berat di buah manggis dapat bersumber dari bahan induk tanah, limbah industri dan rumah tangga, serta dari berbagai jenis pupuk yang digunakan dalam budidaya manggis. Identifikasi sumber logam berat di sentra produksi menjadi penting sebagai landasan untuk mengeliminasi atau meminimalkannya. Analisis tanah, daun, buah manggis, limbah yang ada di sekitar perakaran manggis, pupuk yang digunakan, serta gulma yang berpotensi sebagai akumulator menjadi landasan awal untuk mengeliminasi atau meminimalkan logam berat di buah manggis.

3.1.2. Ruang Lingkup Kegiatan

Ruang lingkup dari kegiatan penelitian ini meliputi penyusunan dan seminar proposal, pengumpulan data sekunder, survey lokasi ke sentra produksi yang telah ditentukan. Selanjutnya dilakukan penentuan tanaman sampel, pengambilan sampel daun dan tanah, pemeliharaan tanaman, pengambilan sampel buah, analisis laboratorium, dan penyusunan laporan.

3.1.3. Bahan dan Metode Pelaksanaan Kegiatan

3.1.3.1. Bahan

Bahan yang digunakan dalam penelitian meliputi: tanaman dan buah manggis, bahan kimia untuk analisis ketersediaan hara tanah, bahan penunjang di lapangan dan di laboratorium. Peralatan yang digunakan antara lain: GPS, refraktometer, bor tanah, jangka sorong, pH meter, dan AAS.

3.1.3.2. Waktu dan Tempat

Penelitian akan dilaksanakan dari bulan Januari hingga Desember 2015 di laboratorium Balai Penelitian Tanaman Buah Tropika, Balai Besar Pascapanen, Balai Penelitian Tanah, dan pada enam sentra produksi manggis di Jawa Barat, Sumatera Barat dan Bali.

3.1.3.3. Metoda Pelaksanaan

Penelitian akan dilakukan melalui metoda survey di beberapa sentra produksi manggis dan penentuan lokasi tingkat kabupaten dan kecamatan berdasarkan data sekunder dari Diperta Propinsi, sedangkan tingkat desa berdasarkan informasi dari pedagang pengumpul. Setiap propinsi akan dipilih 2 Desa pada kecamatan yang berbeda, yaitu desa atau kecamatan yang jumlah tanaman (luas arealnya) mempresentasikan dari luas manggis dari masing masing propinsi yang telah ditetapkan. Deteksi akumulasi logam berat (Pb, Cd, Ni) pada tanah, jaringan daun, daging buah, dan kulit buah dan kemungkinan efeknya terhadap kualitas buah dianalisis di laboratorium. Disamping itu juga dipelajari jenis tanaman atau gulma yang tumbuh di sekitar zona perakaran manggis yang berpotensi sebagai kandidat akumulator.

Setiap desa akan ditentukan 10 tanaman sebagai sampel dan diambil sampel tanah dan daunnya di saat tanaman berbunga, serta buahnya di saat panen. Pengamatan terhadap buah dilakukan setelah buah mengalami masak fisiologis, yaitu semenjak 25 % dari total buah sudah layak dipanen. Buah yang diambil sebagai sampel adalah buah yang berada pada pertengahan tajuk bagian luar secara horizontal di empat arah mata angin. Setiap tanaman diambil sebanyak 50 sampel buah atau 500 buah untuk setiap lokasi, sehingga jumlah buah yang diamati untuk semua lokasi mencapai 3000 buah. Daun yang diambil untuk analisa kadar hara daun adalah daun terminal pada pertengahan tajuk bagian luar yang telah berkembang penuh di empat arah mata angin, yaitu 16 helai daun untuk setiap tanaman. Kulit buah (jaringan endokarp dan mesokarp) dianalisa kadar haranya pada saat pengamatan cecair getah kuning pada aril dan kulit buah.

Peubah yang diamati antara lain: (a) Bobot buah; (b) Bobot basah kulit buah; (c) Bobot basah aril dan biji; (d) Diameter transversal dan longitudinal buah; (e) Kadar logam berat (Cd, Pb, Ni) pada daun, daging buah, dan kulit buah (pericarp); (f) Jenis tanaman atau gulma yang tumbuh di sekitar perakaran manggis; (g) Karakter tanah (tekstur tanah, mineral tanah, karbon organik, KTK); dan (h) kandungan antosianin pada buah.

Pengamatan peubah bobot buah, bobot basah kulit buah, dan aril

Bobot basah buah, bobot basah kulit buah dan bobot basah aril (g) ditimbang dengan neraca analitik.

Pengamatan peubah diameter transversal dan longitudinal

Diameter transversal (cm) diukur dengan jangka sorong digital secara melintang pada bagian pertengahan buah. Diameter longitudinal pengukurannya secara membujur dari ujung sampai pangkal buah.

Pengamatan peubah tebal kulit buah

Tebal kulit buah (mm) diukur dengan jangka sorong digital pada kulit buah yang telah dipotong secara melintang.

Sampel daun yang diambil sebagai bahan untuk analisis kadar hara adalah daun terminal yang telah berkembang penuh pada awal pembungaan. Sampel tanah diambil di sekitar zona perkaratan sejajar dengan tajuk terluar pada empat arah mata angin. Sampel jaringan kulit, daging buah, dan biji diambil secara acak dari masing-masing pohon.

Penetapan unsur Cd, Pb, Ni

Unsur logam berat total dalam tanah dapat diekstrak dengan cara pengabuan basah menggunakan asam campuran pekat HNO₃ dan HClO₄. Kadar logam berat dalam ekstrak diukur menggunakan AAS.

Cara kerja

Timbang 1,000 g contoh ke dalam tabung digest, ditambahkan 1 ml asam perklorat p.a dan 5 ml asam nitrat p.a, didiamkan satu malam. Esoknya dipanaskan pada suhu 100 °C selama 1 jam 30 menit, suhu ditingkatkan menjadi 130 °C selama 1 jam, suhu ditingkatkan menjadi 150 °C selama 2 jam 30 menit (sampai uap kuning habis, bila masih ada uap kuning waktu pemanasan ditambah lagi), setelah uap kuning habis suhu ditingkatkan menjadi 170 °C selama 1 jam kemudian suhu ditingkatkan menjadi 200 °C selama 1 jam (terbentuk uap putih). Destruksi selesai dengan terbentuknya endapan putih atau sisa larutan jernih sekitar 1 ml. Ekstrak didinginkan kemudian diencerkan dengan air bebas ion menjadi 10 ml, lalu dikocok.

Pengukuran

Ekstrak jernih diukur dengan alat AAS menggunakan deret standar masing masing logam berat sebagai pembanding.

Perhitungan

Kadar logam berat (ppm) = ppm kurva x ml ekstrak 1.000 ml⁻¹ x 1000 g g

contoh

$$x \text{ fk} = \text{ppm kurva} \times 10/1.000 \times 1.000/1 \times \text{fk} = \text{ppm kurva} \times 10 \times \text{fk}^{-1}$$

Keterangan: ppm kurva = kadar contoh yang didapat dari kurva hubungan antara kadar deret standar dengan pembacaannya setelah dikoreksi blanko. Fk

$$= \text{faktor koreksi kadar air} = 100/(100 - \% \text{ kadar air})$$

Uji kandungan antosianin total dalam kulit buah manggis

Kulit buah manggis yang telah diblender halus dilarutkan dengan dapar KCl pH 1,0 dan dapar dapar $\text{CH}_3\text{CO}_2\text{Na} \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ pH 4,5. Lalu larutan pada kondisi pH yang berbeda tersebut diukur serapannya menggunakan spektrofotometer UV-Vis pada panjang gelombang 520 nm dan 700 nm. Kandungan antosianin total dalam kulit buah manggis dihitung menggunakan perhitungan dengan koefisien ekstingsi molar (ϵ) sebesar 29.600 (berdasar koefisien ekstingsi molar dari sianidin-3 glukosida) dan bobot molekul sebesar 449,2 sebagai berikut :

$$\text{Total antosianin (mg/L)} : \frac{A \times MW \times DF \times 10^3}{\epsilon \times l}$$

A : (A520 nm – A700 nm)pH 1 – (A520 nm – A700 nm)pH 4,5

E : koefisien ekstingsi molar (L x mol) MW : Bobot molekul

DF : Faktor pengenceran

DF : Faktor pengenceran

l : Tebal kuvet (1 cm) (Lee, *et al.*, 2005)

Analisis Data

Data yang diperoleh dianalisis dengan *One Way ANOVA*, apabila didapatkan perbedaan yang nyata dari nilai parameter antar lokasi dilanjutkan dengan uji DMRT (*Duncan News Multiple Range Test*) pada taraf nyata 5%. Analisis regresi dan korelasi untuk mengetahui hubungan parameter kadar logam

berat di jaringan tanaman (daun, kulit buah, dan daging buah) dengan kadar logam berat di tanah. Pengaruh langsung dan tidak langsung kadar logam berat di tanah, sifat kimia tanah, limbah, dan di jaringan daun dengan kadar logam berat di buah dan parameter kualitas buah ditentukan dengan *path analysis* (analisis jalur) (Kusnendi 2008). Hubungan antara variabel dependen dan independen disajikan dalam bentuk diagram jalur (*path diagram*). Persamaan struktural antar variabelnya adalah:

$$Y_1 = \beta_{11} X_1 + \beta_{12} X_2 + \dots \beta_{1n} X_n + e_1$$

$$Y_2 = \beta_{21} X_1 + \beta_{22} X_2 + \dots \beta_{2n} X_n + e_2$$

$$Y_3 = \beta_{31} X_1 + \beta_{32} X_2 + \dots \beta_{3n} X_n + e_3$$

$$Y_n = \beta_{n1} X_1 + \beta_{n2} X_2 + \dots \beta_{nn} X_n + e_n$$

$Y_i \dots Y_n$ = kadar logam berat di buah, di daun, di tanah, kualitas buah dan faktor dependen lainnya.

$\beta_{11} X_1 \dots \beta_{1n} X_n$ = factor yang mempengaruhi akumulasi logam berat di buah, di daun, di tanah, dan factor independen lainnya.

Model struktural yang diperoleh divalidasi dengan nilai *P value*, *Root Means Square Error of Approximation (RMSEA)*, *Comparative Fit Indeks (CFI)*. Model struktural valid dan hubungan antar variabel sampel yang digunakan representatif untuk menyatakan hubungan variabel dalam suatu populasi apabila nilai $P \geq 0.05$, $RMSEA < 0.08$, dan $CFI > 0,90$.

3.2. Formulasi Pupuk Kalsium Berbasis Nano Berkadar Tinggi

3.2. 1. Pendekatan

Kualitas buah, terutama cecairan getah kuning sangat ditentukan oleh kecukupan Ca. Pemenuhan kecukupan Ca ini memerlukan dosis Ca (dolomite) yang sangat tinggi dan umumnya belum efektif dampaknya terhadap perbaikan kualitas buah. Manggis yang mengalami kekurangan Ca juga tidaklah mudah untuk diketahui sehingga perbaikan kualitas manggis sering tidak memberikan perbaikan kualitas yang nyata. Formulasi Ca berukuran nano dan berkadar tinggi menjadi sangat penting dan perlu dipelajari efektifitasnya terhadap peningkatan kualitas buah.

Kegiatan formulasi dimulai dengan optimasi dolomite yaitu dengan cara membuang bahan ikutan yang tidak diperlukan atau dengan mengekstrak Ca

dalam dolomite. Formulasi Ca dibuat dengan konsentrasi Ca tinggi. Selanjutnya formulasi Ca dibuat dalam 3 ukuran yaitu mikro, submikron dan nano. Bentuk akhir formula adalah granulan atau tablet untuk memudahkan aplikasinya di lapangan. Persyaratan mutu dan kualitas pupuk anorganik Ca berbasis teknologi nano akan disesuaikan dengan persyaratan mutu pupuk Ca dalam Permentan No. 43/Permentan/SR.140/8/2011

3.2.2. Ruang Lingkup Kegiatan

Penelitian ini meliputi penyiapan rencana, perakitan formulasi dosis Ca berkadar tinggi dan pengujian efektifitasnya terhadap kualitas buah. Predikasi kekurangan Ca dalam kaitannya dengan kualitas buah juga perlu dilakukan dengan analisis daun supaya peningkatan kualitas buah dapat dilakukan secara dini.

3.2.3. Bahan dan Metode Pelaksanaan Kegiatan

3.2.3.1. Bahan

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini antara lain dolomite, pupuk dasar (Urea, SP-36, KCl), bahan kimia untuk analisis jaringan dan tanaman manggis, bahan penunjang di lapangan dan di laboratorium. Peralatan yang digunakan antara lain: GPS, refraktometer, bor tanah, jangka sorong, pH meter, dan AAS.

3.2.3.2. Waktu dan Tempat

Penelitian akan dilaksanakan dari bulan Januari hingga Desember 2015 di laboratorium Balai Penelitian Tanaman Buah Tropika, Balai Besar Pascapanen, Balai Penelitian Tanah Bogor.

3.2.3.3. Metoda Pelaksanaan

Untuk meningkatkan kadar penyerapan unsur hara oleh sistem tanaman, maka bahan-bahan baku yang digunakan sebagai sumber unsur hara perlu dikecilkan ukuran partikelnya hingga pada skala submikro dan nano dengan menggunakan berbagai metoda. Pada penelitian ini akan dikaji pengaruh dari faktor prosesnya. Analisa hasil dilakukan dengan menggunakan *Particle Size Analyzer (PSA)*, *Scanning Electron Microscopy (SEM)* dan *x-ray Diffraction*

(XRD). Untuk melakukan penelitian pengembangan partikel nano, dilakukan dengan tahapan sebagai berikut:

1. Sintesis partikel berukuran sub mikron – nano dari bahan baku pupuk ukuran makro dengan teknologi ball milling. Untuk mendapatkan unsur hara pupuk berukuran sub mikron–nano, dilakukan sintesis bahan baku pupuk sesuai dengan teknik ball milling. Partikel hasil sintesis dianalisa untuk dipelajari karakteristik proses pembuatannya dan sifat materialnya.
2. Formulasi pupuk dengan menggunakan partikel hasil sintesis. Partikel hasil sintesis diformulasikan menjadi pupuk, sesuai dengan desain yang diinginkan. Formulasi dilakukan dengan menyusun konsentrasi Ca tinggi pada berbagai ukuran mikro, submicron dan nano. Penyusunan konsentrasi didasarkan atas kebutuhan Ca tanaman manggis dan mempertimbangan kondisi tanah. Desain dan formulasi pupuk akan dilakukan di laboratorium Balai Penelitian Tanah.
3. Ujicoba laboratorium untuk menguji pupuk hasil tahap awal, dilakukan pengujian pupuk yang diformulasikan dalam tahap kecil, untuk melakukan optimasi efisiensi dari pupuk. Ketiga formula dolomite tersebut diuji kualitasnya di laboratorium, dilanjutkan dengan pengujian kelarutan dan ketersediaannya dengan metoda inkubasi di rumah kaca. Parameter kualitas pupuk Ca yang diamati adalah kandungan total dan tersedia Ca dan Mg, ukuran partikel dan luas permukaan partikel. Sedangkan parameter pengamatan perlakuan inkubasi adalah kandungan total dan tersedia unsur Ca dan Mg, kemampuan menetralsir Al dan Fe dan analisis rutin kimia tanah seperti pH, kandungan kation, Al dan H, KTK dan kejenuhan basa.
4. Penyempurnaan formula akan dilakukan berdasarkan hasil evaluasi di Laboratorium dan inkubasi.

3.2.3.4. Analisis Data

Data dianalisis dengan analisis ragam. Apabila didapatkan pengaruh yang nyata antar perlakuan, dilanjutkan dengan uji ortogonal polinomial.

Analisis data formulasi menggunakan uji-t dengan SPSS 16.0.

IV. PENANGANAN SIS RESIKO

No.	Identifikasi Resiko	Deskripsi Resiko	Penyebab	Akibat	Penanganan
1.	Waktu pelaksanaan:	Ketidaktepatan waktu pelaksanaan awal kegiatan penelitian	Dokumen persyaratan administrasi dalam melaksanakan kegiatan belum lengkap	Keterlambatan pelaksanaan penelitian	Mempercepat proses pembuatan dokumen yang disyaratkan
			Keterlambatan pencairan dana		Mempercepat proses pencairan dana pada awal tahun anggaran
			Komunikasi antar sektor baik internal maupun external yang kurang lancar		Maningkatkan aktifitas koordinasi baik internal maupun external yang saling menguntungkan
			Berubahnya phenological stage dari tanaman		Menentukan lokasi penelitian yang tidak banyak dipengaruhi oleh faktor luar
			Perubahan musim/iklim		
			Tidak ditemukannya lokasi yang ideal bagi sesuai persyaratan yang telah ditentukan dalam proposal.		Memperbanyak komunikasi dan koordinasi dengan eksternal institusi, seperti dinas terkait, direktorat dan kelompok tani. Sebelum disusun suatu kegiatan penelitian hendaknya telah diperoleh data awal tentang kondisi pertanaman pada suatu lokasi tertentu

2.	Pelaksanaan kegiatan	Permasalahan pada saat perlakuan	Bahan yang terkait langsung dengan kegiatan perlakuan belum ada	Fase tumbuh sudah terlampaui sehingga hasil tidak optimal	Koordinasi dengan tim pembelian barang dan jasa
			Fase tumbuh tanaman mundur karena perubahan iklim	Kegiatan penelitian mundur sehingga output pada tahun anggaran berjalan tidak terpenuhi Data yang berkaitan dengan panen buah belum bisa dipenuhi	Koordinasi dengan program dan ka.Balai berkenaan dengan penganggaran penelitian yang berada diantara dua tahun anggaran Konsultasi dengan program, Yantek dan Ka.Balai berhubungan dengan pelaporan data
3.	Pelaporan	Hasil akhir belum final	Data masih dalam proses pengumpulan	Laporan belum menginformasikan hasil akhir	Dalam laporan diinformasikan perkembangan terakhir, kendala yang dihadapi serta kemungkinan laporan final bisa diselesaikan.

V. TENAGA DAN ORGANISASI PELAKSANAAN

5.1 Tenaga yang terlibat dalam kegiatan

No	Nama/NIP	Jenjang Fungsional/Bidang keahlian	Jabatan dalam kegiatan	Uraian Tugas	Alokasi Waktu (jam/minggu)
1.	Dr. Martias MP 196411291991031002	Peneliti muda/Agronomi	Penanggung jawab RPTP dan Penjab Keg.1	Mengkoordinir kegiatan mulai pelaksanaan sampai pelaporan	15
2.	Nofiarli, STP, MP 198011112008011 002	Peneliti Pertama/Teknologi Pertanian	Penjab keg.2	Mengkoordinir dan melaksanakan kegiatan 2	15
3.	Liza Octriana, S.Si. 197810302005012002	Peneliti Pertama/Biologi	Anggota	Membantu perlakuan dan pengamatan	10
4.	Titin Purnama, SP, MSi 197101112007012001	Peneliti Pertama/ Agronomi	Anggota	Membantu, pengamatan, dan mengolah data	10
5.	Triyani Dewi SP, MSi 198102122003122002	Peneliti Muda/Kimia Tanah (Balai Penelitian Lingkungan Pertanian)	Anggota	Membantu, pengamatan, dan mengolah data	10
6	Dr. Husnain, MSc 197309102001122001	Peneliti Muda Kimia Kesuburan Tanah (Balai Penelitian Tanah)	Anggota	Perakitan formulasi dosis berukuran nano dan berkadar tinggi	15
7	Ir. Nurjaya, MP 196008261993031001	Peneliti Madya/Kimia Kesuburan Tanah (Balai Penelitian Tanah)	Anggota	Perakitan formulasi dosis berukuran nano dan berkadar tinggi	15
8.	Iil Rohani 196910122000032001	Teknisi/Analisis laboratorium	Anggota	Membantu perlakuan dan pengamatan	15
8	Leni Marlina, STP, MSi 198405162009012007	Peneliti Pertama/Teknologi Hasil Pertanian	Anggota	Membantu perlakuan dan pengamatan	10
10	Syafiril AP 197012162007011001	Teknisi/Budidaya	Anggota	Membantu perlakuan dan pengamatan	15
11	Irwan Fauzi Hakim 198704142014031001	Teknisi	Anggota	Pengambilan dan persiapan sampel	10

5.2 Jadwal Palang

No	Kegiatan	Bulan (2015)											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1.	Persiapan	x	x										
2.	Pengumpulan data sekunder		x	x									
	Survei lokasi		x	x	x								
3.	Penentuan tanaman sampel		x	x									
4.	Pengambilan sampel tanah & tanaman			x	x								
5.	Pemeliharaan tanaman			x	x	x	x	x	x				
6.	Pengambilan buah (panen)						x	x	x	x			
7.	Prosesing & analisis data						x	x	x				
8.	Pelaporan											x	x
	Persentase Fisik (%)	15	5	5	5	5	10	5	10	10	10	5	15
	Persentase Kumulatif (%)	15	20	25	30	35	45	50	60	70	80	85	100

5.3. Biaya Penelitian

A. Rekap Pembiayaan

Uraian	Biaya Rp.
1. Belanja Bahan	36.000.000
2. Belanja Barang Non Operasional Lainnya	85.000.000
3. Belanja Barang Untuk Persediaan Barang Konsumsi	5.000.000
4. Belanja Perjalanan lainnya	69.000.000
J u m l a h	195.000.000

B. ROPP

No	Jenis Pengeluaran	Volume	Satuan	Harga Satuan (Rp)	Jumlah
1	2	3	4	5	6
	BELANJA BAHAN				
	Pengadaan buah manggis	6	si		36.000.000
	BELANJA BARANG UNTUK PERSEDIAAN KONSUMSI				5.000.000
	ATK				
	Flash disck Tosiba 8GB	2	bh	110.000	220.000
	Spidol permanent	1	lsn	85.400	85.400
	Pena faster hitam C 600	1	lsn	24.500	24.500
	Tissu Refill Paseo	5	bh	12.200	61.000
	Kartu nama	2	ktk	16.500	33.000

	Kertas A4 70 gram	4	rim	36.600	146.400
	Tinta EPSON T6641	2	Botol	85.000	170.000
	Tinta EPSON T6642	2	Botol	125.000	250.000
	Tinta EPSON T6643	2	Botol	125.000	250.000
	Tinta EPSON T6644	8	bh	125.000	1.000.000
	Map plastik Business file 101	1	pak	33.000	33.000
	Lak ban warna bening uk. 2 cm	3	rol	12.500	37.500
	Lak ban warna hitam uk. 2"	1	rol	12.200	12.200
	Plastik kresek jumbo	10	pak	24.000	240.000
	Plastik uk. 1 kg	5	kg	28.000	140.000
	Plastik uk. 2 kg	5	kg	28.000	140.000
	Plastik uk. 1/2 kg	6	kg	28.000	168.000
	Plastik uk. 7x11x0,027	3	kg	28.000	84.000
	Tissu paseo reffil	10	bh	13.000	130.000
	Amplop cokelat uk.folio	10	pak	35.000	350.000
	Keranjang	30	bh	47.500	1.425.000
2	BELANJA BARANG NON OPERASIONAL LAINNYA				85.000.000
	Kegiatan I				
	Analisis Cd, Pb, Ni Tanah				
	Persiapan sampel	60	Sampel	37.500	2.250.000
	Pembacaan Cd, Pb, Ni	180	Sampel	35.000	6.300.000
	Analisis Cd, Pb, Ni Daun				
	Persiapan contoh	60	Sampel	22.500	1.350.000
	Ekstrak Cd, Pb, Ni daun	60	Sampel	40.000	2.400.000
	Pembacaan Cd, Pb, Ni	180	Sampel	35.000	6.300.000
	Analisis Cd, Pb, Ni Buah				
	Persiapan contoh	60	Sampel	25.000	1.500.000
	Ekstrak Cd, Pb, Ni daun	60	Sampel	40.000	2.400.000
	Pembacaan Cd, Pb, Ni	180	Sampel	35.000	6.300.000
	Analisis Cd, Pb, Ni Gulma				
	Persiapan contoh	60	Sampel	20.000	1.200.000
	Ekstrak Cd, Pb, Ni	60	Sampel	40.000	2.400.000
	Pembacaan Cd, Pb, Ni	180	Sampel	35.000	6.300.000
	Anlisa Mineral tanah	18	Sampel	100.000	1.800.000
	Analisis Cd, Pb, Ni Pestisida	6	Sampel	600.000	3.600.000
	Analisis Cd, Pb, Ni Herbisida	6	Sampel	600.000	3.600.000
	Analisa limbah plastik di lokasi	18	Sampel	400.000	7.200.000
	Analisa Antosianin	18	Sampel	300.000	5.400.000
	Tekstur tanah	18	Sampel	50.000	900.000
	Mineral tanah	18	Sampel	100.000	1.800.000
	Pemeliharaan tanaman manggis	60	Tanaman	200.000	12.000.000
	Kegiatan 2				
	Formulasi Ca nano	50	Sampel	200.000	10.000.000
3	52. Belanja Perjalanan Biasa				69.000.000
	Kegiatan 1				
	Koordinasi dengan Diperta dan Penentuan lokasi di Propinsi Bali				

	Lunsum (2 orang 4 hari)	8	HOK	415.000	3.320.000
	Tiket Pesawat (2 orang)	4	pp	2.000.000	8.000.000
	Transport lokal (2 orang)	3	pp	400.000	1.200.000
	Penginapan (2 Orang 2 hari)	4	hari	400.000	1.600.000
	Panen dan pengambilan sampel buah di Propinsi Bali				
	Lunsum (2 orang 7 hari)	14	HOK	415.000	5.810.000
	Tiket Pesawat (2 orang)	4	pp	2.000.000	8.000.000
	Transport lokal (2 orang)	4	pp	400.000	1.600.000
	Penginapan (2 Orang 2 hari)	4	hari	400.000	1.600.000
	Panen dan pengambilan sampel buah di Proinsi Jawa Barat				
	Lunsum (2 orang 7 hari)	14	HOK	430.000	6.020.000
	Tiket Pesawat (2 orang)	4	pp	1.000.000	4.000.000
	Transport lokal (2 orang)	3	pp	300.000	900.000
	Penginapan (2 orang 2 hari)	4	hari	400.000	1.600.000
	Koordinasi dengan Diperta dan Penentuan lokasi di Sumbar				
	Lunsum (2 orang 4 hari)	8	HOK	380.000	3.040.000
	Pengemudi	3	pp	85.000	255.000
	BBM	2	pp	300.000	600.000
	Penginapan (1 Orang 2 hari)	2	hari	300.000	600.000
	Tiket Pesawat (Peneliti Balingtan)	2		100000	200000
	Panen dan pengambilan sampel buah di Proinsi Sumbar				
	Lunsum (2 orang 10 hari)	20	HOK	380.000	7.600.000
	Pengemudi	10	pp	85.000	850.000
	BBM	6	pp	377.500	2.265.000
	Kegiatan 2				
	Formulasi dosis Ca ukuran nano				
	Lunsum (2 orang 4 hari)	8	HOK	430.000	3.440.000
	Tiket Pesawat (2 orang)	4	pp	1.000.000	4.000.000
	Transport lokal (2 orang)	3	pp	300.000	900.000
	Penginapan (2 orang 2 hari)	4	hari	400.000	1.600.000

DAFTAR PUSTAKA

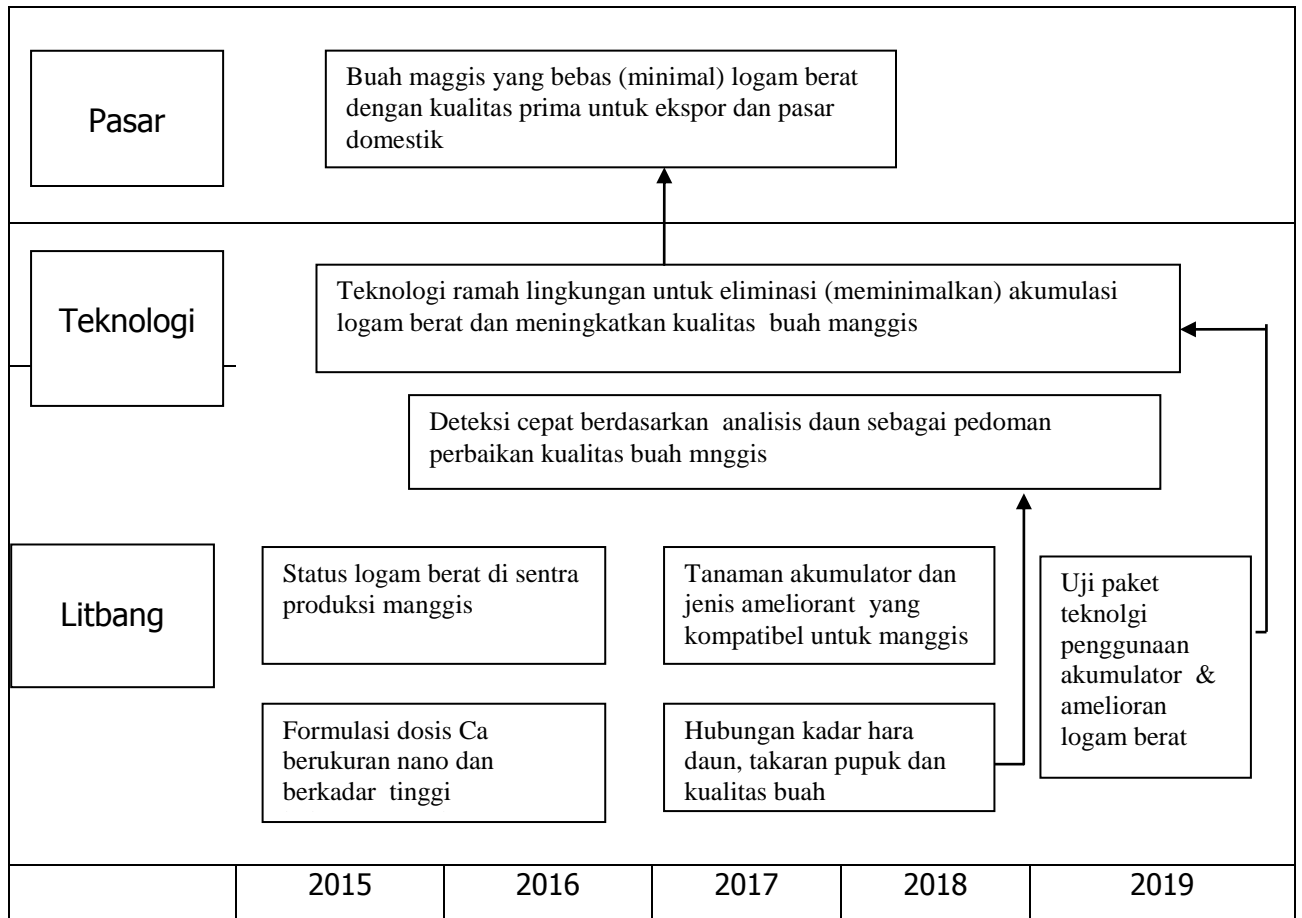
- Adam P. 1978. Tomatoes in peat. Part 1. How feet variations effect yield. *Grower* 89, 1091: 1093-1094.
- Affandi, L. Octriana, D. Fatria dan T. Purnama. 2011. Quality improvement of mangosteen fruit for export thru drip irrigation system and installing yellow fluorescent sticky trap. *Agrivita* vol.33 October 2011.
- Alloway, B. J., & Jackson, A. (1991). The behavior of heavy metals in sewage sludge-amended soil. *Science of the Total Environment*, 100, 151–176.
- Anonim. 2013. Penjelasan Mengenai Penghentian Sementara Impor Manggis Indonesia sejak 8 Februari 2013. Keduataan Besar Republik Indonesia Beijing.
- Anwarudinsyah MJ, Mansyah, Martias, T. Purnama, D. Fatria. 2004. Teknologi Penanggulangan Getah Kuning pada Buah Manggis. Laporan hasil penelitian. Balai Penelitian Buah.
- Anwarudinsyah MJ, Mansyah E, Martias, Purnama T, Fatria D, Usman F. 2010. Pengaruh pemberian air dan pemupukan terhadap getah kuning pada buah manggis. *J. Hort.* 20 (1):10–17.
- Ballinger WE and Kushman LJ. 1970. Relationship of stages of ripeness, composition and keeping quality of highbush blueberries. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 95:239-242.
- Banuelos MA, Graciadeblas B, Cubero B, Navarro AR. 2002. Inventory and functional characterization of the potassium transporters of rice. *Plant Physiol* 130: 784-795
- Chen Y, Smagula JM, Litten W, and Dunham S. 1998. Effect of boron and calcium foliar sprays on pollen germination and development, fruit set, seed development, and berry yield and quality in lowbush blueberry (*Vaccinium angustifolium* Ait.). *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 123(4):524-531.
- Dahnke WC and Olson RA. 1990. Soil test correlation, calibration and recommendation. p 45-71. In Westerman RL (ed). Soil testing and plant analysis. 3rd. ed. *Soil Sci. Soc. Amer.*, Madison. Wis.
- Deptan. 2009. Atap Publikasi Hortikultura. <http://www.hortikultura.go.id>. [27 April 2009].
- Dorly, S. Tjitrosemito, R. Poerwanto, and D. Efendi. 2009. Study of calcium spraying to reduce yellow latex on mangosteen fruits (*Garcinia mangostana* L.). Kumpulan Makalah Seminar Ilmiah . PERHORTI. Hal 324-334.
- Dorly S. 2009. Studi struktur sekretori getah kuning dan pengaruh kalsium terhadap cecair getah kuning pada buah manggis (*Garcinia mangostana* L.). [Disertasi]. Bogor. Institut Pertanian Bogor.

- Dorly, Soekisman T, Jaime A. Silva T, Poerwanto R, Efendi E, Febriyanti B. 2011. Calcium spray reduces yellow latex on mangosteen fruit (*Garcinia mangostana* L). *Journal of Fruit and Ornamental Plant Research*. Vol. 19(2) 2011: 51–65
- Embleton, TW, Jones WW, Lebanuskas CK, Reuther W. 1973. Leaf analysis as a diagnostic tool and guide to fertilization in W. Reather (ed). The citrus industry. Rev. ed. Univ. Calif. *Agr. Sci. Barkely*. vol. 3: 183-210
- Fu, C., Loo, A. E. K., Chia, P. P., & Huang, D. (2007). Oligomeric proanthocyanidins from mangosteen pericarps. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 55, 7689–7694.
- Gardner FP, Pearce RB, Mitchell RL. 1985. *Physiology of crop plant*. Alih bahasa. Susilo H. 1991. UI Press. Jakarta.
- Giller, K. E., Witter, E., & McGrath, S. P. (1998). Toxicity of heavy metals to micro-organisms and microbial processes in agricultural soils. *Soil Biology and Biochemistry*, 30, 1389–1414.
- Hasyim A. dan K. Iswari. 2008. Manggis kaya antioksidan. *Iptek Hortikultura* 4(8):44-47.
- Harker dan Venis 1991, Measurement of intracellular an extracellular free calcium apple fruit cell using calcium selective microelectrodes plant cell environment 14 : 525 – 530.
- Hu H, Brown PH. 1994. Localization of boron in cell walls of squash and tobacco and its association with pectin. *Plant Physiology*. 105: 681– 689.
- Huang X *et al.* 2005. An overview of calcium's role in lychee fruit cracking. *In: Chamchalow N and Sukhvibul N (eds). Proceeding of the IInd International symposium on lychee, longan, rambutan and other sapidanceae plants. Chiang Mai Thailand. 231-240.*
- Indriyani, N.L.P., Lukitariati, S., Nurhadi, dan M. Jawal A. 2002. Studi kerusakan buah manggis akibat kerusakan getah kuning. *J. Hort.* 12(4):276-283.
- Jordheim, M. 2007. Isolation, Identifikation and Poperties of Pyranoanthocyanins and Anthocyanin Form. Disertasi. Norway: Department of Chemistry University of Bergen
- Jung, H. A., Su, B. N., Keller, W. J., Mehta, R. G., & Kinghorn, A. D. 2006. Antioxidant xanthones from the pericarp of *Garcinia mangostana* (mangosteen). *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 54, 2077–2082.
- Mansyah. E, M Jawal A.S, Jumjunidang, Novaril, Titin Purnama, Dewi Fatria, Kartono, Hani Handayani, Riska, dan Firdaus Usman, 2003. Identifikasi faktor-faktor penyebab keluarnya getah kuning pada buah manggis. Laporan hasil penelitian Balai Penelitian Tanaman Buah.

- Mansyah, E., M. Jawal A.S., dan Jumjunidang. 2007. Getah kuning kendala utama ekspor manggis. *Iptek Hort.* 3 (10): 1- 6.
- Mansyah, E. M. Jawal AS, I. Muas, Jumjunidang, T. Purnama, D. Fatria dan Riska. 2010. Review Hasil-hasil Penelitian Tentang Getah Kuning Pada Buah Manggis di Balitbu Tropika. *Prosiding Seminar Nasional Program dan Strategi Pengembangan Buah Nusantara Solok, 10 Nopember 2010.* Pp. 190-203.
- Marschner H. 1995. Mineral in higher plants. Academic press, New York.
- Martias, Soemargono A, Istianto M, Sriyulianti. 2013. Laporan Hasil Survai Kandungan Cadmium dan Hama Cccidae pada Manggis. Balai Penelitian Tanaman Buah Tropika.
- Martias, Poerwanto R, Anwar, S, dan Hidayati, R. 2012. Hubungan antara Ketersediaan Hara Tanah dengan Cemaran Getah Kuning pada Buah Manggis. *J. Hort.* 22(2): 111-118
- Pechkeo S, Sdoodee S and Nilnond C. 2007. The Effects of Calcium and Boron Sprays on the Incidence of Translucent Flesh Disorder and Gamboge Disorder in Mangosteen (*Garcinia mangostana* L.). *Kasetsart J. (Nat. Sci.)* 41 : 621 - 632
- Poerwanto R. 2002. Peningkatan produksi dan mutu untuk mendukung ekspor manggis. Direktorat jenderal bina produksi hortikultura departemen pertanian.
- Poerwanto R, Martias, Anwar S, dan Anwaruddinsyah MJ. 2011. Pengaruh lingkungan (sifat kimia dan fisika tanah serta iklim) terhadap insiden getah kuning buah manggis. Laporan Hasil Penelitian Kerja Sama Kemitraan Penelitian Pertanian dengan Perguruan Tinggi (KKP3T). Sekretarian Badan Litbang Pertanian.
- Rai, I. N., C. G. A. Semarajaya dan I. W. Wiraatmadja. 2011. *Pengendalian Getah Kuning Pada Buah Manggis Dengan Irigasi Tetes dan Pemupukan Kalsium.* The Excellence Research Universitas Udayana. Pp. 173-178.
- Ryden P., K. S. Shirasu, A. C. Smith, K. Findlay, W. D. Reiter, Mc. McCann. 2003. Tensile Properties of Arabidopsis Cell Walls Depend on Both a Xyloglucan Cross-Linked Microfibrillar Network and Rhamnogalacturonan II-Borate Complexes. *Plant Physiology* 132: 1033-1040.
- Saribu, P. D. 2011. *Studi aplikasi Kalsium dan Boron Terhadap Pengendalian Getah Kuning Pada Buah Manggis.* Tesis S2 IPB Bogor. Pp.1-58.
- Shear CB. 1975. Calcium related disorders of fruits and vegetables. *HorScience* 10: 361-365.

- Simon, E. W. 1978. The symptoms of calcium deficiency in plants. *New Phytol.* 80: 1–15.
- Smith CB, Morrow CT and Greene GM II. 1987. Corking of delicious apples (*Malus domestica* Borkh.) on four rootstocks as affected by calcium and boron supplied through trickle irrigation. *J. Plant Nutr.* 10:1917-1924.
- Sulaiman W. 2002. *Jalan pintas menguasai SPSS 10*. Penerbit Andi Yogyakarta. 171 p.
- Suyanti, Rosmani ABST, dan Sjaifullah. 1999. Pengaruh tingkat ketuaan terhadap mutu pascapanen buah manggis selama penyimpanan. *J. Hort.* (9) 1: 51-58.
- Sumargono, A; Afandi; L, Octriana; dan Y, Meldia. 2011. Pengaruh dosis Kalsium terhadap produksi dan kualitas buah manggis (*Garcinia Mangostana* L.) Laporan Hasil Penelitian Balitbu Tropika Tahun 2011. 13 hal
- Sumargono, A; E. Mansyah; L, Octriana; S yulianti dan Y, meldia. 2012. Pengaruh kombinasi pemberian kalsium dan Kalium terhadap produksi dan kualitas buah manggis (*Garcinia Mangostana* L.). Laporan Hasil Penelitian Balitbu Tropika Tahun 2012. 13 hal.
- Sttistik Pertanian, 2012 . Ekspor manggis. Kementerian Pertanian
- Steel R.G.D. dan J.H. Torrie. 1995. Prinsip dan prosedur statistika suatu pendekatan biometrik. [alih bahasa: B. Sumantri]. Gramedia Pustaka Utama. Jakarta. 748 hal.
- Thompson LM, Troeh FR. 1978. Soil and Fertility. New York, Mc Graw-Hill Book company.
- Yoshida S, Forno DA, Cock JH, Gomez KA. 1972. Laboratory manual for physiological studies of rice. Second ed. Los Banos.
- Kuzma J and VerHage P. 2006. Nanotechnology in Agriculture and Food Production, Anticipated Application. Project on Emerging Nanotechnologies. Washington. Woodrow Wilson International Center for Scholars.
- Joseph T and Morrison M. 2006. Nanotechnology in Agriculture and Food. A nanoforum report, di unduh dari <http://www.nanoforum.org>.

Lampiran 1. Roadmap Teknologi ramah lingkungan untuk meminimalkan logam berat dan meningkatkan kualitas buah manggis



Lampiran 2. **MATRIK KERANGKA KERJA LOGIS (Logical framework)
Peningkatan kualitas dan minimalisasi logam berat pada
buah manggis dalam mendukung bio industri**

Logika Intervensi	Tolok Ukur Kinerja	Alat Verifikasi	Asumsi
<p>Tujuan Akhir Mendapatkan paket teknologi untuk meminimalkan logam berat dan meningkatkan kualitas buah manggis di sentra produksi.</p>	<p>Penerapan paket teknologi untuk meminimalkan logam berat dan meningkatkan kualitas buah manggis di beberapa sentra produksi berkembang.</p>	<p>Laporan Dinas, Laporan hasil penelitian Balitbu Tropika, Informasi petani dan pedagang pengumpul manggis</p>	<p>Proses transfer teknologi berjalan optimal</p>
<p>Manfaat (Outcome) Paket teknologi yang tersedia akan meningkatkan kualitas buah, yaitu persentase buah yang tercemar getah kuning sangat rendah dan bebas (minimal) terkontaminasi logam berat. Implikasinya harga jual dan peluang pasar manggis baik di dalam negeri maupun untuk ekspor meningkat. Pada gilirannya pendapatan petaniii dan devisa dari usaha tani manggis meningkat.</p>	<p>Tersedianya buah manggis berkualitas, yaitu persentase buahnya yang tercemar getah kuning $\leq 5,0\%$ dan akumulasi logam beratnya $\leq 0,05$ ppm.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Survai pasar domestik dan luar negeri. • Laporan pengguna dan pedagang • Laporan Dinas terkait. 	<p>Petani Manggis menerapkan teknologi yang dihasilkan</p>

<p>Luaran</p> <p>Informasi status logam berat di buah, tanah, dan daun.</p> <p>Formulasi Ca berukuran nano dan berkadar tinggi yang dapat meningkatkan kualitas buah manggis</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Status logam berat di buah manggis pada beberapa sentra produksi bervariasi • formulasi Ca berukuran nano dan berkadar tinggi meningkatkan ketersediaan Ca di tanah 	<p>Laporan hasil penelitian Balitbu Tropika</p>	<p>Musim buah sesuai dengan rencana penelitian</p> <p>Pelaksanaan formulasi Ca berukuran nano lancar di laboratorium</p>
<p>KEGIATAN</p> <p>Deteksi akumulasi logam berat di tanah, daun, buah manggis.</p> <p>Perakitan formulasi dosis Ca berukuran nano dan berkadar tinggi.</p>	<p>INPUT</p> <p>Laboratorium, tanaman dewasa yang sedang berbuah, , alat-alat spesifik, Pupuk dan bahan kimia lain</p>		<p>Ada kerjasama dengan Lembaga Riset lain</p> <p>Tersedia SDM dalam jumlah cukup</p> <p>Fasilitas penelitian mendukung dan cukup memadai</p>