

RENCANA PENELITIAN TIM PENELITI

**TEKNOLOGI MINIMALISASI KONTAMINASI
LOGAM BERAT DAN PENINGKATAN
KUALITAS BUAH MANGGIS**



Oleh :

Dr. Ir. Martias, MP

**BALAI PENELITIAN TANAMAN BUAH TROPIKA
PUSAT PENELITIAN DAN PENGEMBANGAN HORTIKULTURA
BADAN PENELITIAN DAN PENGEMBANGAN PERTANIAN
KEMENTERIAN PERTANIAN
2017**

LEMBAR PENGESAHAN

1. Judul RPTP : **Teknologi minimalisasi kontaminasi logam berat dan peningkatan kualitas buah manggis**
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 2017
5. Status penelitian (L/B) : Lanjutan
6. Penanggungjawab Kegiatan :
 - a. Nama : Dr. Ir. 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 :
 1. Satu jenis amelioran yang efektif untuk meminimalkan logam berat pada buah manggis.
 2. Satu komponen paket teknologi pupuk Ca berbasis nano yang efektif meminimalkan cemaran getah kuning pada buah manggis.
 3. Satu draf KTI
12. Output Akhir : Teknologi untuk minimalisasi akumulasi logam berat dan meningkatkan kualitas buah manggis.
13. Biaya : Rp.175.000.000,-

Koordinator Program

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

Mengetahui,
Kepala Pusat Penelitian dan
Pengembangan Hortikultura,

Dr. Ir. Hardiyanto, MSc
NIP.19600503 198603 1 001

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 : Teknologi Minimalisasi kontaminasi logam berat dan peningkatan kualitas buah manggis
2. Unit Kerja : 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, medium kering
5. Status :
 - a. Baru :
 - b. Lanjutan (tahun) : Lanjutan
6. Tujuan
 - a. Jangka pendek (2017) :
 1. Mendapatkan jenis amelioran yang efektif untuk meminimalkan akumulasi logam berat pada buah manggis.
 2. Mendapatkan komponen paket teknologi dengan menggunakan pupuk Ca berbasis nano teknologi yang efektif untuk meminimalkan cemaran getah kuning pada buah manggis
 - b. Jangka panjang (2019) : Mendapatkan paket teknologi untuk meminimalkan akumulasi logam berat dan meningkatkan kualitas buah manggis.
7. Luaran yang diharapkan :
 - a. Jangka pendek (2017) :
 1. Satu jenis amelioran yang efektif meminimalkan akumulasi logam berat pada buah manggis.
 2. Satu komponen paket teknologi pupuk Ca berbasis nano yang efektif untuk meminimalkan cemaran getah kuning pada buah manggis.
 3. Satu draf karya tulis ilmiah
 - b. Jangka panjang (2019) : Teknologi untuk meminimalkan akumulasi logam berat dan meningkatkan kualitas buah manggis

8. Hasil yang diharapkan :
- a. Potensi manfaat : Manggis yang dihasilkan dari penggunaan amelioran yang efektif akan terbebas atau minimal terkontaminasi logam berat, terutama pada lokasi yang tinggi logam beratnya.
- Penggunaan pupuk Ca berbasis nano yang diberikan dengan teknik yang tepat akan efektif menurunkan cemaran getah kuning sehingga kualitas manggis layak ekspor akan meningkat.
- b. Potensi dampak : Minimalnya akumulasi logam berat dan meningkatnya kualitas buah manggis akan berimplikasi terhadap peningkatan harga jual manggis baik di dalam negeri maupun untuk ekspor. Pada gilirannya pendapatan petani dan devisa dari usaha tani manggis akan meningkat.
9. Deskripsi metodologi : **1. Seleksi jenis amelioran yang efektif meminimalkan kontaminasi logam berat pada buah manggis**
- Penelitian akan dilakukan di kebun petani Kecamatan Selemadek Barat Kabupaten Tabanan Bali. Tanaman yang digunakan adalah tanaman yang telah diberi perlakuan pada tahun 2015 dengan amelioran dolomite, zeolit, kompos, arang sekam dan pupuk dasar (Urea, SP-36, dan KCl). Rancangan yang digunakan RAK, dengan perlakuannya adalah sebagai berikut: kapur dolomit (10, 20 kg/tanaman), zeolit (10, 20 kg/tanaman), kompos (25, 50 kg), arang sekam padi (25, 50 kg/tanaman).
- Peubah yang diamati antara lain (a) kadar Pb, Cd, Ni jaringan tanaman, (b) Kadar N, P, K, Ca, Mg, Mn, Zn, Cu, Fe, B jaringan tanaman (c) Persentase buah tercemar getah kuning, (d) karakter fisik buah (bobot, diameter, tebal kulit), dan (e) tingkat kemanisan buah (TSS).
- Data yang diperoleh dianalisis dengan sidik ragam, apabila berbeda nyata dilanjutkan dengan uji DMRT (Duncan

News Multiple Range Test) pada taraf nyata 5%.

2. Efektifitas pemberian pupuk kalsium berbasis nano untuk mengurangi cemaran getah kuning pada buah manggis

Penelitian akan dilakukan di kebun petani (salah satu sentra produksi manggis Sumatera Barat). Tanaman manggis yang digunakan relatif seragam umur, kesuburan, dan permasalahan cemaran getah kuningnya.

Dua jenis perlakuan yang akan dilaksanakan, yaitu pupuk Ca berbasis nano dan sistem budidaya manggis petani. Setiap unit perlakuan terdiri dari 30 tanaman, sehingga jumlah tanaman yang diamati adalah 60 tanaman.

Peubah yang diamati adalah (a) persentase cemaran getah kuning di buah, (b) produksi per pohon, (c) diameter buah, (d) kadar Ca, Mg, N, P, K, Fe, Mn, Cu, Zn, B jaringan tanaman, (e) total padatan terlarut, (f) sifat tanah awal (tekstur, pH, KTK, C organik, N kejehdhal, P Bray, K, Ca, Mg, Fe, Mn, Cu, Zn, B tersedia.

Data yang diperoleh dianalisis dengan Uji T (T-test) pada tingkat kepercayaan 5% untuk mengetahui perbedaan dampak perlakuan komponen paket teknologi pupuk Ca berbasis nano dengan cara budidaya petani terhadap peubah yang diamati.

Biaya/tahun

: 175.000.000,-/2017

SUMMARY

1. Title : Tecnology of minimization of heavy metals accumulation and improvement of the quality of mangosteen fruit
2. Implementation Unit : Indonesian Tropical Fruit Research Institute
Jl. Raya Solok – Aripan Km 8, PO Box 5,
Solok-Sumatera Barat 27301
3. Location : West Sumatra, West Java, Bali and Jakarta
4. Agroecological Zone : Lowlands and medium dried
5. Status :
 - a. New :
 - b. Continue (Year) : Continued
6. Objectives :
 - a. Short terms (2017) :
 1. To find out one type of ameliorant which effectively to minimizes the heavy metals accumulation in mangosteen fruit
 2. To find the component of technology by using Ca fertilizer based on nano technology which is effective to minimize contamination of yellow latex in mangosteen fruit.
 - b. Long term (2019) : To get a package of technologies to minimize the heavy metals accumulation and improve quality of mangosteen fruit
7. Expected output :
 - a. Short term (2017) :
 1. One type of ameliorant which effectively minimizes the accumulation of heavy metals in mangosteen fruit
 2. One component of technology by using Ca fertilizer based on nano technology which is effective to minimize contamination of yellow latex in mangosteen fruit
 3. One draft of scientific papers
 - b. Long term (2019) : Technology to minimize the heavy metals content and improve the quality of mangosteen fruit
8. Expected result :
 - I. Potential benefit : Mangosteen fruit as the result of an effective used of ameliorant will be free or minimal contamination by heavy metals,

especially in areas with high heavy metals content.

Ca fertilizer based on nano technology with the proper technique will effectively decrease the contamination of yellow latex so the quality of mangosteen valued at exports will increase.

- II. Potential impact : The minimum heavy metals accumulation and enhance the quality of mangosteen fruit will have an impact on improving the sales price of mangosteen domestically and also export. Finally, farmer's income and foreign exchange from mangosteen agricultural sector will increase.

9. Description of methodology : **1. Selection of types ameliorant which effectively minimizes the accumulation of heavy metals in mangosteen fruit**

The research will be conducted in the farmer's orchard at Selemadek Western District of Tabanan regency of Bali Province. Materials used are plants that had been treated with ameliorant dolomite, zeolite, compost, husk ash and basal fertilizer (Urea, SP-36 and KCl) in 2015.

The design used in this research is a randomized complete block design (RCBD), the treatment is as follows: dolomite lime (10 and 20 kg/plant), zeolite (10 and 20 kg plant), manure or compost (25 and 50 kg/plant), charcoal (ash rice husk (25 and 50 kg/plant).

The parameters will be observed including (a) the levels of Pb, Cd, Ni at skin tissue plant, (b) levels of N, P, K, Ca, Mg, Mn, Zn, Cu, Fe, B tissue plant, (c) percentage of fruit the contamination of yellow latex in mangosteen fruit (d) the physical characteristics the fruit (weight, diameter, thickness of the skin), and (d) the level of sweetness of fruit (TSS).

The data obtained will be analyzed by analysis of variance, followed by DMRT (News Duncan Multiple Range Test) at 5% significance level if significantly different.

2. The effectiveness of application of calcium fertilizer based on nano technology to minimize the contamination of yellow latex in mangosteen fruit

The research will be conducted in the farmer's orchard (one of mangosteen center production in West Sumatra). Mangosteen plant used is relatively uniform in age, fertility, and has a yellow latex contamination problem.

Two type of treatment to be implemented, namely Ca fertilizer based on nano technology and farmer's manggosteen cultivation system. Each unit consists of 30 treatment plants, so that the numbers of mangosteen plants observed were 60 plants.

The parameter to be observed including (a) the percentage of contamination yellow latex in fruit, (b) production per tree, (c) the diameter of fruit, (d) the levels of Ca, Mg, N, P, K, Fe, Mn, Cu, Zn, B tissue plant, (e) total soluble solids, (f) initial soil properties (texture, pH, CEC), availability of organic C, N kjehdhal, P Bray, K, Ca, Mg, Fe, Mn, Cu, Zn and B).

The data obtained will be analyzed by using SPSS software (version 17.0, SPSS Inc. US). Means of value were compared through a t-student test at 5% significant level to determine difference among treatment. Values followed by the same letter are not significantly different.

10. Duration : 5 years
11. Budget /Fiscal Year : 175.000.000,-/2017

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, 2006; Mahabusarakam *et al.*, 1987). Dari beberapa senyawa ini hanya santon 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). Hasil penelitian sementara dari enam lokasi sentra prduksi manggis juga menunjukkan bahwa kadar Cd di daun, daging buah dan kulit manggis lokasi Selemadek Barat berturut adalah 0,26; 0,13, 0,16 ppm. (Martias *et al.* 2015).

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 mikroorganismen dalam tanah (Giller *et al.* 1998). Akumulasi logam berat yang tinggi tidak hanya berdampak negatif terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman, mikroorganismen 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).

Logam berat secara konvensional didefinisikan sebagai elemen dengan sifat logam dan nomor atom >20. Kontaminan logam berat yang umum adalah Cd, Cr, Cu, Hg, Pb, dan Zn. Logam merupakan komponen alami dalam tanah (Lasat, 2000). Beberapa dari logam mikronutrien ini diperlukan untuk pertumbuhan tanaman, seperti Zn, Cu, Mn, Ni, dan Co, sementara yang lain tidak diketahui fungsi biologisnya, seperti Cd, Pb, Hg (Gaur and Adholeya. 2004).

Sumber dari Cd antara lain deposisi atmosferik, sisa pembakaran bahan bakar fosil, insinerasi plastik dan aki bekas, serta pemanfaatan *biosolid*, pupuk dan pestisida yang mengandung Cd. Umumnya terjadi di kawasan industri metalurgi, tanah pertanian di sekitar kawasan perkotaan dan industry (Alloway, 1995).

Strategi yang umum dilakukan dalam penanggulangan kontaminasi logam berat adalah penggunaan ameliorant. Nurjaya *et al.* (2006) melaporkan bahwa perlakuan zeolit 3 ton/ha efektif menurunkan serapan Pb di dalam daun dan umbi bawang merah. Empat jenis ameliorant, yaitu kapur dolomite (10, 20 kg/tanaman), Zeolit (10, 20 kg/tanaman), pupuk kandang atau kompos (25, 50 kg), arang (abu) sekam padi (25, 50 kg/tanaman) sedang diseleksi pengaruhnya dalam menurunkan akumulasi logam berat pada jaringan tanaman manggis (Martias *et al.* 2016). Efek pemberian beberapa jenis amelioran ini perlu diteliti terhadap akumulasi logam berat di dalam buah manggis untuk mendapatkan jenis ameliorant yang efektif dalam upaya meminimalkan atau mengeliminasi akumulasi logam berat pada buah manggis.

Kualitas buah, terutama cemaran getah kuning merupakan kendala kualitas manggis yang belum sepenuhnya dapat dieliminasi dengan teknologi yang telah dihasilkan. Cemaran getah kuning merupakan masalah utama sebagai penyebab rendahnya kualitas buah manggis. Cemaran getah kuning terkait dengan pecahnya dinding saluran getah kuning akibat dari kekurangan Ca dan B, terutama di saat perkembangan buah yang dipicu oleh fluktuasi regim kelembaban tanah yang tinggi (Martias, 2012; Poerwanto *et al.*, 2011). Aplikasi Ca dalam bentuk dolomite dilaporkan berpengaruh menurunkan cemaran getah kuning (Dorly, 2009), namun efektivitasnya masih rendah dan membutuhkan jumlah dolomite yang tinggi. Penggunaan dolomite yang berlebihan berpotensi

menyebabkan toksisitas dan akan menimbulkan polusi lingkungan. Pemberian Ca yang berlebihan juga akan berdampak terhadap ketidakseimbangan ketersediaan hara dan akan mengganggu penyerapan hara lainnya.

Aplikasi dolomit sebagai sumber Ca saat ini sekitar 10-20 kg/tanaman, untuk luasan satu hektar maka diperlukan sejumlah 1 ton hingga 2 ton dolomit. Kebutuhan dolomit dalam jumlah besar cukup menyulitkan petani dalam transportasi ke kebun dan aplikasinya. Upaya yang perlu dilakukan adalah meningkatkan efisiensi penggunaan Ca, terutama dalam aplikasinya dan efeknya signifikan dalam meningkatkan serapan Ca serta efektif meminimalkan cemaran getah kuning pada buah manggis.

Penggunaan pupuk Ca berbasis teknologi nano sangat prospektif untuk meningkatkan efektifitas penyerapan Ca dan pengendalian cemaran getah kuning serta efisiensi tenaga kerja. 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, di antaranya karena ukurannya dalam skala nano. 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. Hasil penelitian tahun 2015 menunjukkan bahwa pemberian dolomit berukuran partikel mikron ternyata mampu meningkatkan kadar Ca di jaringan daun yang lebih tinggi dibandingkan 2500 g dolomit berukuran 1 mesh yang diberikan di dalam larikan. Kadar Ca daun manggis yang diberi 25 g Ca berukuran mikron mencapai 0,24 %, sedangkan yang diberi 2500 g Ca bersumber dolomit 1 mesh hanya 0,16 % untuk lokasi KP. Aripan (Martias *et al.* 2016). Potensi untuk meningkatkan efektifitas penyerapan Ca dan pemanfaatannya masih memungkinkan melalui teknik pemberian yang tepat, seperti melalui biopori, tablet (coating), dan infus. Pemberian dolomit melalui biopori dilaporkan efektif dalam meningkatkan penyerapan Ca oleh akar tanaman manggis dan menekan cemaran getah kuning (Odit *et al.* 2015). Pemberian pupuk Urea dalam bentuk tablet (coating) juga dilaporkan dapat meningkatkan kadar N daun dan produksi pepaya (Gabriel *et al.* 2016).

Teknik pemberian pupuk Ca berbasis nano yang tepat diharapkan dapat meningkatkan efisiensi penggunaan pupuk, biaya tenaga kerja, serta minat petani dalam pengendalian cemaran getah kuning pada buah manggis.

1.2 Dasar Pertimbangan

Persyaratan 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 dari Indonesia karena adanya indikasi kontaminasi Cd (Kedutaan Besar RI, 2011). Logam berat lainnya seperti Pb dan Ni juga perlu diminimalkan kandungannya di dalam buah manggis karena kadarnya yang terlalu tinggi akan berbahaya bagi kesehatan konsumen. Strategi yang dapat dilakukan untuk mengeliminasi atau meminimalkan kandungan logam berat pada buah manggis adalah dengan menggunakan amelioran yang ramah lingkungan. Beberapa jenis bahan amelioran, baik organik maupun anorganik juga telah diketahui efektif untuk meminimalkan penyerapan logam berat pada beberapa jenis tanaman tetapi belum diketahui kompatibelnya dengan manggis. Seleksi jenis amelioran yang sesuai untuk meminimalkan penyerapan logam berat pada buah manggis adalah strategi yang sangat prospektif untuk dilakukan. Jenis amelioran yang efektif adalah yang mampu meminimalkan akumulasi logam berat di jaringan daun dan buah manggis.

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 atau meminimalkan cemaran getah kuning melalui pemberian Ca (dolomit dan kalsit) belum memberikan hasil maksimal karena rendahnya minat petani dalam menerapkan teknologi tersebut.

Hal ini terutama disebabkan karena tidak efektifnya penyerapan Ca oleh tanaman manggis. Disamping itu dolomit atau kalsit yang diperlukan sangat besar (5-20 kg/tanaman setara dengan 0,5-2 ton/ha). Teknologi nano adalah strategi yang berpotensi untuk meningkatkan penyerapan Ca dan meminimalkan cemaran getah kuning buah manggis. Hasil penelitian tahun 2015 di KP. Aripan Balitbu Tropika menunjukkan bahwa pemberian Ca berbasis nano mampu meningkatkan kadar Ca daun manggis yang nyata lebih tinggi dibandingkan penggunaan dolomit konvensional secara larikan di zona perakaran manggis. Data yang diperoleh menunjukkan bahwa 25 g Ca berbasis nano (berukuran mikron) ternyata mampu meningkatkan penyerapan Ca di daun manggis lebih tinggi dari pada penggunaan 2500 g dolomit konvensional. Teknik aplikasi pupuk Ca nano yang tepat masih perlu diteliti untuk meningkatkan efektifitasnya penyerapan Ca dan meminimalkan cemaran getah kuning buah manggis.

1.3 Tujuan

1.3.1 Tujuan Jangka Pendek

- a. Mendapatkan satu jenis amelioran yang efektif untuk meminimalkan cemaran logam berat di buah manggis
- b. Mendapatkan satu komponen paket teknologi pupuk Ca berbasis nano yang efektif meminimalkan cemaran getah kuning pada buah manggis

1.3.2 Tujuan Jangka Panjang

Mendapatkan paket teknologi untuk meningkatkan kualitas dan meminimalkan akumulasi logam berat pada buah manggis.

1.4 Keluaran Yang diharapkan

1.4.1 Luaran jangka pendek

- a. Satu jenis amelioran yang efektif untuk meminimalkan akumulasi logam berat pada buah manggis.
- b. Satu komponen paket teknologi pupuk Ca berbasis nano yang efektif meminimalkan cemaran getah kuning pada buah manggis
- c. Satu draf karya tulis ilmiah

1.4.2 Luaran jangka panjang

Paket teknologi untuk meminimalkan akumulasi logam berat dan meningkatkan kualitas buah manggis.

1.5 Perkiraan Manfaat dan Dampak

1.5.1 Manfaat

- a. Amelioran yang efektif akan mengeliminasi atau meminimalkan akumulasi logam berat pada buah manggis.
- b. Komponen paket teknologi pupuk Ca berbasis nano meningkatkan efektifitas penggunaannya dalam menurunkan cemaran getah kuning pada buah manggis.

1.5.2 Dampak

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

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 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.

Tuntutan keamanan pangan juga semakin gencar dan terutama sekali manggis harus bebas atau minimal dari akumulasi logam berat. Kontaminan logam berat yang umum adalah Cd, Cr, Cu, Hg, Pb, dan Zn. Logam merupakan komponen alami dalam tanah (Lasat, 2000). Beberapa dari logam mikronutrien ini diperlukan untuk pertumbuhan tanaman, seperti Zn, Cu, Mn, Ni, dan Co, sementara yang lain tidak diketahui fungsi biologisnya, seperti Cd, Pb, Hg (Gaur and Adholeya. 2004). Kadmiun adalah salah satu logam berat yang dipermasalahkan RRT semenjak tahun 2011 (Kedutaan Besar RI, 2011) yang berimplikasi terhadap terhambatnya ekspor manggis ke Negara tersebut dan anjloknya harga manggis di tingkat petani (Asosiasi manggis Sumbar, 2014).

Kualitas manggis yang rendah masih menjadi masalah dalam pemasaran manggis. Kualitas manggis 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. Defisiensi Ca pada leci cenderung menyebabkan pecah buah (Huang *et al.* 2005). Unsur hara B adalah unsur hara yang berkontribusi terhadap cecaran 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 cecaran 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 cecaran 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 cecaran 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 cecaran 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 cecaran getah kuning.

Ukuran partikel dolomite atau kalsit sebagai sumber Ca yang relatif besar (≥ 2 mm) juga berpotensi menyebabkan rendahnya penyerapan Ca oleh tanaman manggis. Penggunaan Ca berukuran kecil dari nano hingga sub mikron

berpotensi untuk meningkatkan penyerapannya Ca dan efektifitasnya dalam menurunkan cemaran getah kuning pada buah manggis. 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 adalah untuk 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.

2.2 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 cemaran 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 kontinu 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).

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 cecair getah kuning pada daging buah manggis juga meningkat. Cecair 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.

Status logam berat Pb, Cd, Ni pada daging buah dan kulit buah manggis dari lima sentra produksi menunjukkan lokasi Selemadek Barat Provinsi Bali tertinggi dibandingkan lokasi lainnya. Kadar Pb, Cd, dan Ni yang ditemukan berturut adalah 0,17; 0,13; dan 2,48 ppm pada daging buah dan 0,21; 0,16; 2,60 ppm untuk kulit buah (Martias *et al.* 2015).

Dari pengujian aplikasi pupuk Ca berbasis partikel micron menunjukkan bahwa, pemberian 25 g pupuk Ca berukuran micron/tanaman memberikan kadar Ca jaringan daun yang lebih tinggi dibandingkan 2500 g/tanaman dolomite konvensional (ukuran 1 mesh). Hal ini menunjukkan bahwa ukuran partikel pupuk Ca sangat berpotensi untuk meningkatkan kadar Ca di jaringan dan penurunan emaran getah pada buah manggis (Martias *et al.* 2016)

III. METODOLOGI

3.1. Pendekatan

Penelitian ini merupakan penelitian eksperimental di kebun petani, baik untuk kegiatan satu maupun kegiatan dua. Disamping itu kegiatan untuk analisis kadar logam berat dan hara di jaringan buah juga dilakukan di laboratorium.

3.2. Ruang Lingkup Kegiatan

Ruang lingkup dari kegiatan penelitian ini meliputi penyusunan dan seminar proposal, persiapan bahan pendukung (milling dolomite, kapsul), pemberian ameliorant, analisis tanah awal dan akhir percobaan, analisis daun, kulit dan daging buah, analisis data dan penyusunan laporan.

3.3.1. Seleksi jenis amelioran yang efektif untuk meminimalkan akumulasi logam berat pada buah manggis

a. Bahan dan Alat

Bahan yang digunakan dalam penelitian meliputi tanaman manggis yang telah berproduksi, bahan penunjang di lapangan dan di laboratorium. Peralatan yang digunakan antara lain jangka sorong, refraktometer, dan AAS.

b. Waktu dan Tempat

Penelitian akan dilaksanakan dari bulan Januari hingga Desember 2017 di kebun petani (Desa Selemadeg Barat, Kecamatan Selemadeg, Kabupaten Tabanan, Propinsi Bali), laboratorium Balai Penelitian Tanaman Buah Tropika, dan Balai Penelitian Tanah Bogor, dan Balai Penelitian Lingkungan Pertanian.

c. Metoda Pelaksanaan

Penelitian telah dilakukan semenjak tahun 2016 di kebun petani yang telah diketahui status logam beratnya dari hasil penelitian Tahun 2015 dan 2016. Tanaman telah diberi perlakuan amelioran dolomit, zeolit, kompos, arang sekam dan pupuk dasar (Urea, SP-36, dan KCl). Rancangan yang digunakan RAK, dengan perlakuannya adalah sebagai berikut: dolomite (10, 20 kg/tanaman), zeolit (10, 20 kg/tanaman), kompos (25, 50 kg/tanaman), arang sekam padi (25, 50 kg/tanaman). Setiap unit terdiri dari 3 tanaman dan diulang 3 kali. Perawatan tanaman yang telah diperlakukan ini, meliputi sanitasi, pengendalian organisme pengganggu, pembuangan tunas air hingga menjelang panen buah.

Peubah yang diamati antara lain (a) kadar Pb, Cd, Ni jaringan tanaman, (b) Kadar hara jaringan tanaman, (c) persentase cemar getah

kuning, (d) karakter fisik buah (bobot, diameter, tebal kulit), dan (e) tingkat kemanisan buah (TSS).

d. Penetapan unsur Cd, Pb, Ni

Unsur logam berat total dalam tanah dapat diekstrak dengan cara pengabuan basah menggunakan asam campur 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 130 450° 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 pembandingan.

Perhitungan

$$\text{Kadar logam berat (ppm)} = \text{ppm kurva} \times \frac{\text{ml ekstrak}}{1000 \text{ ml}} \times \frac{1000 \text{ g}}{(\text{g contoh})} \times fp \times fk$$

$$\text{Kadar logam berat (ppm)} = \text{ppm kurva} \times \text{ml ekstrak} \cdot 1.000 \text{ ml}^{-1} \times 1000 \text{ g g}^{-1}$$

contoh

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

Keterangan:

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

Fk = faktor koreksi kadar air = 100/(100 – % kadar air).

Analisis data

Data yang diperoleh dianalisis dengan sidik ragam, apabila berbeda nyata dilanjutkan dengan uji DMRT (*Duncan News Multiple Range Test*) pada taraf nyata 5%.

3.3.2. Efektifitas komponen teknologi pupuk Ca berbasis nano terhadap minimalisasi cemaran getah kuning pada buah manggis

3.3.2.1. Bahan

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini antara lain tanaman manggis yang telah berproduksi, pupuk Ca berbasis nano, pupuk dasar (Urea, SP-36, KCl), bahan penunjang di lapangan dan di laboratorium. Peralatan yang digunakan antara lain: GPS, refraktometer, bor tanah, jangka sorong, pH meter, dan AAS.

3.3.2.2. Waktu dan Tempat

Penelitian akan dilaksanakan dari bulan Januari hingga Desember 2017 di kebun petani di Sumatera Barat, laboratorium Balai Penelitian Tanaman Buah Tropika, dan Balai Penelitian Tanah Bogor.

3.3.2.3. Metoda Pelaksanaan

Penelitian akan dilakukan di kebun petani (salah satu sentra produksi manggis Sumatera Barat), menggunakan tanaman manggis yang relatif seragam umur, kesuburan, dan permasalahan cemaran getah kuningnya. Dua jenis perlakuan yang akan diaplikasikan, yaitu pupuk Ca berbasis nano sistem budidaya manggis petani (Tabel 1). Setiap unit perlakuan terdiri dari 30 tanaman, sehingga jumlah tanaman yang diamati adalah 60 tanaman.

Tabel 1. Perlakuan untuk membandingkan teknologi pupuk Ca berbasis nano dan cara budidaya petani

Perlakuan	Teknologi Balitbu Tropika	Teknologi petani
Pemupukan	Pupuk kandang +N +P + K + Ca berbasis nano + B	Pupuk kandang + N +P + K + Ca dolomit konvensional + B
Pengendalian OPT	Penyemprotan minyak seroh	Tanpa pengendalian OPT

Pupuk kandang sebanyak 60 kg/tanaman diberikan di awal perlakuan dan diikuti oleh aplikasi pupuk N, P, K, Ca dan B. Pemberian N, P, K, Ca, dan B

didasarkan pada hasil analisis daun, yaitu diberikan apabila kadar $N < 1,35\%$; $P < 0,21\%$, $K < 0,90\%$, $Ca < 1,25\%$, dan $B < 90$ ppm (Liferdi, 2007 dan Martias, 2012). Dosis N, P, K, dan B yang diberikan berturut adalah (1000 g N/tanaman; 1000 g P/tanaman, 1000 g K/tanaman, 20 g B/tanaman), sedangkan Ca berbasis nano dan Ca bersumber dolomit konvensional, berturut-turut adalah 120 dan 3000 g/tanaman. Pemberian pupuk dilakukan secara melingkar sejajar dengan tajuk terluar, yaitu di dalam parit pada kedalaman 5-20 cm, lebar 30 cm. Setelah pupuk ditempatkan di parit, dilakukan penutupan dengan tanah dan serasah tanaman.

Pengendalian OPT, terutama terhadap hama trips dan semut dilakukan secara maksimal semenjak tanaman dipupuk sampai saat buah dipanen. Pengendalian hama trips, yaitu dengan penyemprotan minyak atsiri dengan dosis 2 cc/L.

Penyiraman atau pengairan tanaman dilakukan apabila kondisi air tanah berada di bawah kondisi kapasitas lapang atau tidak ada hujan lebih dari seminggu secara berturut-turut.

a. Peubah

Peubah yang diamati antara lain:

- a. Persentase cecair getah kuning di buah
- b. Produksi per pohon
- c. Diameter buah
- d. Kadar Ca, Mg, N, P, K, Fe, Mn, Cu, Zn, B jaringan tanaman
- e. Total padatan terlarut (TSS)
- f. Sifat tanah awal (tekstur, pH, KTK, C organik, N kejehdhal, P Bray, K, Ca, Mg, Fe, Mn, Cu, Zn, B tersedia).

Analisis kadar hara N, P, K, Ca, Mg, Fe, Mn, Cu, Zn, dan B jaringan tanaman

Sampel jaringan yang akan dianalisis dikeringkan dengan oven pada suhu 70°C. Selanjutnya digiling dan disaring dengan kehalusan 0.5 mm. Metoda analisis berpedoman pada petunjuk teknis analisis kimia tanah, tanaman, air, dan pupuk (Sulaiman *et al.* 2005).

Analisis Sifat Kimia Tanah

Sampel tanah diambil dari daerah perakaran tanaman manggis pada empat arah mata angin, yaitu sekitar 2 meter dari pohon pada kedalaman 0-30 cm dan dikomposit menjadi satu. Sampel tanah yang telah diambil dikeringanginkan dan diayak pada kehalusan 2-4 mm. Sampel tanah dianalisis sesuai dengan parameter yang ditentukan dengan metode analisis kimia tanah, tanaman, air, dan pupuk (Sulaiman *et al.* 2005).

Pengamatan peubah produksi buah (bobot buah, bobot basah kulit buah, dan daging buah)

Bobot basah buah, bobot basah kulit buah dan bobot basah daging buah (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.

Pengamatan cemaran getah kuning

Cemaran getah kuning diamati meliputi persentase daging buah bergetah kuning (PAGK), persentase juring bergetah kuning (PJGK), dan persentase buah kulitnya bergetah kuning (PBKGK) dihitung berdasarkan rumus:

$$\text{PAGK} = \frac{\text{Jumlah buah yang daging buahnya tercemar getah kuning}}{\text{Jumlah buah yang diamati}} \times 100$$

$$\text{PJGK} = \frac{\text{Jumlah juring tercemar getah kuning}}{\text{Jumlah juring yang diamati}} \times 100$$

$$\text{PBKGK} = \frac{\text{Jumlah buah kulitnya tercemar getah kuning}}{\text{Jumlah buah yang diamati}} \times 100$$

Tingkat cemaran getah kuning baik pada daging buah, juring, maupun pada kulit buah ditentukan dengan kelas persentase cemaran getah kuning (Martias, 2012) , seperti disajikan pada Tabel 1 berikut:

Tabel 1. Kelas persentase cemaran getah kuning untuk daging buah, juring, dan kulit buah manggis

Kategori	Persentase
Sangat rendah	1–10
Rendah	11–20
Sedang	21–30
Agak tinggi	31–40
Tinggi	41–50
Sangat tinggi	51–100

Jumlah buah yang diamati untuk mengetahui PAGK, PJGK, PBKGK adalah sebanyak 50 buah untuk setiap pohon atau 500 buah untuk setiap lokasi.

Pengamatan peubah total padatan terlarut (TSS)

Padatan total terlarut (°brix) diukur dengan menggunakan refraktometer, yaitu dengan cara menempatkan perasan cairan daging buah pada refraktometer. Nilai padatan total terlarut dibaca melalui lensa refraktometer yang terlihat pada perubahan warna pada angka-angka di lensa pembacaan refraktometer.

b. Teknik analisis

Data yang telah diperoleh dianalisis dengan Uji T (T-test) pada tingkat kepercayaan 5% untuk mengetahui perbedaan dampak perlakuan komponen paket teknologi pupuk Ca berbasis nano dengan cara budidaya petani terhadap peubah yang diamati.

IV. PENANGANAN ANALISIS 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	Ketersediaan bahan dan pelaksanaan kegiatan terlambat	Mempercepat proses pencairan dana pada awal tahun anggaran
			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	Fase tumbuh sudah terlampaui sehingga hasil	Koordinasi dengan tim pembelian barang dan

			ada	tidak optimal	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 dan 2	Mengkoordinir kegiatan mulai pelaksanaan sampai pelaporan	20
2.	Hendri, STP, MS 197407112005011001	Peneliti Pertama/Pasca panen	Anggota	Membantu penyusunan proposal perlakuan, pengamatan, tabulasi data, dan penyusunan laporan	10
3.	Nofiarli, STP, MP 198011112008011 002	Peneliti Pertama/Teknologi Pertanian	Anggota	Membantu perlakuan, pengamatan, dan tabulasi data	5
4.	Titin Purnama, SP, MSi 197101112007012001	Peneliti Pertama/ Agronomi	Anggota	Membantu, pengamatan, perlakuan, dan analisis data, dan pelaporan	5
5.	Triyani Dewi SP, MSi 198102122003122002	Peneliti Muda/Kimia Tanah (Balai Penelitian Lingkungan Pertanian)	Anggota	Membantu, pengamatan, interpretasi data, dan redaksional	5
6.	Dr. Husnain, MSc 197309102001122001	Peneliti Muda Kimia Kesuburan Tanah (Balai Penelitian Tanah)	Anggota	Perakitan formulasi, interpretasi data dan redaksional laporan	5
7	Dr. I Gusti Komang Dana Arsana.SP.MSi 196312311990021001	Peneliti Madya/ Agronomi (BPTP Bali)	Anggota	Membantu koordinir perlakuan dan interpretasi data dan pelaporann	5
8.	Dr. Ellina Mansyah, MP 196304231991032001	PMDY/Pemuliaan	Anggota	Membantu koordinir kegiatan, interpretasi data dan redaksional laporan	5

9.	Dewi Fatria, SP 197312252007102001	Peneliti Pertama/ Ekofisiologi	Anggota	Membantu perlakuan, pengamatan, dan tabulasi data	5
10	Rahmah Dewi Yustika, SP, MSi 197811172003122001	Peneliti Muda/Fisika dan Konservasi Tanah (Balitanah)	Anggota	Membantu, pengamatan, interpretasi data, dan redaksional	5
11.	Dr. Hoerudin, SP MfoodSt, PhD	Biokimia, nanoteknologi	Anggota	Persiapan materi pupuk Ca berbasis nano	5
12.	Ir. Harlion, MSc 196204101990031003	Peneliti Muda/HPT	Anggota	Membantu, pengamatan, interpretasi data, dan redaksional	5
12.	Iil Rohani 196910122000032001	Teknisi/Analisis laboratorium	Anggota	Membantu perlakuan, pengamatan, dan analisis laboratorium	5

5.2 Jadwal Palang

No	Kegiatan	Bulan (2017)											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1.	Persiapan	x	x										
2.	Pengumpulan data sekunder		x	x									
	Penentuan lokasi		x	x									
3.	Penentuan tanaman sampel		x	x									
4.	Pengambilan sampel tanah & tanaman			x	x								
5.	Pemeliharaan tanaman			x	x	x	x	x	x	x	x		
6.	Pengambilan buah (panen)									x	x	X	
7.	Prosesing & analisis data									x	x	X	x
8.	Pelaporan											X	x
	Persentase Fisik (%)	15	5	5	5	5	5	10	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

No.	Jenis Pengeluaran	Jumlah (Rp)
1.	Belanja Bahan	31.900.000
2.	Belanja barang untuk persediaan barang konsumsi	6.950.000
3.	Belanja Barang non Operasional	52,150,000
4.	Belanja Perjalanan Biasa	84,000,000
	JUMLAH	175.000.000

B. Rincian Pembiayaan

No	Jenis Pengeluaran	Volume	Satuan	Harga Satuan	Jumlah
521211	Belanja Bahan				
	Kegiatan I				
	Pengadaan buah manggis	600	Kg	24,000	14,400,000
	Kegiatan II				
	Pengadaan buah manggis	700	Kg	25,000	17,500,000
					31,900,000
521811	Belanja Barang untuk Persediaan Konsumsi				6,950,000
	ATK				1,689,000
	Flash disk (Tosiba 16 GB)	1	bh	115,000	115,000
	Spidol permanent	1	lsn	82,000	82,000
	Pena faster hitam C 600	2	lsn	25,000	50,000
	Tissu Refill Paseo	40	bh	13,550	542,000
	Kertas A4 80 gram, Bola Dunia	6	rim	50,000	300,000
	Tinta EPSON T6731 (Black)	2	Botol	120,000	240,000
	Tinta EPSON T6734 (Yellow)	1	Botol	120,000	120,000
	Tinta EPSON T6733 (Magenta)	1	Botol	120,000	120,000
	Tinta EPSON T6735 (Cyan)	1	Botol	120,000	120,000
	Bahan Pendukung				5,261,000
	Urea non subsidi	4	zak	445,000	1,780,000
	SP-36	3	zak	205,000	615,000
	KCl	3	zak	445,000	1,335,000

		Boraks	2	kg	36,000	72,000
		Pupuk kandang	1	truk	850,000	850,000
		Minyak sere wangi	3.5	liter	174,000	609,000
521219		Belanja Barang Non Operasional Lainnya				52,150,000
		Kegiatan I				
		Sanitasi kebun	70	HOK	75,000	5,250,000
		Pemangkasan	15	HOK	75,000	1,125,000
		Pemanenan dan pengamanan data	40	HOK	75,000	3,000,000
						9,375,000
		Analisa kadar logam berat dan hara jaringan tanaman				
		Persiapan contoh	54	sampel	20,000	1.080,000
		Ekstrak total logam berat daun	54	sampel	35,000	1,890,000
		Pengukuran Pb, Cd, Ni	82	sampel	72,000	5,832,000
		N-Kjeldahl	27	sampel	30,000	810,000
		Pengukuran P, K, Fe, Mn, Zn, Cu	27	Sampel	73,000	1,971,000
		Pengukuran Ca, Mg	27	Sampel	35,000	945,000
		Pengukuran B	28	Sampel	25,000	700,000
						13,300,000
		Kegiatan II				
		Sanitasi kebun	75	HOK	75,000	5,625,000
		Pemangkasan	25	HOK	75,000	1,875,000
		Aplikasi pupuk dasar dan Ca nano	35	HOK	75,000	2,625,000
		Pemanenan dan pengamanan data	66	HOK	75,000	4,875,000
						15,075,000
		Analisa kadar hara jaringan tanaman				
		Ball milling dolomit	66	paket	200,000	13,200,000
		Ekstraksi	6	sampel	20,000	120,000
		Pengukuran Ca, Mg, S	6	sampel	46,000	276,000
		Pengukuran N	6	sampel	35,000	210,000
		Pengukuran P, K, Mn, Cu, Zn, Fe	6	sampel	75,000	450,000
		Pengukuran B	6	sampel	24,000	144,000
						14,400,000

524111	52. Belanja Perjalanan Lainnya					84,000,000
		Kegiatan I (Lokasi Tabanan)				
		Persiapan bahan dan koordinasi dengan petani				
		Lunsum peneliti Balitbu & Balingtan (2 orang 4 hari)	8	HOK	480,000	3,840,000
		Tiket Pesawat (2 orang)	2	pp	3,000,000	6,000,000
		Penginapan (2 orang)	3	malam	400,000	1,200,000
		Lunsum peneliti BPTP	2	HOK	380,000	760,000
		Lunsum Pengemudi BPTP	2	HOK	220,000	440,000
		BBM	60	Liter	6,950	417,000
		Pemeliharaan, pengambilan sampel				
		Lunsum peneliti Balitbu & Balittanah (2 orang 4 hari)	8	HOK	480,000	3,840,000
		Tiket Pesawat (2 orang)	2	pp	3,000,000	6,000,000
		Penginapan (2 orang)	3	malam	400,000	1,200,000
		Lunsum peneliti BPTP	2	HOK	380,000	760,000
		Lunsum Pengemudi BPTP	2	HOK	220,000	440,000
		BBM	60	Liter	6,950	417,000
		Panen				
		Lunsum Peneliti Balitbu (2 orang 4 hari)	8	HOK	480,000	3,840,000
		Tiket Pesawat (2 orang)	2	pp	3,000,000	6,000,000
		Transport lokal (2 orang)	2	pp	305,625	611,250
		Penginapan	3	malam	400,000	1,200,000
		Lunsum Peneliti BPTP	4	HOK	380,000	1,520,000
		Lunsum Pengemudi BPTP	4	HOK	220,000	880,000
		BBM	60	Liter	6,950	417,000
		Analisis dan koordinasi ke Balai Penelitian Tanah				
		Lunsum (2 orang 3 hari 1 kali)	6	HOK	430,000	2,580,000
		Tiket Pesawat (2 orang)	2	pp	1,500,000	3,000,000
		Transport lokal (2 orang)	2	pp	303,750	607,500
		Penginapan (2 hari)	2	malam	400,000	800,000
						46,769,750
		Kegiatan II (Lokasi Sumbar)				
		Koordinasi dengan pemilik kebun				
		Lunsum Peneliti (2 org, 3 hari)	4	HOK	380,000	1,520,000

		Lansum Pengemudi	4	HOK	125,000	500,000
		Penginapan	2	hari	400,000	800,000
		BBM	60	liter	6,950	417,000
		Perlakuan pupuk kalsium nano				
		Lunsum (3 orang 4 hari, 2 kali)	12	HOK	380,000	4,560,000
		Lunsum Pengemudi	8	HOK	125,000	1,000,000
		Penginapan	6	hari	400,000	2,400,000
		BBM	110	liter	6,950	764,500
		Pemeliharaan dan pengambilan sampel				
		Lunsum (2 orang 3 hari 4 kali)	24	HOK	380,000	9,120,000
		Pengemudi	12	HOK	125,000	1,500,000
		Penginapan	8	hari	400,000	3,200,000
		BBM (4kali)	220	liter	6,950	1,529,000
		Panen				
		Lunsum (3 orang, 3 hari 2 kali)	18	HOK	380,000	6,840,000
		Pengemudi	6	HOK	125,000	750,000
		Penginapan	4	hari	400,000	1,600,000
		BBM (2 kali)	105	liter	6,950	729,750
						37,230,250
		Total				175,000,000

DAFTAR PUSTAKA

- Adam P. 1978. Tomatoes in peat. Part 1. How feet variations effect yield. *Grower* 89, 1091: 1093-1094.
- Affandi dan Emilda. 2009. Periode kritis dan pengaruh pemulsaan , sanitasi, dan yellow fluorescent sticky trap terhadap fluktuasi populasi thrips manggis. Perhimpunan Hortikultura Indonesia, kumpulan makalah seminar ilmiah: 450-459.
- 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.
- Alloway, B.J. 1995. The origin of heavy metals in soils. p.38-57. *In*: B.J. Alloway (ed.) *Heavy Metals in Soils*. 2nd ed. Blackie Acad. Prof. London.
- 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.
- Asosiasi Manggis Sumatera Barat. 2013. Kondisi dan masalah pemasaran manggis di Sumatera Barat. Diskusi pada kegiatan Diseminasi Teknologi Budidaya Manggis dan Potensi Pasarnya di Dinas Peratanian Tanaman Pangan Propinsi Sumatera Barat.
- 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 hak 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.
- Cho-Ruk K, J. Kurukote, P. Supprung, and S. Vetayasuporn. 2006. Perennial plants in the phytoremediation of lead contaminated soils. *Biotechnology*, 5(1): 1–4.

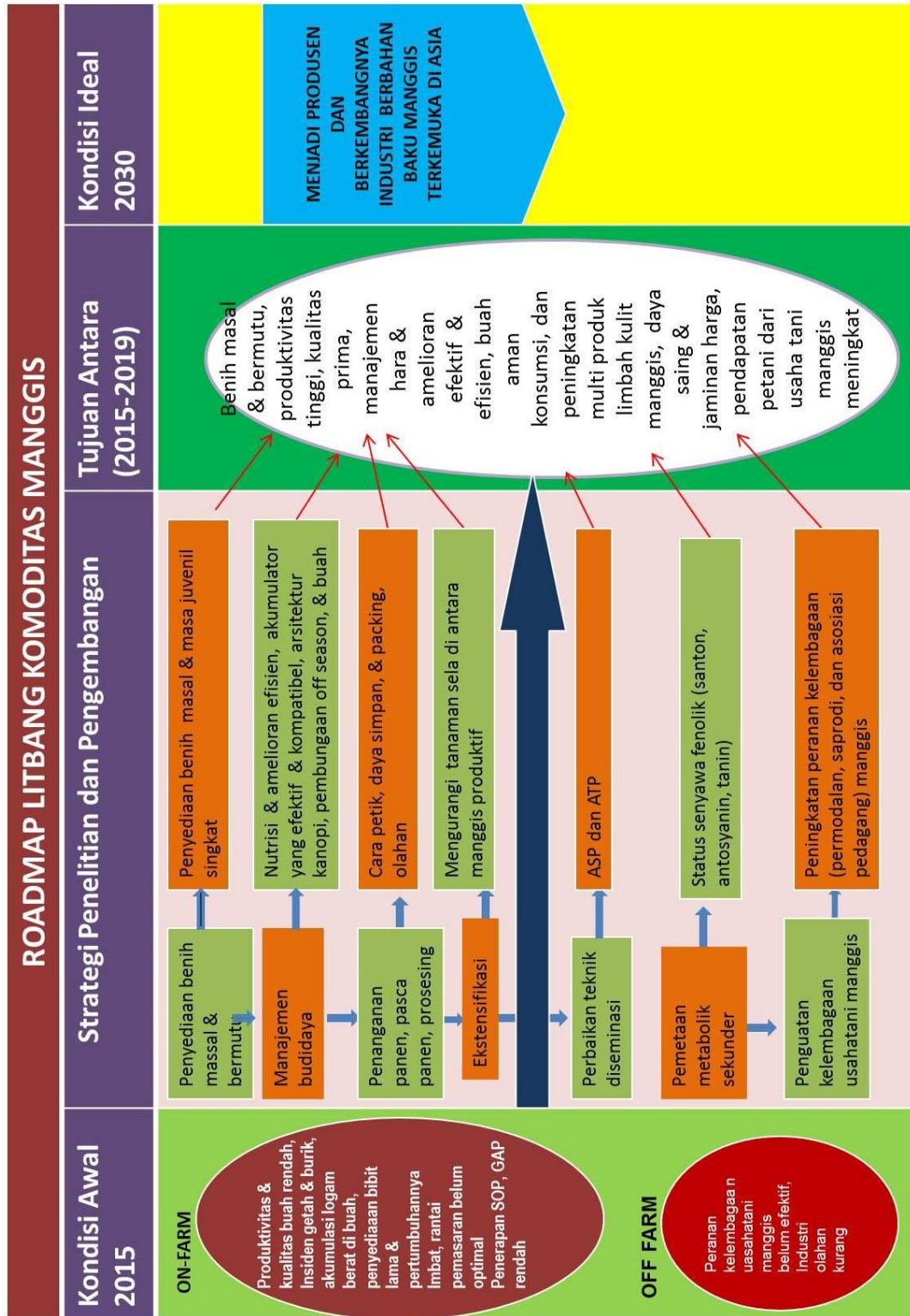
- Coogan T.P., Latta D.M., Snow E.T., Costa M. 1989. Toxicity and carcinogenicity of nickel compounds. In: Critical reviews in toxicology. McClellan R.O. (ed). Vol. 19. Boca Raton, FL: CRC Press; pp. 341-384. <http://dx.doi.org/10.3109/10408448909029327>
- Dahnke WC and Olson RA. 1990. Soil test correlation, calibration and recommendation. p 45-71. In Westerman RL (ed). Soil testing and plant analysis. 3rd. ed. *Soil Sci. Soc. Amer.*, Madison. Wis.
- Das K.K, Das S.N, Dhundasi S.A. 2008. Nickel, its adverse health effects & oxidative stress. *Indian J Med Res* 128, October 2008, pp 412-425
- Deptan. 2009. Atap Publikasi Hortikultura. <http://www.hortikultura.go.id>. [27 April 2009].
- Dorly, S. Tjitrosemito, R. Poerwanto, and D. Efendi. 2009. Study of calsiium 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 cemaran 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, Lebauskas 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.
- Gaur A and A. Adholeya. 2004. Prospects of arbuscular mycorrhizal fungi in phytoremediation of heavy metal contaminated soils. *Current Science*, 86 (4): 528–534.
- 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.
- Gabriel B. da Silva Júnior, Eduardo M. dos Santos, Roberto L. Silva, Ítalo H. L. Cavalcante. 2016. Nutritional status and fruit production of *Carica papaya*. *R. Bras. Eng. Agríc. Ambiental*, v.20, n.4, p.322-328.

- Hasyim A. dan K. Iswari. 2008. Manggis kaya antioksidan. *Iptek Hortikultura* 4(8):44-47.
- Harker dan Venis 1991, Measurement of intracellular and extracellular free calcium in apple fruit cell using calcium selective microelectrodes in 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 sapindaceae 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 Properties 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 xanones from the pericarp of *Garcinia mangostana* (mangosteen). *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 54, 2077–2082.
- Lasat MM. 2000. Phytoextraction of metals from contaminated soil: a review of plant/soil/metal interaction and assessment of pertinent agronomic issues. *Journal of Hazardous Substance Research*, 2(5): 1–25.
- 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 Survei Kandungan Cadmium dan Hama Coccidae 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
- Martias, Nofriali, Leni M, Titin P, Dewi T. 2015. Peningkatan kualitas dan minimalisasi logam berat pada buah manggis. Hasil analisis data sementara dari enam sentara produksi manggis (Sumbar, Jabar, dan Bali). Bahan Laporan Balitbu Tropika. Belum dipublikasi.
- Nurjaya, Emona Z, M. Sri Saeni. 2006. Pengaruh ameliorant terhadap kadar Pb tanah, Serapannya serta hasil bawang merah. *Jurnal Ilmu-Ilmu Pertanian Indonesia.* 8 (2): 110-119.
- 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.
- Odit Ferry Kurniadinata, Roedhy Poerwanto, Darda Efendi, dan Ade Wachjar. 2016. Mengatasi Cemaran Getah Kuning pada Buah Manggis (*Garcinia mangostana*) dengan Aplikasi Kalsium dan Teknologi Lubang Resapan Biopori. *J. Hort.* Vol. 26 No. 1, Juni 2016 : 59-66
- O'Neill MA, Ishii T, Albersheim P, Darvill AG. 2004. Rhamnogalacturonan II: structure and function of a borate cross-linked cell wall pectic polysaccharide. *Annu Rev Plant Biol.* 55:109–139.
- 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.
- Statistik 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. ROAD MAP TEKNOLOGI



**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 petani 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"> • Survei pasar domestik dan luar negeri. • Laporan pengguna dan pedagang • Laporan Dinas terkait. 	<p>Petani Manggis menerapkan teknologi yang dihasilkan</p>
<p>Luaran Informasi status logam berat di tanah dan daun. Informasi kadar Ca di jaringan daun manggis</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Kadar logam berat di tanah dan jaringan daun manggis • Kadar Ca di jaringan daun manggis 	<p>Laporan hasil penelitian Balitbu Tropika</p>	<p>Musim buah sesuai dengan rencana penelitian Pelaksanaan milling dolomit berukuran mikron lancar di</p>

			laboratorium
<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>