

RENCANA PENELITIAN TIM PENELITI

MINIMALISASI KONTAMINASI LOGAM BERAT DAN PENINGKATAN KUALITAS BUAH MANGGIS



Dr. MARTIAS, MP

BALAI PENELITIAN TANAMAN BUAH TROPIKA

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

2016

LEMBAR PENGESAHAN

1. Judul RPTP : **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 2016
5. Status penelitian (L/B) : Lanjutan
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 : 2016
10. Tahun Selesai : 2019
11. Output Tahunan :
 - a. Satu jenis amelioran yang berpotensi untuk meminimalkan akumulasi logam berat pada tanaman manggis.
 - b. Satu informasi respon pemberian Ca berukuran mikron terhadap penyerapan Ca pada tanaman manggis.
 - c. Satu draf KTI
12. Output Akhir : Satu paket teknologi untuk minimalisasi akumulasi logam berat dan meningkatkan kualitas buah manggis.
13. Biaya : Rp.225.000.000

Koordinator Program



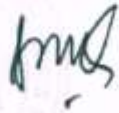
Dr. Ir. Ellina Mansyah, MP
NIP.19630423 1991032001

Penanggung Jawab RPTP



Dr. Ir. Martias MP
NIP. 196411291991031002

Mengetahui,
Kepala Pusat Penelitian dan
Pengembangan Hortikultura,



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

Kepala Balai Penelitian
Tanaman Buah Tropika



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

RINGKASAN

1.	Judul	:	Mimalisasi akumulasi logam berat dan peningkatan kualitas buah manggis
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, medium kering
5.	Status: a. Baru b. Lanjutan (tahun)	:	Lanjutan
6.	Tujuan a. Jangka pendek (2016) b. Jangka panjang (2019)	:	a. Mendapatkan jenis amelioran yang berpotensi untuk meminimalkan akumulasi logam berat pada tanaman manggis. b. Mengetahui respon pemberian Ca berukuran mikron terhadap penyerapan Ca pada tanaman manggis Mendapatkan paket teknologi untuk meminimalkan logam berat dan meningkatkan kualitas buah manggis.
7.	Luaran yang diharapkan a. Jangka pendek (2016) b. Jangka panjang (2019)	:	a. Satu jenis amelioran yang berpotensi untuk meminimalkan akumulasi logam berat pada tanaman manggis. b. Satu informasi respon pemberian Ca berukuran mikron terhadap serapan Ca pada tanaman manggis. c. Satu draf karya tulis ilmiah Paket teknologi untuk meminimalkan akumulasi logam berat dan meningkatkan kualitas buah manggis.

8.	<p>Hasil yang diharapkan</p> <p>a. Potensi manfaat</p> <p>b. Potensi dampak</p>	<p>:</p> <p>Manggis yang dihasilkan dari penggunaan ameliorant yang tepat dan efektif akan terbebas atau minimal kontaminasi logam berat, terutama pada lokasi yang tinggi logam beratnya.</p> <p>:</p> <p>Meningkatnya kualitas dan minimalnya akumulasi logam berat pada buah manggis akan berimplikasi terhadap 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.</p>
9.	<p>Deskripsi metodologi</p>	<p>:</p> <p>(1) Seleksi jenis amelioran yang berpotensi untuk meminimalkan akumulasi logam berat pada tanaman manggis</p> <p>Penelitian akan dilakukan di kebun petani Kecamatan Selemadek Barat Kabupaten Tabanan Bali. Tanaman yang telah dipilih diberi perlakuan amelioran dolomite, zeolit, pupuk kandang (kompos), arang (abu sekam) dan pupuk dasar (Urea, SP-36, dan KCl). Rancangan yang digunakan RAK, dengan perlakuan nya adalah sebagai berikut: kapur dolomit (10, 20 kg/tanaman), zeolit (10, 20 kg/tanaman), pupuk kandang atau kompos (25, 50 kg), arang (abu) sekam padi (25, 50 kg/tanaman). Peubah yang diamati antara lain (a) tekstur tanah, (b) sifat kimia tanah (pH H₂O, C organik, Kapasitas Tukar Kation (KTK), Kejenuhan Basa, N total, C/N rasio, K-dd, Ca-dd, Mg-dd, P tersedia), (c) kadar logam (Pb, Cd, dan Ni tersedia tanah awal dan akhir), (d) kadar Pb, Cd, dan Ni jaringan (daun), (e) karakter fisik buah (bobot, diameter) dan (f) tingkat kemanisan buah (TSS). Data yang diperoleh dianalisis dengan DMRT (<i>Duncan News</i></p>

	<p><i>Multiple Range Test</i>) pada taraf nyata 5%. Analisis regresi dan korelasi untuk mengetahui hubungan parameter kadar logam berat di jaringan akumulator (daun, akar, dan batang) dengan bobot kering akumulator.</p> <p>(2) Respon pemberian pupuk kalsium berukuran mikron terhadap serapan Ca pada tanaman manggis</p> <p>Tanaman manggis yang telah berproduksi dipilih yang relatif seragam umur dan kesuburannya pada satu hamparan dan diberi label sesuai dengan perlakuan. Rancangan yang digunakan dalam kegiatan ini RAK, yaitu sebagai perlakuannya adalah dosis pupuk Ca berukuran mikron (30, 60, 90, 120, 150 g/tanaman). Setiap unit perlakuan terdiri dari 3 tanaman dan diulang 4 kali. Pupuk dasar Urea, SP-36, dan KCL diberikan bersamaan dengan pupuk Ca, yaitu dalam larikan secara melingkar dan sejajar dengan tajuk terluar manggis. Parameter tanaman yang diamati antara lain: (a) Produksi (bobot buah/pohon, bobot buah/buah, diameter buah), (b) persentase cemar getah kuning, (c) tebal kulit buah, (d) tingkat kemanisan buah (TSS). Perubahan tanah yang diamati antara lain (a) tekstur tanah, (b) sifat kimia tanah (pH H₂O, C organik, Kapasitas Tukar Kation (KTK), Kejenuhan Basa, N total, C/N rasio, K-dd, Ca-dd, Mg-dd, P tersedia). Data yang diperoleh dianalisis dengan DMRT (<i>Duncan News Multiple Range Test</i>) pada taraf nyata 5%.</p>
--	--

10. Jangka waktu : 5 tahun (2015-2019)
11. Biaya/tahun : 225.000.000,-/2016

		SUMMARY	
1.	Title	:	Minimization of heavy metals and increasing mangosteen fruit quality
2.	Implementation Unit	:	Indonesian Tropical Fruit Research Institute Solok – Aripan Km 8, PO Box 5, Solok-Sumatera Barat 27301
3.	Location	:	West Sumatra, West Java, Bali and Jakarta
4.	Agroecological Zone	:	Wet tropical low land
5.	Status a. New b. Continue (Year)	:	Continued
6.	Objectives a. Short terms (2016) b. Long end of the project (2019)	:	a. To find out the type of ameliorant which on potential to minimize accumulation of heavy metals in mangosteen plant. b. To Know the response of the of Ca micron-sized to Ca uptake in the mangosteen plant. Get a package of technology to improve the production and quality and minimize the heavy metals in the mangosteen fruit to support the bioindustry.
7.	Expected output a. Short end of the project (2016) b. Long end of the project (2019)	:	a. One type of ameliorant which potential to minimize the accumulation of heavy metals in the mangosteen plant. b. One of response information on the giving Ca micron-sized to uptake in the mangosteen plant. Package of technology to improve the production and quality and minimize the heavy metal content to support the bio industry
8.	Expected result a. Potential benefit b. Potential impact	:	Can be used to select the type of ameliorant which potentially minimizes the accumulation of heavy metals and yellow latex contamination in the mangosteen fruit Fruits which are contaminated by heavy

		metal and polluted by yellow latex can be minimized and the fruit quality can be improved.
9.	Description of methodology	<p>(1) Selection of ameliorant which potential to minimize the accumulation of heavy metals in the mangosteen plant</p> <p>Research will be conducted in the farmer's garden which has the identification of the heavy metal status by the research results of 2015. Plants which have been chosen, treated by ameliorant lime, zeolite, manure (Kompos) and charcoal (rice husk ash), and basic fertilizer (Urea, SP-36, and KCl). The design used RAK, the treatment is as follows: dolomite lime (10, 20 kg/plant), zeolite (10, 20 kg), manure or compost (25, 50 kg), rice husk charcoal (ash) (25, 50 kg). The observed parameters are (a) the soil texture, (b) the soil chemical properties (pH H₂O, organic C, cation exchange capacity (CEC), Base saturation, total N, C/N ratio, K-dd, Ca-dd, mg-dd, P available), (c) the levels of metals (Pb, Cd, and Ni are available in the soil early and late), (d) the levels of Pb, Cd, and Ni tissue (leaves and fruit pulp), (e) physical character of fruit (weight, diameter) and (f) the level of sweetness of fruit (TSS). Data were analyzed by DMRT (Duncan Multiple Range Test News) at the 5 % significance level.</p> <p>(2) Response of Ca micron-sized of fertilizer application toward Ca uptake in the mangosteen plant</p> <p>Mangosteen which have been production, choosing the relatively uniform age and fertility on one plot and labeled in accordance to the treatment. The design used in this activity is RAK, ie as treatment is Ca nano sized fertilizer (30, 60, 90, 120, 150 g/plant). Each unit of treatment consists of 3 plants and repeated 4 times. Basic fertilizers Urea, SP-36, and KCL have given together with Ca fertilizer, which is in a circular array</p>

			and parallel to the outer mangosteen canopy. Plant parameters were observed, ie: (a) Production (weight of fruit/tree, fruit weight/fruit, fruit diameter), (b) the percentage of yellow latex contamination, (c) a thick of fruit peel, (d) the level of fruit sweetness (TSS). Soil parameters were observed ie (a) soil texture, (b) soil chemical properties (pH H2O, organic C, cation exchange capacity (CEC), Base saturation, total N, C / N ratio, K-dd, Ca-dd, Mg,-dd, P available). Data were analyzed by DMRT (Duncan Multiple Range Test News) at the 5 % of significance level.
10.	Duration	:	5 years
11.	Budget /Fiscal Year	:	225.000.000,-/2016

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 penanggulangan kontaminasi logam berat adalah penggunaan ameliorant diamping *pytoremidiasi* (akumulator). Nurjaya *et al.* (2006) melaporkan bahwa perlakuan zeolit 3 ton/ha efektif menurunkan serapan Pb di dalam daun dan umbi bawang merah.

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 efektifitasnya masih rendah dan membutuhkan jumlah dolomite yang tinggi. Di sisi lain, status Ca dan B di beberapa sentra produksi manggis 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 cemar getah kuning pada buah.

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 aplikasinya. Untuk itu perlu optimasi dolomit menjadi bahan pupuk Ca berukuran mikron berbasis nano untuk meningkatkan penyerapan Ca. Teknologi nano telah digunakan untuk merakayasa 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.

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 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 akumulator hayati dan amelioran yang ramah lingkungan. Beberapa jenis gulma atau tanaman yang mampu menyerap logam berat dan kompatibel dengan tanaman manggis perlu diseleksi untuk mendapatkan akumulator yang baik. Bahan amelioran, baik organik maupun anorganik juga telah diketahui efektif untuk meminimalkan penyerapan logam berat pada beberapa jenis tanaman tetapi belum diketahui kompatibel untuk manggis. Seleksi jenis amelioran yang sesuai untuk meminimalkan penyerapan logam pada manggis juga upaya yang sangat penting untuk dilakukan.

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. Cemarannya 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. Kebutuhan Ca yang terlalu besar dan tidak efektifnya penyerapan Ca juga berimplikasi terhadap rendahnya penerapan penggunaan Ca ditingkat petani sehingga insiden cemaran getah kuning di beberapa sentra produksi manggis masih tinggi. Penggunaan formulasi Ca berukuran nano diharapkan akan meningkatkan penyerapan dan efektifitas manfaat Ca terhadap penurunan cemaran getah kuning pada buah manggis.

1.3. Tujuan

a. Tujuan Jangka Pendek

- Mendapatkan satu jenis amelioran yang berpotensi untuk meminimalkan logam berat di tanah dan jaringan tanaman manggis
- Mengetahui respon penyerapan pupuk Ca berbasis partikel berukuran mikron terhadap kadar Ca di tanaman manggis

b. Tujuan Jangka Panjang

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

1.4. Keluaran Yang diharapkan

a. Luaran jangka pendek

- Satu jenis amelioran yang berpotensi untuk meminimalkan akumulasi logam berat pada tanaman manggis.
- Satu informasi respon penyerapan pupuk Ca berbasis partikel berukuran mikron terhadap kadar Ca di tanaman manggis
- Satu draf karya tulis ilmiah

b. Luaran jangka panjang

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

1.5. Perkiraan Manfaat dan Dampak

Manfaat

- a. Amelioran yang efektif mengeliminasi atau meminimalkan akumulasi logam berat pada buah manggis.
- b. Pupuk Ca berukuran nano akan meningkatkan penyerapan Ca di jaringan tanaman dan akan menurunkan cemaran getah kuning pada buah manggis.

Dampak

Tereliminasi atau minimalnya akumulasi logam berat dan meningkatnya kualitas 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 agribisnis 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 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.

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 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.

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 cecairan 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 fluorescnt 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 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.

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).

III. METODOLOGI

3.1. Seleksi jenis amelioran yang berpotensi untuk meminimalkan akumulasi logam berat pada tanaman manggis

3.1.1. Pendekatan

Bahan ameliorant dapat berupa bahan organik (pupuk kandang, kompos atau bahan anorganik (zeolit, arang sekam, kapur dan bahan lainnya) yang berperan memperbaiki sifat tanah yang kurang baik. Terkait dengan upaya minimalisasi akumulasi logam berat pada manggis, ameliorant berkontribusi mengikat logam berat di tanah atau memblokir penyerapannya sehingga yang ditranslokasi ke buah manggis menjadi minimal. Efektifitas peranan ameliorant dipengaruhi oleh jenis logam berat dengan tanaman manggis. Seleksi jenis amelioran yang berpotensi mengeliminasi atau meminimalkan logam berat pada tanaman manggis sangat diperlukan untuk mendapatkan jenis ameliorant yang efektif untuk menurunkan akumulasi logam berat pada buah manggis.

3.1.2. Ruang Lingkup Kegiatan

Ruang lingkup dari kegiatan penelitian ini meliputi penyusunan dan seminar proposal, persiapan amelioran (Kapur, zeolit, pupuk kandang (kompos), arang atau abu sekam), pemberian ameliorant, analisis tanah awal dan akhir percobaan, analisis daun dan buah, analisis data dan penyusunan laporan.

3.1.3. Bahan dan Metode Pelaksanaan Kegiatan

3.1.3.1. Bahan

Bahan yang digunakan dalam penelitian meliputi tanaman manggis yang telah berproduksi, bahan ameliorant (kapur, zeolit, pupuk kandang (kompos), arang (abu) sekam padi), pupuk dasar (Urea, SP-36, KCl, Dolomit) dan bahan penunjang di lapangan dan di laboratorium. Peralatan yang digunakan antara lain jangka sorong, pH meter, dan AAS.

3.1.3.2. Waktu dan Tempat

Penelitian akan dilaksanakan dari bulan Januari hingga Desember 2016 di kebun petani (Kabupaten Pupuan, Propinsi Bali), laboratorium Balai Penelitian Tanaman Buah Tropika, dan Balai Penelitian Tanah Bogor.

3.1.3.3. Metoda Pelaksanaan

Penelitian akan dilakukan di kebun petani yang telah diketahui status logam beratnya dari hasil penelitian Tahun 2015. Tanaman yang telah dipilih diberi perlakuan amelioran kapur, zeolit, pupuk kandang (kompos) dan arang (abu) 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), pupuk kandang atau kompos (25, 50 kg/tanaman), arang (abu) dan sekam padi (25, 50 kg/tanaman). Setiap unit terdiri dari 3 tanaman dan diulang 4 kali

Amelioran dan pupuk dasar diberikan setelah selesai panen dan awal pembungaan, yaitu $\frac{1}{2}$ dosis setiap kali pemberian. 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; Martias, 2012). Dosis N, P, K, Ca, dan B yang diberikan berturut adalah (1000 g N/tanaman; 500 g P/tanaman, 1000 g K/tanaman, 1000 Ca/tanaman, 20 g B/tanaman).

Pemberian amelioran dan pupuk dasar yaitu dengan cara menaburkannya di dalam larikan secara melingkar pada kedalaman 20-30 cm, sejajar dengan tajuk terluar manggis dan ditutup kembali. Peubah yang diamati antara lain (a) tekstur tanah, (b) sifat kimia tanah (pH H₂O dan KCl, C organik, Kapasitas Tukar Kation (KTK), Kejenuhan Basa, N total, C/N rasio, K-dd, Ca-dd, Mg-dd, P tersedia), (c) kadar logam (Pb, Cd, dan Ni tersedia tanah awal dan akhir), (d) karakter kimia amelioran, (e) kadar Pb, Cd, Ni, Ca, Mg, Mn, Zn, Cu, Fe jaringan tanaman, (f) karakter fisik buah (bobot, diameter) dan (g) tingkat kemanisan buah (TSS).

Penetapan unsur Cd, Pb, Ni

Unsur logam berat total dalam tanah dapat diekstrak dengan cara pengabuan basah menggunakan asam campur pekat HNO₃ dan HClO. 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

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

contoh

x fk = ppm kurva x 10/1.000 x 1.000/1 x fk = ppm kurva x 10 x 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%. Analisis regresi dan korelasi untuk mengetahui hubungan parameter kadar logam berat di jaringan (daun dan daging buah) manggis.

3.2. Respon pemberian pupuk kalsium berukuran mikron terhadap serapan Ca pada tanaman manggis

3.2. 1. Pendekatan

Kualitas buah, terutama cecairan getah kuning sangat ditentukan oleh kecukupan Ca. Pemenuhan kecukupan Ca sangat ditentukan oleh efektifitas penyerapan Ca dan pemanfaatannya oleh tanaman. Pupuk Ca berukuran mikron (halus) akan meningkatkan luas permukaan Ca dan juga akan memudahkan

penyerapannya oleh akar manggis. Penyerapan Ca yang tinggi berimplikasi terhadap translokasinya ke jaringan yang membutuhkan (daun dan buah) akan meningkat sehingga akumulasinya di dalam jaringan daun dan buah untuk memperkuat dinding sel saluran getah kuning pada buah semakin tinggi. Implikasinya, dinding sel saluran getah kuning yang kuat tidak akan mudah pecah sehingga daging buah manggis kecil sekali kemungkinannya tercemar oleh getah kuning. Strategi yang perlu dilakukan adalah meningkatkan penyerapan Ca, yang diindikasikan oleh meningkatnya kadar Ca yang terakumulasi di jaringan daun manggis.

3.2.2. Ruang Lingkup Kegiatan

Penelitian ini meliputi penyiapan rencana, pemberian Ca berukuran mikron, pemeliharaan tanaman, penentuan kadar Ca di daun dan pengamatan terhadap kualitas buah, dan penyusunan laporan

3.2.3. Bahan dan Metode Pelaksanaan Kegiatan

3.2.3.1. Bahan

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini antara lain tanaman manggis yang telah berproduksi, pupuk Ca berukuran mikron, 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.

3.2.3.2. Waktu dan Tempat

Penelitian akan dilaksanakan dari bulan Januari hingga Desember 2016 di kebun petani Payakumbuh, Limapuluh Kota (Sumatera Barat), laboratorium Balai Penelitian Tanaman Buah Tropika, dan Balai Penelitian Tanah Bogor.

3.2.3.3. Metoda Pelaksanaan

Tanaman manggis yang telah berproduksi dipilih yang relatif seragam umur dan kesuburannya pada satu hamparan dan diberi label sesuai dengan perlakuan. Rancangan yang digunakan dalam kegiatan ini RAK, sebagai perlakuannya adalah dosis pupuk Ca berukuran mikron (30, 60, 90, 120, 150 g/tanaman). Setiap unit perlakuan terdiri dari 3 tanaman dan diulang 4 kali. Pupuk dasar Urea, SP-36, dan KCL diberikan bersamaan dengan pupuk Ca, yaitu dalam larikan secara melingkar dan sejajar dengan tajuk terluar manggis. Peubah

tanaman yang diamati antara lain: (a) Produksi (bobot buah/pohon, bobot buah/buah, diameter buah), (b) persentase cecair getah kuning, (c) tebal kulit buah, (d) tingkat kemanisan buah (TSS), (e) kadar hara makro, mikro daun dan daging buah. Parameter tanah yang diamati antara lain (a) tekstur tanah, (b) sifat kimia tanah (pH H₂O, C organik, Kapasitas Tukar Kation (KTK), Kejenuhan Basa, N total, C/N rasio, K-dd, Ca-dd, Mg-dd, P tersedia). Parameter pupuk Ca berbasis mikron meliputi, ukuran partikel, kadar Ca dan Mg.

Data yang diperoleh dianalisis dengan sidik ragam, apabila berbeda nyata dilanjutkan dengan uji DMRT (*Duncan News Multiple Range Test*) pada taraf nyata 5%. Analisis regresi dan korelasi untuk mengetahui hubungan dan keeratan parameter kadar Ca di jaringan daun dengan persentase buah manggis yang tercemar oleh getah kuning.

VI. 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 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 19641129 199103 1 002	Peneliti muda/Agronomi	Penanggung jawab RPTP dan Penjab Keg.1 dan 2	Mengkoordinir kegiatan mulai pelaksanaan sampai pelaporan	20
2.	Nofiarli, STP, MP 19801111 200801 1 002	Peneliti Pertama/Teknologi Pertanian	Anggota	Membantu perlakuan, pengamatan, dan tabulasi data	10
3.	Leni Marlina, STP, MSi 19840516 200901 2 007	Peneliti Pertama/Teknologi Hasil Pertanian	Anggota	Membantu perlakuan, pengamatan, tabulasi, dan analisis data	15
4.	Titin Purnama, SP, MSi 19710111 200701 2 001	Peneliti Pertama/Agronomi	Anggota	Membantu, pengamatan, perlakuan, dan analisis data, dan pelaporan	5
5.	Triyani Dewi SP, MSi 19810212 200312 2 002	Peneliti Muda/Kimia Tanah (Balingtan)	Anggota	Membantu, pengamatan, interpretasi data.	10
6	Rahmah Dewi Yustika,SP, MSi 19781117 200312 2 001	Peneliti Muda/Fisika dan Konservasi Tanah (Balitanah)	Anggota	Membantu, pengamatan, interpretasi data, dan redaksional	10
7	Dr. Husnain, MSc 19730910 200112 2 001	Peneliti Muda Kimia Kesuburan Tanah (Balitanah)	Anggota	Perakitan formulasi, interpretasi data dan redaksional laporan	5
8	Dr. Hoerudin, SP MfoodSt, PhD	Biokimia, nanoteknologi (Pascapanen Bogor)	Anggota	Persiapan materi pupuk Ca berbasis nano	10
9	Dr. I Gusti Komang Dana Arsana.SP.MSi 19631231 199002 1 001	Peneliti Madya/Agronomi (BPTP Bali)	Anggota	Membantu koordinir perlakuan dan iterperstasi data.	10
10	Dr. Ellina Mansyah, MP 19630423 199103 2 001	PMDY/Pemuliaan	Anggota	Mebantu koordinir kegiatan, interpretasi data dan redaksional laporan	5
11	Andre Sparta, SP 19840917 201101 1 007	Peneliti Pertama/Ekofisiologi	Anggota	Membantu perlakuan, pengamatan, dan analisis data	10
12	Dewi Fatria, SP 19731225 200710 2 001	Peneliti Pertama/ Ekofisiologi	Aggota	Membantu perlakuan, pengamatan, dan tabulasi data	10
13	Nini Marta 19860306 201403 2 002	Peneliti Pertama/Ekofisiologi	Anggota	Membantu perlakuan, pengamatan, dan tabulasi data	10
14	Hendri, S.Tp 19740711 200501 1 001	Peneliti Pertama/Teknologi Pangan	Anggota	Membantu perlakuan, pengamatan, dan tabulasi data	10
15	Iil Rohani 19691012 200003 2 001	Teknisi/Analisis laboratorium	Anggota	Membantu perlakuan, pengamatan, dan analisis laboatorium	10
16	Syafril AP 19701216 200701 1 001	Teknisi/Budidaya	Anggota	Membantu perlakuan, pengamatan, dan sanitasi	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									
	Penentuan lokasi			x	x								
3.	Penentuan tanaman sampel				x								
4.	Pengambilan sampel tanah & tanaman				x								
5.	Pemeliharaan tanaman				x	x	x	x	x	x			
6.	Pengambilan buah (panen)									x	x	x	
7.	Prosesing & analisis data											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

Uraian	Biaya Rp.
1. Belanja Bahan	49.800.000
2. Honor yang terkait dengan output kegiatan	79.200.000
3. Belanja Perjalanan lainnya	96.000.000
J u m l a h	225.000.000

No	Jenis Pengeluaran				Jumlah
1	2	Volume	Satuan	Harga Satuan	6
	Kegiatan 1. Seleksi jenis amelioran yang berpotensi untuk meminimalkan akumulasi logam berat pada manggis				
521211	BELANJA BAHAN				16,100,000
	Pengadaan buah manggis	700	Kg	23000	16,100,000
521811	Belanja Barang untuk Persediaan Konsumsi				
	ATK				1,715,500
	Flash disck Tosiba 8GB	2	bh	110,000	220,000
	Spidol permanent	1	lsn	76,000	76,000
	Pena faster hitam C 600	1	lsn	25,000	25,000
	Tissu Refill Paseo	5	bh	13,000	65,000
	Kartu nama	1	ktk	16,500	16,500
	Kertas A4 70 gram, Mirage	2	rim	36,000	72,000
	Kertas A4 80 gram, Mirage	2	rim	40,000	80,000
	Tinta EPSON T6641	3	Botol	85,000	255,000
	Tinta EPSON T6642	2	Botol	125,000	250,000
	Tinta EPSON T6643	2	Botol	125,000	250,000
	Tinta EPSON T6644	2	bh	125,000	250,000
	Map plastik Business file 101	2	pak	27,000	54,000
	Plastik kresek jumbo	2	pak	26,000	52,000
	Sabun cair Sunlight 800 ml	1	btl	24,000	24,000
	Tali rafia besar	1	gulung	26,000	26,000
	Bahan Pendukung				7,990,500
	dolomit	500	kg	800	400,000
	Zeolit	500	kg	3,000	1,500,000
	Arang	1,500	kg	1,000	1,500,000
	Kompos	1,500	kg	800	1,200,000
	Urea non subsidi	3	zak	450,000	1,350,000
	SP-36	3	zak	205,000	615,000

		KCl	3	zak	451,000	1,353,000
		Boraks	2	kg	36,250	72,500
521219	Belanja Barang Non Operasional Lainnya					38,970,000
		Sanitasi kebun	80	HOK	75,000	6,000,000
		Pemangkasan	30	HOK	75,000	2,250,000
		Aplikasi amelioran dan pemupukan	80	HOK	75,000	6,000,000
		Pemanenan dan pengamanan data	80	HOK	75,000	6,000,000
		Analisa tanah awal				
		Persiapan contoh tanah	8	sampel	20,000	160,000
		Analisa tekstur 3 fraksi (pasir, dan dan liat)	8	sampel	25,000	200,000
		Analisa pH H2O dan KCl 1 M	8	sampel	20,000	160,000
		Analisa C organik	8	sampel	20,000	160,000
		Analisa N Kjeldahl	8	sampel	25000	200,000
		Analisa P tersedia (Olsen atau Bray)	8	sampel	25,000	200,000
		Analisa Kemasaman dapat tukar (Al dan H-dd)	8	sampel	50,000	400,000
		Analisa KTK	8	sampel	35,000	280,000
		Analisa K, Ca, Mg, Mn, Cu, Zn	8	sampel	90,000	720,000
		Pb, Cd, Ni,	8	sampel	60,000	480,000
		Analisa amelioran				
		Persiapan contoh	8	sampel	30,000	240,000
		Analisa pH H2O dan KCl 1 M	8	sampel	20,000	160,000
		Analisa C organik	8	sampel	20,000	160,000
		Analisa P tersedia (Olsen atau Bray)	8	sampel	25,000	200,000
		Analisa Kemasaman dapat tukar (Al dan H-dd)	8	sampel	50,000	400,000
		Analisa KTK	8	sampel	35,000	280,000
		Analisa K, Ca, Mg, Mn, Cu, Zn	8	sampel	90,000	720,000
		Pb, Cd, Ni,	8	sampel	60,000	480,000
		Analisa kadar logam berat kulit buah				
		Persiapan contoh	32	sampel	20,000	640,000
		Ekstrak total logam berat daun	32	sampel	35,000	1,120,000
		Pengukuran Pb	32	sampel	20,000	640,000
		Pengukuran Cd	32	sampel	20,000	640,000
		Pengukuran Ni	32	sampel	20,000	640,000
		Pengukuran Mn	32	sampel	20,000	640,000
		Pengukuran Zn	32	sampel	10,000	320,000
		Pengukuran Cu	32	sampel	10,000	320,000
		Pengukuran Agi	32	sampel	10,000	320,000
		Pengukuran Mn	32	sampel	10,000	320,000

		Pengukuran Ca	32	sampel	15,000	480,000
		Pengukuran Mg	32	sampel	15,000	480,000
		Analisa kadar logam berat daging buah				
		Persiapan contoh	32	sampel	20,000	640,000
		Ekstrak total logam berat daging buah	32	sampel	35,000	1,120,000
		Pengukuran Pb	32	sampel	20,000	640,000
		Pengukuran Cd	32	sampel	20,000	640,000
		Pengukuran Ni	32	sampel	20,000	640,000
		Pengukuran Mn	32	sampel	20,000	640,000
		Pengukuran Zn	32	sampel	10,000	320,000
		Pengukuran Cu	32	sampel	10,000	320,000
		Pengukuran Ag	32	sampel	10,000	320,000
		Pengukuran Mn	32	sampel	10,000	320,000
		Pengukuran Ca	32	sampel	15,000	480,000
		Pengukuran Mg	32	sampel	15,000	480,000
524111		Belanja Perjalanan Biasa				66,178,800
		Perlakuan amelioran di Propinsi Bali				
		Lunsum peneliti Balitbu & Balingtan (2 orang 5 hari)	10	HOK	480,000	4,800,000
		Tiket Pesawat (2 orang)	4	pp	2,500,000	10,000,000
		Penginapan (2 Orang)	8	malam	400,000	3,200,000
		Lunsum peneliti BPTP	4	HOK	380,000	1,520,000
		Lunsum Pengemudi BPTP	4	HOK	150,000	600,000
		BBM	50	Liter	7,300	365,000
		Pemeliharaan, pengambilan sampel				
		Lunsum peneliti Balitbu & Balittanah (2 orang 4 hari)	8	HOK	480,000	3,840,000
		Tiket Pesawat (2 orang)	4	pp	2,500,000	10,000,000
		Penginapan (2 orang)	6	malam	400,000	2,400,000
		Lunsum peneliti BPTP	2	HOK	380,000	760,000
		Lunsum Pengemudi BPTP	2	HOK	150,000	300,000
		BBM	50	Liter	7,300	365,000
		Panen				
		Lunsum Peneliti Balitbu (2 orang hari)	8	HOK	480,000	3,840,000
		Tiket Pesawat (2 orang)	4	pp	2,500,000	10,000,000
		Penginapan	6	hari	400,000	2,400,000
		Lunsum Peneliti BPTP	2	HOK	380,000	760,000
		Lunsum Pengemudi BPTP	2	HOK	150,000	300,000
		BBM	56		7,300	408,800
		Analisis dan koordinasi ke Balai Penelitian Tanah				

		Lunsum (1 orang 4 hari 2 x)	4	HOK	430,000	1,720,000
		Tiket Pesawat (1 orang 2 x)	4	pp	1,250,000	5,000,000
		Transport lokal (1 orang 2 x)	2	pp	600,000	1,200,000
		Penginapan (1 Orang 2 x)	6	hari	400,000	2,400,000
		Total				131.203.800
		Kegiatan 2. Respon Pemberian Pupuk Kalsium Berbasis Nano Berkadar Tinggi Terhadap Penurunan Cemaran getah kuning pada Buah Manggis				
521211		BELANJA BAHAN				16,175,000
		Pengadaan buah manggis	700	Kg	23000	16,100,000
		Foto kopi	500	lbr	150	75,000
521811		Belanja Barang untuk Persediaan Konsumsi				
		ATK				834,500
		Flash disk Toshiba 8GB	2	bh	110,000	220,000
		Spidol permanent	1	lsn	76,000	76,000
		Pena faster hitam C 600	1	lsn	25,000	25,000
		Tissu Refill Paseo	5	bh	13,000	65,000
		Kartu nama	1	ktk	16,500	16,500
		Kertas A4 70 gram, Mirage	4	rim	36,000	144,000
		Kertas A4 80 gram, Mirage	2	rim	40,000	80,000
		Map plastik Business file 101	3	pak	27,000	81,000
		Plastik kresek jumbo	3	pak	26,000	78,000
		Sabun cair Sunlight 800 ml	1	btl	24,000	24,000
		Tali rafia besar	1	gulung	25,000	25,000
		Bahan Pendukung				6,984,500
		Urea non subsidi	2	zak	450,000	900,000
		SP-36	2	zak	205,000	410,000
		KCl	2	zak	451,000	902,000
		Boraks	2	kg	36,250	72,500
		Pupuk kandang	4	truk	800,000	3,200,000
		Minyak sere wangi	2	liter	750,000	1,500,000
521219		Belanja Barang Non Operasional Lainnya				40,230,000
		Sanitasi kebun	48	HOK	75,000	3,600,000
		Pemangkasan	30	HOK	75,000	2,250,000
		Aplikasi pupuk dasar dan Ca nano	50	HOK	75,000	3,750,000
		Pemanenan dan pengamanan data	24	HOK	75,000	1,800,000
		Analisa tanah awal				
		Persiapan contoh tanah	8	sampel	20,000	160,000
		Analisa tekstur 3 fraksi (pasir,	8	sampel	25,000	200,000

		dan dan liat)				
		Analisa pH H ₂ O dan KCl 1 M	8	sampel	20,000	160,000
		Analisa C organik	8	sampel	20,000	160,000
		Analisa N Kjeldahl	8	sampel	25,000	200,000
		Analisa P tersedia (Olsen atau Bray)	8	sampel	25,000	200,000
		Analisa Kemasaman dapat tukar (Al dan H-dd)	8	sampel	50,000	400,000
		Analisa KTK	8	sampel	35,000	280,000
		Analisa K, Ca, Mg, Mn, Cu, Zn	8	sampel	90,000	720,000
		Analisa pupuk Ca nano				
		Penggilingan pupuk Ca nano	2,000	g	7,500	15,000,000
		Analisa Ca, Mg	4	sampel	50,000	200,000
		Analisa kadar hara daun				
		Persiapan contoh	20	sampel	20,000	400,000
		Ekstraksi	20	sampel	25,000	500,000
		Pengukuran Ca, Mg, S	20	sampel	45,000	900,000
		Pengukuran N	20	sampel	25,000	500,000
		Pengukuran P, K, Mn, Cu, Zn, Fe	20	sampel	60,000	1,200,000
		Pengukuran B	20	sampel	20,000	400,000
		Analisa kadar hara di daging buah				
		Pembersihan daging buah & biji (100 biji)	12	HOK	50,000	600,000
		Pemotongan kulit buah (100) buah	12	HOK	50,000	600,000
		Blender kulit buah (1500 buah)	12	HOK	50,000	600,000
		Blender daun 1000 lembar	7	HOK	50,000	350,000
		Persiapan contoh	20	sampel	25,000	500,000
		Ekstraksi	20	sampel	20,000	400,000
		Pengukuran Ca, Mg, S	20	sampel	45,000	900,000
		Pengukuran N	20	sampel	25,000	500,000
		Pengukuran P, K, Mn, Cu, Zn, Fe	20	sampel	60,000	1,200,000
		Pengukuran B	20	sampel	20,000	400,000
		Analisa antosianin	8	sampel	150,000	1,200,000
524111		Belanja Perjalanan Biasa				
		Penentuan lokasi Di Solok Selatan Sumbar				29,821,200
		Lunsum Peneliti (2 orang)	4	HOK	380,000	1,520,000
		Lansum Pengemudi	2	HOK	80,000	160,000
		Penginapan	2	hari	400,000	800,000
		BBM	60	liter	7,300	438,000
		Perlakuan pupuk kalsium nano di Solok Selatan				
		Lunsum Peneliti Balitbu (2 orang 2 hari)	4	HOK	380,000	1,520,000
		Lunsum Pengemudi	2	HOK	80,000	160,000
		Lunsum Peneliti Balittanah (1	4	HOK	380,000	1,520,000

		orang 4 hari)				
		Tiket pesawat	2	pp	1,501,100	3,002,200
		Penginapan	4	hari	400,000	1,600,000
		BBM	60	liter	7,300	438,000
		Pemeliharaan dan pengambilan sampel				-
		Lunsum (2 orang 2 hari 3 kali)	12	HOK	380,000	4,560,000
		Pengemudi	6	HOK	80,000	480,000
		Penginapan	6	hari	400,000	2,400,000
		BBM (3 kali)	250	liter	7,300	1,825,000
		Panen				
		Lunsum (2 orang, 4 hari 2 x)	16	HOK	380,000	6,080,000
		Pengemudi	6	HOK	80,000	480,000
		Penginapan	6	hari	400,000	2,400,000
		BBM (2 x)	60	liter	7,300	438,000
		Total				94,045,200
		Total Keseluruhan				225,000,000

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.
- 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, Identifikasi 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. Peningatan 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.
- 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 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 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 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>
---	---	--	---

