

**LAPORAN AKHIR PENELITIAN
PENELITIAN DASAR UNGGULAN PERGURUAN TINGGI
KLASTER RISET-PUBLIKASI PERCEPATAN KE GURU BESAR**



PENINGKATAN DAYA SAING TANAMAN KENTANG (*Solanum tuberosum* L.) TERHADAP GULMA MELALUI INDUKSI RHIZOBAKTERI INDIGENUS DALAM Mendukung PERTANIAN BERKELANJUTAN

TIM PENELITIAN

Dr. Ir. Irawati Chaniago, M.Rur.Sc	NIDN. 0024116411
Prof. Dr. Ir. Warnita, MP	NIDN. 0001016442
Dr. Zurai Resti, SP., MP	NIDN. 0008017306

**Penelitian ini dibiayai oleh:
UNIVERSITAS ANDALAS
Sesuai dengan Kontrak Penelitian
Nomor: 49/UN.16.17/PP.PGB/LPPM/2018, Tanggal 23 April 2018
Tahun Anggaran 2018**

**FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS ANDALAS
NOVEMBER 2018**

HALAMAN PENGESAHAN
PENELITIAN DASAR/TERAPAN UNGGULAN UNAND
KLASTER RISET-PUBLIKASI (PERCEPATAN KE) GURU BESAR

Judul Penelitian : Peningkatan Daya Saing Tanaman Kentang (*Solanum tuberosum* L.) terhadap Gulma Melalui Induksi Rhizobakteri Indigenus Dalam Mendukung Pertanian Berkelanjutan

Bidang Fokus : Produksi Pangan

Kode>Nama Rumpun Ilmu : 150 / Ilmu Pertanian dan Perkebunan

Bidang Unggulan PT : Ketahanan Pangan, Obat dan Kesehatan

Topik Unggulan : Ketahanan Pangan

Ketua Peneliti

a. Nama Lengkap : Dr. Ir. Irawati Chaniago, M.Rur.Sc

b. NIDN : 0024116411

c. Jabatan Fungsional : Lektor Kepala

d. Program Studi : Agroteknologi

e. Nomor HP/Surel : 081363027898 / irawati@agr.unand.ac.id

Anggota Peneliti (1)

a. Nama Lengkap : Prof. Dr. Warnita, MP

b. NIDN : 0001016442

c. Fak/PPS : Pertanian

Anggota Peneliti (2)

a. Nama Lengkap : Dr. Zurai Resti, SP., MP

b. NIDN : 0008017306

c. Fak/PPS : Pertanian

Lama Penelitian Keseluruhan : 3 (tiga) tahun

Usulan Penelitian Tahun ke : 1 (satu)

Biaya Penelitian

- disetujui LPPM Unand : Rp 91,000,000

- dana internal PT : Rp 0

- dana institusi lain : Rp 0 /in kind wajib tuliskan berapa Rp

- Biaya Luaran Tambahan : Rp 0

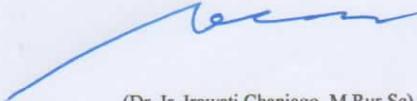
Kota Padang, 29 November 2018

Ketua Peneliti

Mengetahui,
Dekan Fakultas Pertanian
Universitas Andalas



(Dr. Ir. Munzir Busniah, MS)
NIP. 19640608 198903 1 001



(Dr. Ir. Irawati Chaniago, M.Rur.Sc)
NIP. 19641124 198903 2 002

BAB 1. PENDAHULUAN

Latar Belakang

Peluang dan tantangan utama sektor pertanian adalah menjamin ketersediaan bahan pangan untuk populasi dunia. Peningkatan penduduk dunia yang terjadi terus menerus mengharuskan produksi bahan pangan dunia paling kurang sebanyak dua kali lipat dari produksi saat ini. Peningkatan produksi bahan pangan tidak dapat dilakukan hanya dengan cara ekstensifikasi ataupun intensifikasi praksis kultur teknis budidaya. Peningkatan produksi bahan pangan dunia dimasa lampau terjadi karena aplikasi pupuk sintetis, pestisida, dan irigasi. Semua kegiatan diatas tidak hanya meningkatkan produktivitas bahan pangan dunia, tetapi pada waktu bersamaan juga menimbulkan dampak negatif terhadap lingkungan. Oleh karena itu Roberts, and Mattoo (2018) menyatakan bahwa produksi bahan pangan masa depan akan membutuhkan *next-generation crop production systems* yang sekaligus mengurangi kebergantungan pada pupuk dan pestisida sintetis.

Persaingan penggunaan lahan untuk kebutuhan pemukiman dan berkurangnya lahan produktif karena proses salinasi dan lahan terabaikan seperti bekas tambang akan terus menerus mengurangi jumlah lahan produktif untuk pertanian (Fedoroff *et al.*, 2010). Selain itu, konversi lahan dari ekosistem alami menjadi lahan pertanian juga menimbulkan dampak serius bagi lingkungan seperti siklus karbon global dan siklus hidrologi global, gangguan biodiversitas, dan kondisi tanah (Fedoroff *et al.*, 2010; Cassman *et al.*, 2002; Foley *et al.*, 2005; Matson *et al.*, 1997). Namun demikian, sektor pertanian tetap harus dioptimalkan dalam upaya pemenuhan kebutuhan pangan dunia sambil memperbaiki keseimbangan ekosistem.

Kentang sebagai salah satu sumber penting karbohidrat telah lama dibudidayakan di seluruh dunia termasuk Indonesia. Budidaya tanaman kentang di Indonesia masih banyak dilakukan secara konvensional yang dimulai dari pembibitan hingga pemanenan. Seperti tanaman budidaya lainnya, tanaman kentang juga tidak bisa terlepas dari masalah organisme pengganggu tanaman (OPT) seperti hama, penyakit, ataupun gulma. Kehilangan hasil kentang karena gangguan OPT tersebut telah banyak dilaporkan. Hasil penelitian Mehring *et al.* (2016) menunjukkan bahwa pengendalian gulma pada fase pertumbuhan vegetatif cepat (3 minggu setelah muncul lapang) dapat meningkatkan hasil kentang sekitar 30-50%. Penelitian lain juga menunjukkan bahwa gulma dapat mengurangi hasil panen kentang 45-65%, meskipun terdapat variasi antar varietas (Nelson and Thoreson, 1981; Nelson and Giles, 1989).

Mehring *et al.* (2016) melaporkan bahwa cara paling efektif dan efisien dalam mengendalikan gulma pada pertanaman kentang adalah melalui cara perbaikan kultur teknis. Cara ini juga dapat mengurangi munculnya warna hijau pada umbi kentang akibat terpapar sinar matahari. Hanya saja cara kultur teknis ini juga dapat menurunkan hasil yang disebabkan oleh pemangkasan akar lateral ataupun memadatnya struktur tanah. Cara lain yang sangat efektif dalam mengendalikan gulma pertanaman kentang adalah melalui aplikasi herbisida. Petani di negara maju dengan kepemilikan lahan yang luas sangat mengandalkan aplikasi herbisida dalam mengendalikan gulma tersebut. Sebagai contoh, petani kentang di Inggris menggunakan herbisida linuron (sampai 960 b.a./ha) yang terkadang tidak mencukupi jika diaplikasikan secara tunggal pada kondisi tertentu. Sehingga petani sering menggunakan campuran herbisida seperti linuron dan metribuzin, pendimethalin dan clomazone, dan metribuzin dan flufenacet (Davies, 2007).

Namun aplikasi herbisida secara intensif juga menimbulkan permasalahan pada lingkungan. Residu herbisida pada tanah dapat terserap oleh tanaman kentang terutama pada daerah dengan curah hujan tinggi atau lahan beririgasi teknis pada tanah bertekstur ringan. Aplikasi herbisida ini telah menyebabkan meningkatnya resistensi gulma terhadap herbisida (Foes *et al.*, 1998; Tranel *et al.*, 2004), efek residu pada lahan pertanian, dan gangguan keseimbangan pada flora dan fauna yang hidup di sekitar areal pertanian tersebut (Cooke and Burn, 1995). Herbisida glifosat masih meninggalkan residu di lahan pertanian bahkan masih terdeteksi dua tahun setelah aplikasi (Eberbach, 1998). Ini telah menjadi salah satu bukti bahwa penggunaan herbisida secara intensif telah menyebabkan terjadinya ketidakseimbangan alam. Namun demikian, Arfarita *et al.* (2016) telah berhasil memanfaatkan mikroorganisme yaitu jamur *Trichoderma viride* strain FRP3 sebagai bio-agens untuk proses biodegradasi residu herbisida glifosat. Jamur tersebut berhasil mengurai sebanyak 48-70% glifosat dalam waktu 28 hari setelah aplikasi sehingga berpotensi untuk dimanfaatkan dalam proses bioremediasi lahan.

Perlu dicarikan alternatif kultur teknis tanaman kentang yang dilakukan dengan mengurangi, bahkan jika mungkin dengan meniadakan, aplikasi herbisida secara intensif. Apalagi bagi Indonesia dengan jumlah penduduk sangat besar, perlu mengupayakan praksis budidaya tanaman yang efisien dan ramah lingkungan. Sebenarnya alam telah membekali tanaman dengan kemampuan mempertahankan diri dari gangguan herbivora dan predator melalui strategi ketahanan mekanis seperti keberadaan duri, bulu-bulu halus yang menutupi permukaan tumbuhan tersebut, duri penyengat, dan kulit luar yang sangat tebal pada bagian akar dan batang ataupun ketahanan fisiologis melalui metabolisme sekunder.

Rizosfer, sebagai bagian dari lingkungan abiotik tumbuhan, merupakan lingkungan di sekitar perakaran tanaman yang memasok nutrisi bagi tumbuhan dan sebagai media penampung eksudat yang dihasilkan oleh akar tanaman. Rhizosfer ini juga menjadi media bagi pertumbuhan mikroorganisme yang dapat bersimbiosis dengan tanaman budidaya (Dosselaere *et al.*, 1997). Salah satu jenis mikroorganisme yang hidup di daerah sekitar perakaran disebut sebagai rizobakteri.

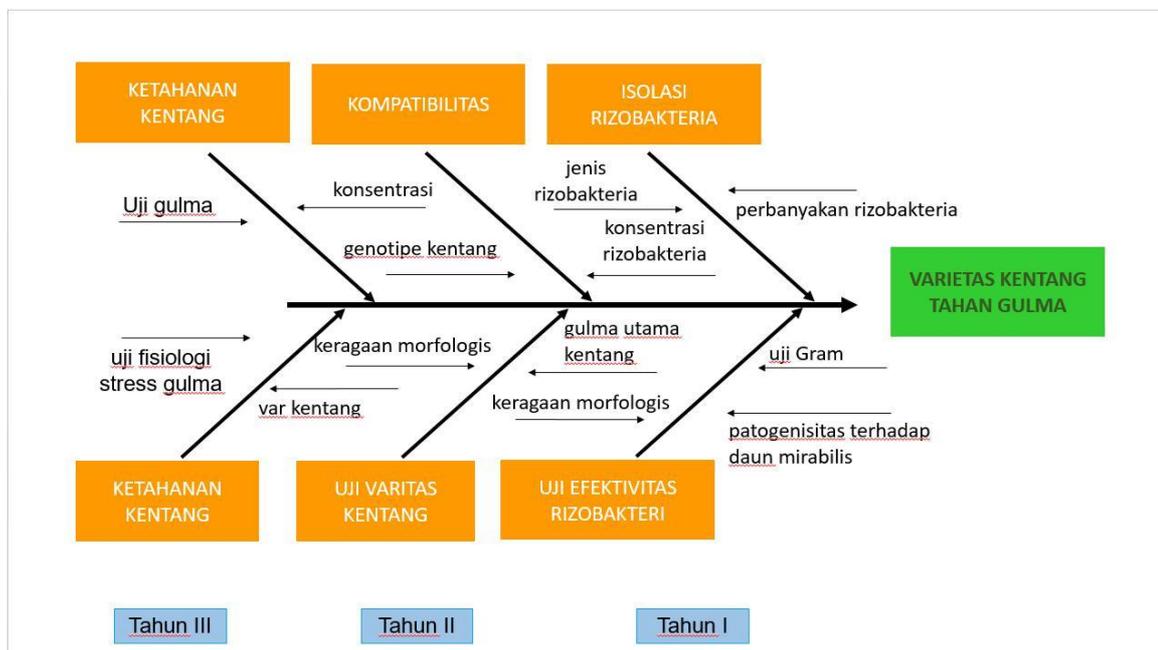
Banyak jenis mikroorganisme yang secara alami terdapat di sekitar daerah perakaran. Telah ditemukan banyak jenis mikroorganisme tersebut yang dapat membantu pertumbuhan tanaman dan meningkatkan daya adaptasi tanaman terhadap kondisi lingkungan yang tidak menguntungkan, khususnya keterbatasan hara mineral (Kloepper *et al.*, 1999). Mikroorganisme tanah yang berperan positif terhadap pertumbuhan tanaman disebut sebagai *plant growth promoting rhizobacteria* (PGPR). Akar tumbuhan juga mengeluarkan eksudat yang dapat dimanfaatkan oleh rizobakteri sebagai sumber nutrisi (Ryan *et al.*, 2001) yang juga dapat berperan sebagai agens antagonis dan menghambat patogen tular tanah serta ikut memperkaya komposisi dan diversitas mikroorganisme indigenus (Timmusk, 2003; Driouich *et al.*, 2003).

Rizobakteri banyak ditemukan di sekitar daerah perakaran dan biasanya spesifik species ataupun spesifik lokasi (indigenus). Pemanfaatan rizobakteri telah banyak dilaporkan dan mampu meningkatkan pertumbuhan dan kebugaran tanaman melalui peningkatan penyerapan unsur Fe dan Se dan meningkatkan kandungan klorofil total sebanyak 28% pada tumbuhan uji *Arabidopsis thaliana* (Wang *et al.*, 2017); meningkatkan daya tahan tanaman jagung terhadap cekaman kekeringan (Curá *et al.*, 2017), menginduksi toleransi terhadap cekaman salinitas (He *et al.*, 2018), menginduksi sistem kekebalan pada tumbuhan melalui peranan hormon auksin (Zhou *et al.*, 2017).

Rizobakteri pada pertanaman kentang di Pulau Buru, Maluku, telah diisolasi dan diuji karakter fisiologisnya antara lain kemampuan menstimulasi produksi hormon IAA 5.816 mg L^{-1} , hormon GA 4.214 mg L^{-1} , dan fosfat terlarut 14.237 mg L^{-1} . Seluruh 36 isolat dengan berbagai karakter fisiologis tersebut berpotensi digunakan sebagai biostimulan, biofertiliser, dan bioprotectant terhadap patogen tular tanah (Kesaulya *et al.*, 2015). Namun, pemanfaatan rizobakteri dalam meningkatkan daya saing tanaman kentang terhadap gulma belum banyak dilaporkan. Jika rizobakteri mampu menstimulasi produksi hormon auksin dan gibberellin pada tanaman, maka potensi tersebut tentunya akan meningkatkan pertumbuhan dan kebugaran tanaman yang pada akhirnya akan ikut berperan dalam meningkatkan daya saing tanaman terhadap gulma.

Warnita *et al.* (2016) telah melakukan isolasi rizobakteri pada dua kabupaten penghasil kentang yaitu Kabupaten Tanah Datar dan Kabupaten Agam dan mendapat isolate rizobakteri masing-masing 55 dan 26 isolat pada lokasi tersebut. Isolat rizobakteri indigenus tersebut memiliki keragaman morfologis dan fisiologis. Hasil penelitian ini menunjukkan potensi rizobakteri indigenus yang dapat digali dan menjadi spesifik masing-masing lokasi.

Kenyataan bahwa permasalahan praksis budidaya tanaman tidak dapat dilepaskan dari interferensi gulma dan tanaman, maka perlu dicarikan upaya alternatif untuk pengendalian gulma yang ramah lingkungan. Peningkatan kebugaran tanaman melalui induksi rizobakteri diharapkan akan mampu meningkatkan pertumbuhan dan hasil sehingga pada waktu yang bersamaan juga akan meningkatkan daya saing tanaman terhadap gulma. Berdasarkan hal tersebut di atas maka perlu dilakukan penelitian “Peningkatan Daya Saing Tanaman Kentang (*Solanum tuberosum* L.) terhadap Gulma Melalui Induksi Rhizobakteri Indigenus Dalam Mendukung Pertanian Berkelanjutan”. Penelitian ini dirancang untuk dilakukan dalam jangka waktu 3 (tiga) tahun. Diagram rencana penelitian dapat dilihat pada Gambar 1 di bawah ini.



Gambar 1: Diagram fish bone rencana penelitian dalam tiga tahun

Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Mendapatkan isolat rizobakteri indigenus dari dua sentra pertanaman kentang yaitu Kabupaten Agam dan Kabupaten Solok.

2. Mendapatkan isolat rizobakteri yang efektif dan kompatibel dalam bersinergi dengan tanaman kentang.
3. Mendapatkan genotipe kentang varietas lokal yang kompatibel dengan rizobakteri indigenus.
4. Mendapatkan isolat rizobakteri indigenus yang mampu meningkatkan kebugaran dan pertumbuhan tanaman kentang.
5. Mendapatkan informasi fisiologis tanaman kentang sebagai indikator daya saing terhadap gulma seperti enzim peroksidase, total fenol, dan anti oksidan.

Manfaat Penelitian

Manfaat dilakukannya penelitian ini adalah untuk mendapatkan varietas tanaman kentang yang berdaya saing terhadap gulma sehingga mengurangi aplikasi herbisida sintetik dalam mendukung praksis pertanian berkelanjutan yang ramah lingkungan.

Rencana tahunan yang hendak dicapai dari penelitian ini sesuai dengan luaran yang ditargetkan dan lamanya penelitian dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Rencana Target Capaian Tahunan

No	Jenis Luaran		Indikator Capaian		
	Kategori	Sub Kategori	TS ¹⁾	TS+1	TS+2
1	Publikasi Ilmiah ²⁾	Internasional bereputasi	draft	submitted	published
		Nasional Terakreditasi			
2	Pemakalah dalam Temu Ilmiah ³⁾	Internasional	terdaftar	terdaftar	terdaftar
		Nasional			
3	<i>Invited speaker</i> dalam temu ilmiah ⁴⁾	Internasional	tidak ada	tidak ada	tidak ada
		Nasional	tidak ada	sudah dilaksanakan	sudah dilaksanakan
4	<i>Visiting Lecturre</i> ⁵⁾	Internasional	tidak ada	tidak ada	tidak ada
5	Hak Kekayaan Intelektual (HKI) ⁶⁾	Paten	tidak ada	tidak ada	tidak ada
		Paten Sederhana	tidak ada	tidak ada	tidak ada
		Hak cipta	tidak ada	tidak ada	tidak ada
		Merek Dagang	tidak ada	tidak ada	tidak ada
		Desain Produk Industri	tidak ada	tidak ada	tidak ada
		Perlindungan Varietas Tanaman	tidak ada	tidak ada	draf
6	Teknologi Tepat Guna ⁷⁾	Perlindungan Topogafi	tidak ada	tidak ada	tidak ada
		Sirkuit Terpadu			
6	Teknologi Tepat Guna ⁷⁾		tidak ada	tidak ada	tidak ada
7	Model/purwarupa/desain/rekayasa sosial ⁸⁾		tidak ada	tidak ada	tidak ada
8	Bahan Ajar (ISBN) ⁹⁾		tidak ada	draf	editing
9	Tingkat Kesiapan Teknologi (TKT) ¹⁰⁾		Skala 1	Skala 3	Skala 4

BAB 2. RENSTRA DAN PETA JALAN PENELITIAN PERGURUAN TINGGI

Peta jalan (*road map*) penelitian Unand disusun bertujuan untuk merealisasikan kontribusi Unand yang berdaya guna dan hasil guna pada pembangunan nasional dan daerah serta IPTEK, peningkatan publikasi dan Kekayaan Intelektual sesuai tujuan penelitian Universitas Andalas. Peta jalan penelitian disusun dan dilaksanakan secara terintegrasi, komprehensif dan berkelanjutan meliputi tema utama yaitu: 1) Ketahanan Pangan, Obat dan Kesehatan; 2) Inovasi Sains, Teknologi dan Industri; dan 3) Pengembangan Sumber Daya Manusia (SDM) dan Karakter Bangsa.

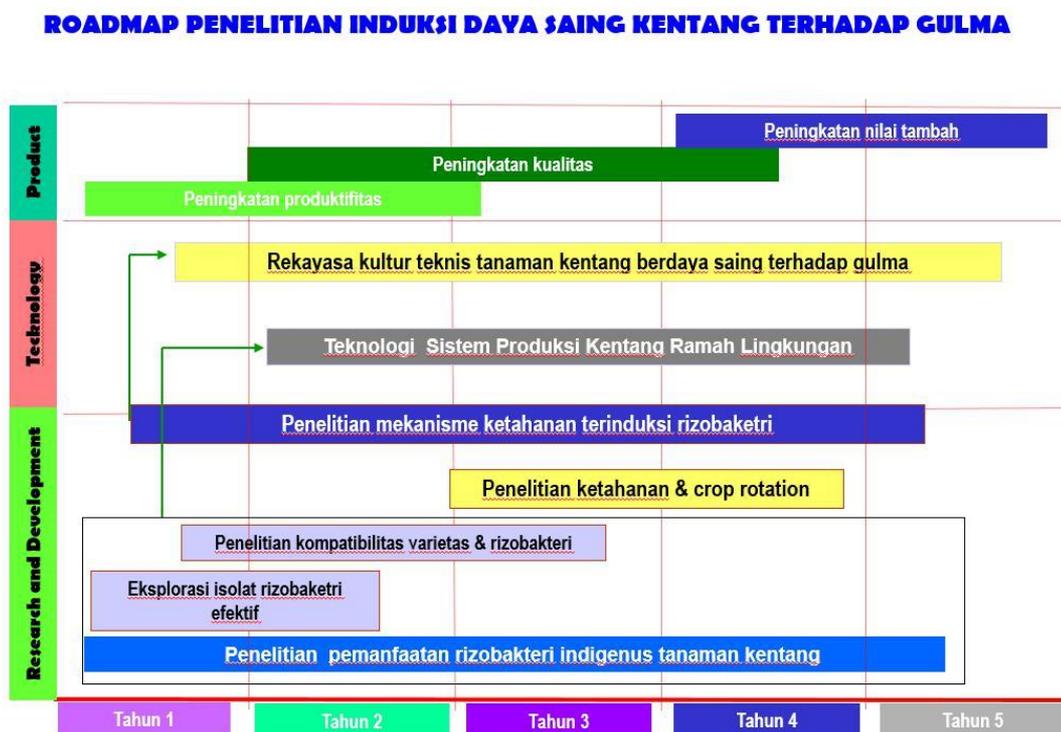
Ketahanan pangan menjadi salah satu titik sentral (tema utama) dalam Rencana Induk Penelitian Universitas Andalas 2017-2020. Sebagai bagian dari program nasional, ketahanan pangan harus terus didukung dengan berbagai upaya antara lain melalui pengembangan budidaya yang akan sangat strategis jika memanfaatkan bahan lokal yang spesifik. Tanaman kentang termasuk ke dalam salah satu komoditas bidang hortikultura walaupun produk hasil tanaman kentang sebenarnya adalah sumber karbohidrat alternatif.

Luaran tema utama penelitian yang ditetapkan pada peta jalan penelitian Universitas Andalas adalah peran serta/kontribusi Universitas Andalas pada pembangunan nasional dan daerah serta IPTEK untuk ketahanan pangan pada produksi komoditas unggulan (a.l: ternak lokal, gandum tropis, padi lokal, kakao, sawit, buah, sayuran, dan perikanan). Tahapan peta jalan untuk tahun 2018-2020 meliputi pengembangan dan modifikasi teknik budidaya, teknologi perlindungan tanaman. Pada akhirnya diharapkan untuk dapat memperbaiki (memodifikasi) teknologi dalam perlindungan tanaman terhadap organisme pengganggu tanaman (OPT) serta perbaikan/modifikasi teknologi perbaikan kesuburan lahan lestari.

Penelitian yang diusulkan ini akan sangat berperan dalam mendukung upaya ketahanan pangan dan diversifikasi bahan pangan. Ketahanan pangan menjadi salah satu titik sentral dalam Rencana Induk Penelitian Universitas Andalas 2017-2020. Sebagai bagian dari program nasional, ketahanan pangan harus terus didukung dengan berbagai upaya antara lain melalui pengembangan budidaya yang akan sangat strategis jika memanfaatkan bahan lokal yang spesifik. Tanaman kentang termasuk ke dalam salah satu komoditas bidang hortikultura walaupun produk hasil tanaman kentang sebenarnya adalah sumber karbohidrat alternatif.

Kentang sangat baik sebagai alternatif sumber karbohidrat, sehingga kebergantungan terhadap pangan pokok beras dapat dikurangi. Seperti halnya tanaman budidaya lainnya, tanaman kentang tidak dapat melepaskan diri dari interaksi, kompetisi, dan pengaruh gulma dalam pertumbuhannya. Banyak petani yang mengandalkan aplikasi herbisida dalam

mengendalikan gulma pada pertanaman kentang. Aplikasi herbisida, apalagi yang dilakukan terus menerus, akan meninggalkan efek residu pada tanah dan dalam jangka panjang menyebabkan resistensi gulma terhadap bahan aktif herbisida. Dalam rangka mendukung program pertanian berkelanjutan dan ramah lingkungan, diperlukan terus mencari upaya agar beban lingkungan akan bahan kimia sintetis dapat dikurangi, jika tidak dapat ditiadakan. Salah satu upaya tersebut adalah dengan memanfaatkan bahan yang tersedia di alam seperti rizobakteri yang telah terbukti dapat berperan dalam meningkatkan pertumbuhan tanaman, meningkatkan serapan hara mineral, dan menstimulasi pembentukan hormon tumbuh pada tanaman. Penelitian yang diusulkan ini dirancang untuk mengeksplorasi dan memanfaatkan rizobakteri indigenus untuk meningkatkan pertumbuhan dan kebugaran tanaman kentang sehingga mampu berkompetisi dengan gulma. Peta jalan penelitian yang diusulkan dapat dilihat pada Gambar 2 di bawah ini.



Gambar 2. Peta jalan penelitian peningkatan daya saing tanaman kentang terhadap gulma melalui induksi rizobakteri

BAB 3. TINJAUAN PUSTAKA

Kentang (*Solanum tuberosum* L.)

Spesies ini berasal dari Amerika Tengah dan Amerika Selatan tepatnya di daerah pegunungan Andes. Pada awal penyebaran, budidaya kentang di Asia Tenggara dilakukan pada ketinggian di atas 1500 meter di atas permukaan laut (m dpl) (Flach & Rumawas 1996). Di Indonesia, tanaman kentang dapat tumbuh pada ketinggian 900-2000 mdpl (Wattimena 1995). Tanaman kentang memerlukan curah hujan 500-700 mm selama masa pertumbuhannya 3–4.5 bulan. Namun demikian, kentang termasuk tanaman yang tidak tahan terhadap genangan sehingga drainase yang baik sangat diperlukan. Tingkat keasaman tanah optimal adalah antara 4.8-7.0, pH di atas 7.0 menyebabkan umbi kentang rawan terhadap penyakit *scab* (Flach & Rumawas 1996). Pembentukan umbi kentang dipengaruhi oleh ketersediaan zat hara, lingkungan, bibit, genetik, luas daun, translokasi asimilat, dan zat pengatur tumbuh (Dobranszki *et al.* 2008).

Umbi kentang memiliki kandungan vitamin terutama B1 dan C, karbohidrat yang tinggi (347 kalori dalam 100 g kentang), serta kadar protein yang rendah (0.3 g dalam 100 g kentang) (Samadi 2007). Kentang juga mengandung niasin 1.5 mg, tiamin 0.1 mg, riboflavin 0.04 mg, asam askorbat 20 mg, kalsium 9 g, fosfor 50 mg, kalium 410 mg, dan Fe 0.8 mg (Flach & Rumawas 1996). Kentang banyak dimanfaatkan sebagai sayuran, makanan pokok pengganti nasi, dan bahan baku makanan olahan seperti keripik atau biskuit kentang.

Rizobakteri Pemacu Pertumbuhan Tanaman

Visi pertanian berkelanjutan harus mengedepankan praksis budidaya pertanian yang memiliki karakter unggul seperti tahan penyakit, toleran kadar garam tinggi, toleran kekeringan, toleran terhadap cekaman logam berat, dan punya nilai nutrisi lebih tinggi (Vejan *et al.*, 2016). Untuk dapat memenuhi tuntutan di atas, harus dicarikan alternatif solusi dalam meningkatkan kualitas tanaman budidaya antara lain dengan memanfaatkan mikroorganisme (bakteri, jamur, algae, dsb) yang dapat meningkatkan kapasitas serapan hara dan pemanfaatan air secara efisien (Armada, *et al.*, 2016). Diantara mikroorganisme potensial tersebut telah ditemukan jenis bakteri yang dikenal sebagai *plant growth promoting rhizobacteria* (PGPR) dan paling menjanjikan untuk dieksplorasi dan dimanfaatkan untuk meningkatkan kebugaran tanaman dan menstimulasi pertumbuhan tanpa menyebabkan kontaminasi pada lingkungan (Calvo *et al.*, 2014).

Bakteri Pemacu Pertumbuhan Tanaman (PGPR) adalah sekelompok bakteri yang dapat ditemukan di daerah sekitar perakaran tumbuhan (Ahmad *et al.*, 2008). Rizobakteri biasanya hidup berkoloni dan mengkolonisasi perakaran tumbuhan (rizosfir) sekaligus meningkatkan berfungsi dalam meningkatkan pertumbuhan tanaman yang bersangkutan. Daerah rizosfir biasanya kaya akan eksudat akar yang mengandung nutrisi unsur hara makro dan mikro. Biasanya jumlah populasi dan jenis rizobakteri akan berbeda antara daerah dekat perakaran dengan tanah yang jauh dari perakaran. Hal ini disebabkan karena tanaman tersebut menghasilkan eksudat akar yang memberikan nutrisi bagi pertumbuhan rizobakteri (Burdman *et al.*, 2000).

Berbagai penelitian telah membuktikan peranan penting rizobakteri dalam meningkatkan pertumbuhan tanaman budidaya. Peningkatan kebugaran tanaman yang berdampak pada peningkatan pertumbuhan dan hasil dapat terjadi melalui berbagai mekanisme. PGPR dapat menstimulasi pertumbuhan tanaman melalui: 1) mekanisme toleransi cekaman abiotik, 2) fiksasi unsur hara mineral sehingga lebih mudah diserap akar, 3) pengaturan dan pemacuan pertumbuhan, 4) produksi senyawa organik yang mudah menguap (*volatile*), 5) produksi senyawa protein enzimatis seperti kitinase, glukonase, dan ACC-deaminase yang dapat mencegah tanaman terserang penyakit (Choudhary *et al.* 2011 dalam Vejan *et al.*, 2016). Walaupun demikian, mekanisme dan aktivitas rizobakteri akan berbeda bergantung pada lingkungan dan tipe tanaman inangnya.

Rizobakteri dapat berfungsi sebagai pemacu pertumbuhan tanaman dan sebagai agens antagonis terhadap patogen tanaman (Timmusk 2003). Kemampuan untuk memfiksasi nitrogen, melarutkan fosfat, memproduksi senyawa siderofor dan hidrogen sianida (HCN), enzim kitinase, protease, dan selulase merupakan karakteristik rizobakteri yang diinginkan. Rhizobakteri adalah kelompok mikroba yang mampu menambat N₂ dari udara dan mengubahnya menjadi bentuk yang tersedia bagi tanaman ketika bersimbiosis dengan tanaman legum. Bakteri pelarut fosfat (BPF) dapat mensintesis enzim fitase dan fosfatase yang berperan dalam hidrolisis P organik untuk melarutkan P anorganik BPF dan menghasilkan asam-asam organik yang membantu melepaskan P yang terfiksasi logam (Purwaningsih 2003). Oleh karena itu untuk memperoleh rhizobakteri yang berpotensi perlu dievaluasi berbagai karakter tersebut. Salah satu kemampuan rizobakteri dari kelompok *Bacillus* spp. dan *Pseudomonas* spp. yang telah dilaporkan ialah mampu melarutkan fosfat (Zhang 2004).

Berbagai jenis bakteri telah diidentifikasi sebagai rizobakteri pemacu tumbuh tanaman dilaporkan antara lain dari genus *Azotobacter*, *Azospirillum*, *Acetobacter*, *Burkholderia*, dan

Bacillus. Meskipun sebagian besar *Bacillus* (Gram-positif) tidak tergolong pengkoloni akar, beberapa galur tertentu dari genus ini ada yang mampu melakukannya, sehingga dapat digolongkan sebagai rizobakteri pemacu tumbuh tanaman. Umumnya di dalam tanah ditemukan mikroba pelarut P anorganik sekitar 104-106 per gram tanah dan sebagian besar berada pada daerah perakaran. Bakteri yang sering dilaporkan dapat melarutkan P antara lain: *Pseudomonas*, *Bacillus*, *Mycobacterium*, *Micrococcus*, *Flavobacterium*, *Bacterium*, *Citrobacter*, dan *Enterobacter* (Illmer *et al.* 1995). Nakkeeran *et al.* (2005) menyatakan bahwa PGPR seyogyanya harus memiliki kemampuan dalam meningkatkan kapasitas pertumbuhan, memiliki spectrum kerja yang luas, aman bagi lingkungan, kompatibel dengan jenis rizobakteri lainnya, toleran panas, toleran radiasi sinar ultra violet, dan toleran terhadap agens atau senyawa pengoksidasi. Dengan pertimbangan tersebut, sudah saatnya perlu tindakan untuk mengeksplorasi rizobakteri PGPR dan diaplikasikan dalam praksis budidaya tanaman, terutama tanaman pangan. Vajan *et al.* (2016) merangkum berbagai hasil penelitian tentang peranan PGPR pada berbagai komoditas tanaman pangan dan hortikultura. Beberapa jenis PGPR dan fungsinya disajikan pada Tabel 2 berikut.

Tabel 2. Modifikasi daftar PGPR dan aplikasinya pada berbagai jenis tanaman (Sumber: Vajan *et al.*, 2016)

PGPR	Mekanisme PGPR	Tanaman target	Cara aplikasi
Azoarcus	Fiksasi N	Padi	Plants were grown gnotobiotically with a mutant of strain BH72
Bacillus	Sintesis auksin	Kentang	Perendaman benih (108 mL ⁻¹ cfu)
Bacillus	Sintesis Cytokinin	Mentimun	Perendaman benih 106 cells/mL (106 CFU/mL)
Bacillus	Induksi resistensi terhadap cekaman	Kacang tanah, Jagung	Inokulasi tanaman dengan 1 mL of a 108 cfu suspension. Perendaman benih selama 30 menit
Gluconacetobacter	Fiksasi N	Tanaman tebu	Root-dipping of seedlings for 1 h

Bakteri Pelarut Fosfat

Bakteri pelarut fosfat (BPF) merupakan kelompok bakteri di dalam tanah memiliki kemampuan melarutkan Fosfor (P) yang terfiksasi dan yang berikatan dengan Fe, Al, Ca, dan Mg, sehingga P yang tidak tersedia menjadi tersedia bagi tanaman sehingga dapat diserap oleh tanaman. Mekanisme pelarutan fosfat dari bahan yang sukar larut banyak dikaitkan dengan aktivitas mikrob yang memiliki kemampuan menghasilkan enzim fosfatase, fitase, dan asam organik hasil metabolisme (Illmer *et al.* 1995). Bakteri pelarut fosfat diketahui dapat menghasilkan asam organik yang ditandai dengan menurunnya pH media. Beberapa jenis

asam organik berbeda yang dihasilkan oleh bakteri pelarut fosfatnya yaitu asam sitrat, asam laktat, asam glukonat, asam propionat, dan asam suksinat. Pelarutan P terjadi karena adanya pelepasan proton seperti H^+ sehingga bereaksi dengan trikalsium fosfat $Ca_3(PO_4)_2$ (Bashan *et al.* 2013)

Pemanfaatan bakteri-bakteri yang memiliki kemampuan melarutkan unsur mineral sebagai pupuk hayati (biofertilizer) mulai diterapkan untuk mengurangi ketergantungan pemakaian pupuk kimia. Pupuk hayati dari rizobakteria tidak meninggalkan residu dan mampu meningkatkan efisiensi bioremediasi sehingga ramah lingkungan dan penggunaan pupuk hayati juga relatif murah (Chen *et al.*, 2006). Selain itu, rizobakteri juga ikut berperan dalam regulasi keseimbangan hormonal dan nutrisi hara mineral, menginduksi resistensi terhadap patogen, dan ikut melarutkan hara mineral sehingga lebih mudah diserap oleh akar tanaman (Vejan *et al.*, 2016). Bakteri juga bertanggung jawab pada penambatan N_2 secara hayati, mulai dari Sianobakter (ganggang hijau biru), bakteri fotosintetik pada air tergenang, dan permukaan tanah sampai pada bakteri heterotrofik dalam tanah dan zona akar. Bakteri mampu melakukan penambatan nitrogen udara, baik secara nonsimbiosis (*free-living nitrogen-fixing bacteria*) maupun simbiosis (*root nodulating bacteria*).

Pemanfaatan PGPR dalam budidaya tanaman kentang

Seperti tanaman budidaya lainnya, tanaman kentang juga tidak bisa terlepas dari masalah organisme pengganggu tanaman (OPT) seperti hama, penyakit, ataupun gulma. Kehilangan hasil kentang karena gangguan OPT tersebut telah banyak dilaporkan. Hasil penelitian Mehring *et al.* (2016) menunjukkan bahwa pengendalian gulma pada fase pertumbuhan vegetatif cepat (3 minggu setelah muncul lapang) dapat meningkatkan hasil kentang sekitar 30-50%. Penelitian lain juga menunjukkan bahwa gulma dapat mengurangi hasil panen kentang 45-65%, meskipun terdapat variasi antar varietas (Nelson and Thoreson, 1981; Nelson and Giles, 1989).

Mehring *et al.* (2016) melaporkan bahwa cara efektif dan efisien dalam mengendalikan gulma pada pertanaman kentang adalah melalui perbaikan kultur teknis yang juga dapat mengurangi munculnya warna hijau pada umbi kentang akibat terpapar sinar matahari. Hanya saja cara kultur teknis ini juga dapat menurunkan hasil yang disebabkan oleh pemangkasan akar lateral. Cara lain yang sangat efektif adalah melalui aplikasi herbisida. Petani di negara maju dengan kepemilikan lahan yang luas sangat mengandalkan aplikasi herbisida. Sebagai contoh, petani kentang di Inggris menggunakan hebisida linuron (sampai 960 b.a./ha) yang terkadang tidak mencukupi jika diaplikasikan secara tunggal pada kondisi

tertentu. Sehingga petani sering menggunakan campuran herbisida seperti linuron dan metribuzin, pendimethalin dan clomazone, dan metribuzin dan flufenacet (Davies, 2007).

Namun aplikasi herbisida secara intensif juga menimbulkan permasalahan pada lingkungan. Residu herbisida pada tanah dapat terserap oleh tanaman kentang terutama pada daerah dengan curah hujan tinggi atau lahan beririgasi teknis pada tanah bertekstur ringan. Aplikasi herbisida ini telah menyebabkan meningkatnya resistensi gulma terhadap herbisida (Foes *et al.*, 1998; Tranel *et al.*, 2004), efek residu pada lahan pertanian, dan gangguan keseimbangan pada flora dan fauna yang hidup di sekitar areal pertanian tersebut (Cooke and Burn, 1995). Herbisida glifosat masih meninggalkan residu di lahan pertanian bahkan masih terdeteksi dua tahun setelah aplikasi (Eberbach, 1998). Ini telah menjadi bukti bahwa penggunaan herbisida secara intensif menyebabkan ketidakseimbangan alam. Namun demikian, Arfarita *et al.* (2016) telah berhasil memanfaatkan mikroorganisme yaitu jamur *Trichoderma viride* strain FRP3 sebagai bio-agens untuk proses biodegradasi residu herbisida glifosat. Jamur tersebut berhasil mengurai sebanyak 48-70% glifosat dalam waktu 28 hari setelah aplikasi sehingga berpotensi untuk dimanfaatkan dalam proses bioremediasi lahan.

BAB 4. METODE PENELITIAN

4.1 Pelaksanaan

Pelaksanaan Tahun ke-1

A. Survei dan Pengambilan Sampel

Sampel tanah diambil secara purposive randomized sampling dari sentra produksi kentang yang tumbuh pada tanah mineral di Sumatera Barat yakni Alahan Panjang Kabupaten Solok dan Kabupaten Agam. Sampel yang diambil adalah tanah di sekitar perakaran tanaman sehat sekitar 2 - 5 mm dari perakaran (rhizosfer). Isolasi rizobakteri dilakukan di Laboratorium Mikrobiologi Jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan, Fakultas Pertanian Unand. Pengambilan sampel dilakukan pada 5 titik sampling secara diagonal pada areal pertanaman kentang dan dari setiap titik sampling tersebut diambil sampel sebanyak ± 100 g tanah. Kemudian sampel tanah dimasukkan ke dalam kantong plastik dan diberi label yang berisi tanggal pengambilan sampel, nama klon kentang, umur tanaman, jarak tanam, lokasi pengambilan sampel.

B. Isolasi Rizobakteri

Sampel tanah dan akar yang telah dibersihkan ditimbang sebanyak 1 (satu) gram, dengan menggunakan vortex (3-5 menit) disuspensikan dalam 10 ml aquades steril sampai homogen. Suspensi ini digunakan sebagai pengenceran awal (10^{-1}). Kemudian dari pengenceran awal diambil sebanyak 1 (satu) ml dan dimasukkan ke test tube (tabung reaksi) selanjutnya yang berisi 9 ml aquades stereril, lalu dicampurkan lagi dengan alat vortex sampai homogen. Suspensi ini disebut pengenceran kedua (10^{-2}). Pengenceran dilakukan berulang sampai 10^{-6} . Dari dua pengenceran terakhir yaitu 10^{-5} dan 10^{-6} akan dilakukan isolasi rizobakteri dengan cara: mengambil 0,1 ml (100 μ l) larutan pengenceran 10^{-5} lalu dimasukkan ke dalam testube yang telah berisi media NA cair kemudian vortex dan tuangkan ke dalam cawan Petri (Petri dish) kaca, diselotip bagian pinggirnya, diberi label dan didinginkan pada suhu kamar. Kemudian Petri dish dibalikkan dan diinkubasi selama 48 jam pada suhu ruang. Demikian juga diperlakukan pada 10^{-6} .

Koloni yang tumbuh dan membentuk zona bening merupakan isolat bakteri. Lalu isolat tersebut ditumbuhkan lagi (diremajakan) pada media yang baru dengan metode gores menggunakan jarum ose, dan begitu seterusnya sampai diperoleh isolat bakteri yang murni. Lalu di identifikasi secara morfologis (warna, bentuk, koloni, permukaan koloni, penampang melintang dan bentuk pinggiran koloni). Koloni isolat bakteri yang terpilih dimurnikan pada media yang sama dengan metode gores dan diinkubasikan selama 48 jam, koloni tunggal bakteri dipindahkan secara aseptik kedalam microtube yang telah berisi 1 ml aquades steril dan disimpan dalam refrigerator

(Yanti, 2013). Semua biakan murni bakteri yang diperoleh dibuat kultur stok untuk digunakan pada kegiatan selanjutnya.

4.2 Isolasi, identifikasi dan uji pathogen bakteri

A. Uji Gram

Pegujian Gram bertujuan untuk mengetahui apakah bakteri bersifat Gram positif atau negatif. Satu tetes larutan KOH 3% diletakkan di atas kaca objek menggunakan pipet tetes kemudian diambil biakan murni bakteri indigenus umur 2x24 jam dengan menggunakan jarum ose dan dicampurkan dengan larutan KOH tersebut. Apabila terjadi penggumpalan maka bakteri bersifat Gram negatif, sebaliknya apabila tidak terjadi penggumpalan maka bakteri tersebut bersifat Gram positif (Klement *et al.*, 1990).

B. Uji Patogenesis pada daun *Mirabilis*

Rizobakteri yang diisolasi dari tanah sekitar perakaran tanaman kentang yang sehat selanjutnya dibiakkan dengan media NA. Biakan ini diinkubasi pada suhu kamar selama 48 jam. Identifikasi isolat bakteri berdasarkan bentuk morfologi, Uji fisiologis (Schaad *et al.*, 2001), reaksi hipersensitif (Klement *et al.*, 1990) pada daun tembakau Deli. Bakteri di encerkan dengan menyesuaikan pada skala mcfarlan 8, lalu di inokulasi pada tanaman Tembakau. Perkembangan gejala diamati 2 minggu setelah inokulasi ke tanaman. isolat bakteri yang dianggap pathogen adalah yang menimbulkan bercak/ nekrosis pada tanaman.

C. Uji lapang pada tanaman kentang

Pengujian dilakukan untuk mengetahui pengaruh isolat rizobakteri terhadap keragaan pertumbuhan dan hasil tanaman kentang. Uji lapang akan dilakukan di 2 (dua) lokasi masing-masing di Kabupaten Solok dan Kabupaten Agam. Dari penelitian ini diharapkan akan ditemukan jenis dan konsentrasi isolate rizobakteri yang sesuai untuk masing-masing varitas kentang.

Pelaksanaan Tahun ke-3

Pada tahun ketiga, akan dilakukan pengujian induksi ketahanan tanaman kentang terhadap gulma. Dinamika populasi gulma dipelajari baik melalui uji keragaan pertumbuhan maupun uji fisiologis cekaman seperti uji enzim peroksidase, total fenol, uji anti oksidan, dan *bioassay* perkecambahan dan pertumbuhan awal gulma akibat

perlakuan isolat rizobakteri. Juga akan dilihat pengaruhnya terhadap aju pembelahan sel gulma utama tanaman kentang.

BAB 5. HASIL DAN KESIMPULAN

5.1. HASIL

Jumlah isolat yang didapatkan dari Kabupaten Solok sebanyak 18 isolat yang hasil karakternya disajikan pada Tabel 1. Dari 18 isolat yang telah diisolasi terdapat 17 isolat dengan uji HR negatif yang artinya tidak bersifat patogenik terhadap tanaman uji. Sedangkan untuk sampel tanah dari Kabupaten Agam, diperoleh sebanyak 53 isolat dan 49 diantaranya bersifat non patogenik (uji HR negatif). Isolat dengan uji HR negatif dapat dilanjutkan untuk pengujian in planta pada tanaman.

Tabel 1. Karakter Morfologis dan Fisiologis Isolat Rizobakteri dari Kabupaten Solok

No	Kode Isolate	Pengen-ceran	Bentuk	Pinggiran	Elevasi	Ukuran (cm)	Jlh	warna	Uji Gram	Uji HR
1	L1 S1.1	10 (-5)	Bulat	Rata	Datar	0.1	1	Putih	(+)	(+)
2	L1 S2.2	10 (-5)	Irreguler	Undulate	Datar	1.5	3	Putih	(+)	(-)
3	L1 S3.1	10 (-5)	Filamentous	Filiform	Datar	2.6	1	Putih	(+)	(-)
4	L1 S3.2	10 (-5)	Irreguler	Undulate	Datar	5.2	1	Putih	(+)	(-)
5	L1 S3.3	10 (-5)	Bulat	Rata	Convex	0.1	4	kuning	(-)	(-)
6	L1 S3.4	10 (-5)	Bulat	Rata	Datar	1	1	Putih	(+)	(-)
7	L1 S4.2	10 (-5)	Bulat	Rata	Datar	1	1	Putih	(-)	(-)
8	L1 S4.3	10 (-5)	Filamentous	Filiform	Datar	2	1	Putih	(+)	(-)
9	L1 S4.4	10 (-5)	Bulat	Rata	Datar	0.1	1	kuning	(-)	(-)
10	L1 S4.5	10 (-6)	Bulat	Rata	Datar	0.3	5	kuning	(+)	(-)
11	L2 S1.1	10 (-5)	Filamentous	Filiform	Datar	3.5	1	Putih	(+)	(-)
12	L2 S1.2	10 (-5)	Bulat	Rata	Convex	0.2	9	Putih	(+)	(-)
13	L2 S2.3	10 (-5)	Irreguler	Undulate	Datar	0.1	1	kuning	(+)	(-)
14	L2 S2.4	10 (-6)	Irreguler	Lobate	Datar	1	1	Putih	(+)	(-)
15	L2 S3.1	10 (-6)	Filamentous	Filiform	Datar	2	3	Putih	(+)	(-)
16	L2 S3.4	10 (-5)	Irreguler	Undulate	Datar	1	1	Putih	(+)	(-)
17	L2 S3.5	10 (-5)	Bulat	Rata	Datar	0.2	1	putih bening	(+)	(-)
18	L2 S3.6	10 (-5)	Bulat	Rata	Datar	0.1	2	kuning	(+)	(-)

Keterangan: untuk uji HR, (-) artinya tidak berpotensi patogenik; (+) artinya bersifat patogenik

Jumlah koloni rizobakteri yang berhasil diisolasi dari daerah pertanian kentang di Alahan Panjang, Kabupaten Solok jauh lebih sedikit (Tabel 1) dibandingkan dengan jumlah koloni rizobakteri dari daerah Kabupaten Agam (Tabel 2). Hal ini mungkin disebabkan karena petani komoditas hortikultura di daerah Alahan Panjang sangat intensif menggunakan pestisida untuk melindungi tanaman budidaya mereka. Komoditas kentang juga dibudidayakan secara bergilir dengan komoditas bawang merah, tomat, dan kubis. Seperti pernyataan Doran and Parkin (1994) bahwa kualitas tanah adalah kapasitas tanah yang berfungsi dalam suatu cakupan ekosistem untuk mendukung produktivitas biologis,

mempertahankan kualitas lingkungan, dan memfasilitasi kesehatan hewan dan tubuhan dalam ekosistem tersebut. Bila dalam suatu ekosistem pertanian digunakan pestisida secara intensif tentunya akan mengganggu keseimbangan biologis tanah.

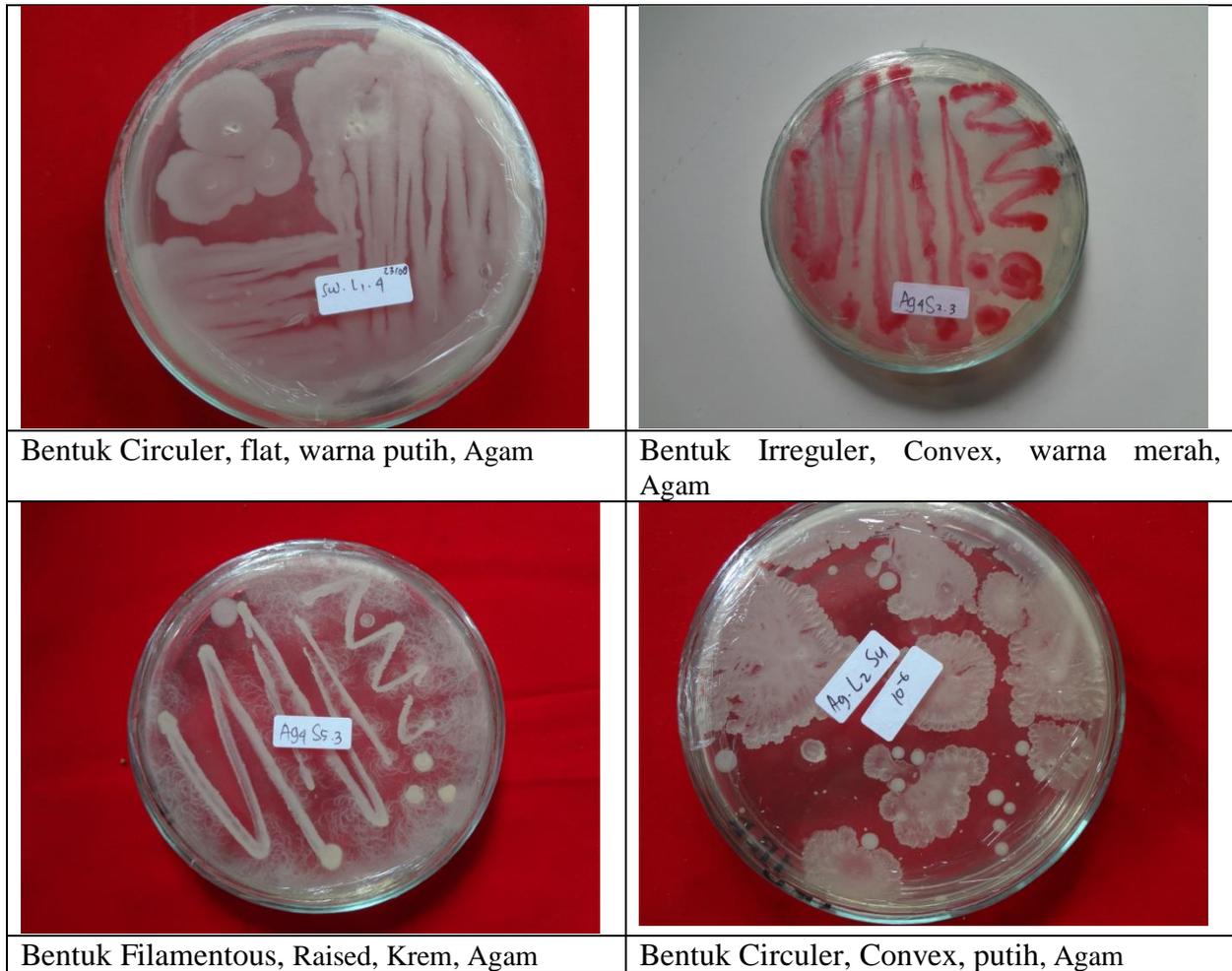
Karakter Morfologis dan Isolat Rizobakteri dari Kabupaten Agam

No	Kode Isolate	Pengen-ceran	Bentuk	Pinggiran	Elevasi	Ukuran (cm)	Jumlah	warna	Uji Gram	Uji HR
1	L1.S1.1	10 (-5)	Irregular	Flat	Undulate	1.8	11	Putih	(-)	(-)
2	L1.S1.2	10 (-5)	Filamentous	Flat	Filiform	6.3	1	Putih	(+)	(+)
3	L1.S1.3	10 (-5)	Circular	Raised	Entire	0.5	2	Putih	(+)	(-)
4	L1.S1.4	10 (-6)	Circular	Flat	Entire	0.2	672	Putih	(+)	(-)
5	L1.S2.1	10 (-5)	Irregular	Flat	Undulate	0.8	25	Putih	(+)	(-)
6	L1.S2.2	10 (-6)	Circular	Flat	Entire	0.1	1540	Putih	(+)	(-)
7	L1.S3.1	10 (-6)	Irregular	Flat	Lobate	0.6	50	Putih	(+)	(-)
8	L1.S4.1	10 (-5)	Circular	Flat	Entire	0.4	48	Putih	(+)	(-)
9	L1.S4.2	10 (-5)	Irregular	Raised	Filiform	2.5	31	Putih	(+)	(-)
10	L1.S4.3	10 (-6)	Irregular	Flat	Undulate	2	25	Putih	(+)	(-)
11	L1.S5.1	10 (-5)	Circular	Flat	Entire	0.2	1456	Putih	(-)	(-)
12	L1.S5.2	10 (-6)	Irregular	Raised	Undulate	1.5	29	Putih	(+)	(-)
13	L2.S1.1	10 (-5)	Irregular	Flat	Undulate	3	28	Putih	(-)	(-)
14	L2.S1.2	10 (-5)	Filamentous	Flat	Filiform	3	2	Putih	(+)	(-)
15	L2.S1.3	10 (-5)	Circular	Raised	Entire	0.11	3	kuning	(-)	(-)
16	L2.S1.4	10 (-5)	Circular	Flat	Entire	0.2	57	Putih	(+)	(-)
17	L2.S2.1	10 (-5)	Irregular	Flat	Undulate	1.5	1	Putih	(+)	(-)
18	L2.S2.2	10 (-5)	Circular	Convex	Entire	0.1	9	kuning	(+)	(-)
19	L2.S2.3	10 (-6)	Circular	Raised	Undulate	0.5	2	Putih	(+)	(-)
20	L2.S3.1	10 (-5)	Filamentous	Flat	Filiform	1	3	Putih	(-)	(-)
21	L2.S3.2	10 (-5)	Irregular	Raised	Undulate	0.8	49	Putih	(+)	(+)
22	L2.S3.3	10 (-5)	Circular	Convex	Entire	0.1	1000	Putih	(-)	(-)
23	L2.S4.1	10 (-5)	Circular	Convex	Entire	0.3	116	Putih	(-)	(-)
24	L2.S4.2	10 (-5)	Irregular	Flat	Undulate	2	33	Putih	(+)	(-)
25	L2.S5.1	10 (-5)	Circular	Raised	Entire	0.3	323	Putih	(+)	(-)
26	L2.S5.2	10 (-5)	Filamentous	Flat	Filiform	1.5	1	Putih	(+)	(-)
27	L2.S5.3	10 (-5)	Irregular	Flat	Undulate	4	5	Putih	(+)	(-)
28	L3.S1.1	10 (-5)	Circular	Flat	Entire	0.3	52	Putih	(-)	(+)
29	L3.S1.2	10 (-5)	Irregular	Flat	Undulate	1	30	Putih	(-)	(-)
30	L3.S1.3	10 (-6)	Filamentous	Flat	Filiform	2.5	1	Putih	(-)	(-)
31	L3.S2.1	10 (-5)	Circular	Flat	Entire	0.1	1124	kuning	(-)	(-)
32	L3.S2.2	10 (-5)	Irregular	Flat	Lobate	1	15	Putih	(-)	(-)
33	L3.S3.1	10 (-5)	Irregular	Flat	Entire	0.2	2440	kuning	(-)	(-)
34	L3.S3.2	10 (-6)	Irregular	Flat	Undulate	0.6	39	Putih	(-)	(-)
35	L3.S4.1	10 (-5)	Irregular	Flat	Undulate	0.7	168	kuning	(-)	(-)
36	L3.S4.2	10 (-6)	Circular	Raised	Entire	0.1	384	merah	(-)	(-)
37	L3.S5.1	10 (-5)	Circular	Raised	Entire	0.1	88	Putih	(+)	(-)

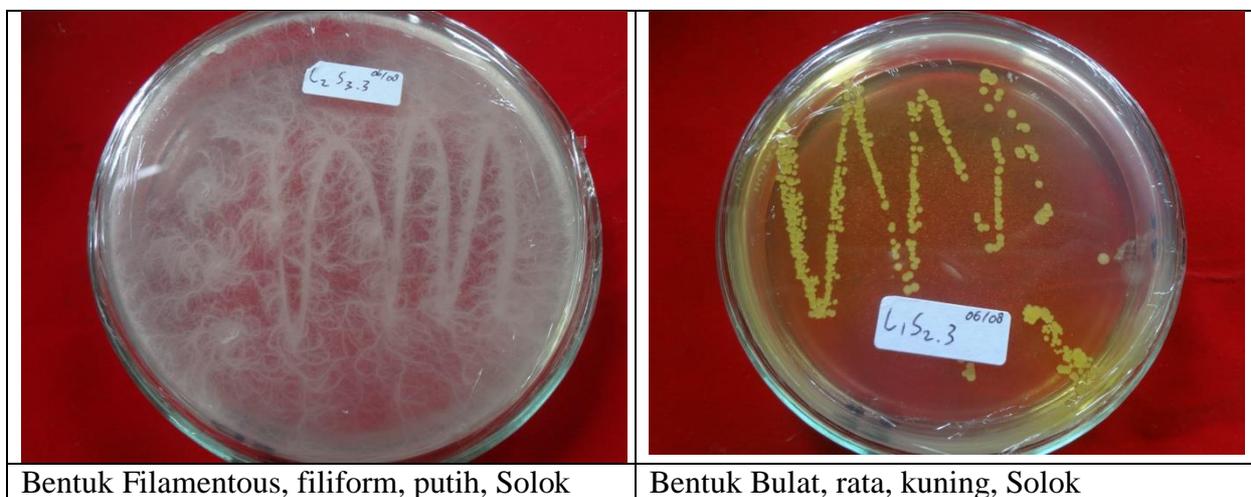
No	Kode Isolate	Pengen-ceran	Bentuk	Pinggiran	Elevasi	Ukuran (cm)	Jumlah	warna	Uji Gram	Uji HR
38	L3.S5.2	10 (-5)	Irregular	Raised	Undulate	1	11	Putih	(-)	(-)
39	Ag4.S1.1	10 (-5)	Circular	Flat	Entire	0.2	2443	Putih	(-)	(+)
40	Ag4.S1.2	10 (-6)	Irregular	Flat	Undulate	0.3	12	Putih	(-)	(-)
41	Ag4.S2.1	10 (-5)	Irregular	Flat	Undulate	2	18	Putih	(-)	(-)
42	Ag4.S2.2	10 (-6)	Circular	Convex	Entire	0.2	42	Kuning	(-)	(-)
43	Ag4.S2.3	10 (-6)	Irregular	Convex	Undulate	0.2	2	Merah	(-)	(-)
44	Ag4.S3.1	10 (-5)	Irregular	Flat	Undulate	0.4	20	Putih	(+)	(-)
45	Ag4.S3.2	10 (-6)	Circular	Raised	Entire	0.1	4	Putih	(+)	(-)
46	Ag4.S4.1	10 (-5)	Circular	Raised	Entire	0.1	4	Kuning	(-)	(-)
47	Ag4.S4.2	10 (-5)	Circular	Flat	Entire	0.2	36	Kuning	(-)	(-)
48	Ag4.S4.3	10 (-5)	Irregular	Flat	Undulate	0.6	8	Putih	(+)	(-)
49	Ag4.S4.4	10 (-6)	Filamentous	Flat	Filiform	3	1	Putih	(+)	(-)
50	Ag4.S5.1	10 (-5)	Irregular	Flat	Undulate	4	14	Putih	(+)	(-)
51	Ag4.S5.2	10 (-5)	Filamentous	Flat	Filiform	3	2	Putih	(+)	(-)
52	Ag4.S5.3	10 (-6)	Filamentous	Raised	Filiform	0.5	3	Krem	(+)	(-)
53	Ag4.S5.4	10 (-6)	Circular	Convex	Entire	0.3	40	Kuning	(-)	(-)

Keterangan: untuk uji HR, (-) artinya tidak berpotensi patogenik; (+) artinya bersifat patogenik

Beberapa gambar isolat rizobakteria disajikan pada gambar dibawah ini:

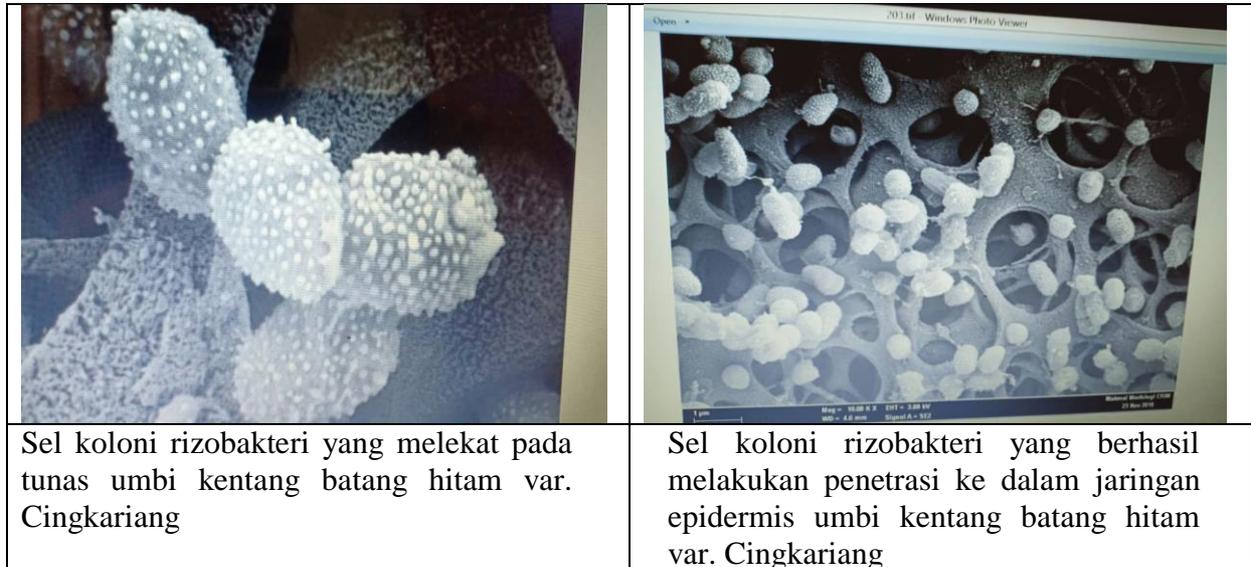


Gambar 1. Isolat rizobakteri dari daerah pertanian kentang di Kabupaten Agam



Gambar 2. Isolat rizobakteri dari daerah pertanian kentang di Alahan Panjang, Kabupaten Solok

Hasil uji dengan *scanning electron microscope* (SEM) menunjukkan bahwa perendaman umbi kentang dengan larutan rizobakteri indigenus cukup efektif dalam memberi kesempatan kepada rizobakteri untuk menempel dan penetrasi ke dalam sel umbi kentang sebelum ditanam di lapang (Gambar 3).



Gambar 2. Sel rizobakteri pada umbi kentang 30 menit setelah perendaman di dalam larutan isolat.
Pengerjaan dengan Scanning Electron Microscope (SEM) dilakukan di Labor Instrumentasi Universiti Kebangsaan Malaysia, Malaysia.

5.2. KESIMPULAN

Dari pengujian yang telah dilaksanakan didapat berbagai jenis isolat yang berbeda dari kedua lokasi target penelitian. Jenis isolat yang berbeda tersebut merupakan potensi keragaman yang selanjutnya dapat dimanfaatkan untuk bio assay terhadap gulma dominan pertanaman kentang. Perendaman umbi kentang dalam larutan isolat selama 30 menit ternyata cukup efektif untuk penetrasi rizobakteri ke dalam jaringan epidermis umbi kentang.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penelitian ini dilaksanakan dengan pendanaan Skim Klaster Riset Percepatan Guru Besar dengan Nomor Kontrak 49/UN.16.17/PP.PGB/LPPM/2018 tanggal 23 April 2018. Kami peneliti ingin menyampaikan ungkapan rasa terima kasih dan penghargaan kepada Universitas Andalas yang telah memberi kepercayaan untuk melaksanakan penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Ahmad, F., I. Ahmad, and M. S. Khan, 2008, Screening of free-living rhizospheric bacteria for their multiple plant growth promoting activities. *Microbiol. Res.*, 163, 173–181.
- Arfarita, N., Djuhari, Prasetya, B. and Imai, T., 2016, The application of *Trichoderma viride* strain FRP 3 for biodegradation of glyphosate herbicide in contaminated land. *AGRIVITA Journal of Agricultural Science*, 38(3), 275-281. <http://doi.org/10.17503/agrivita.v38i3.550>
- Armada, E., G. Portela, A. Roldan, and R. Azcon, 2014, Combined use of beneficial soil microorganism and agrowaste residue to cope with plant water limitation under semiarid conditions. *Geoderma*, 232, 640–648.
- Bashan, Y., A. A. Kamnev, and K.E. de-Bashan, 2013, Tricalcium phosphate is inappropriate as a universal selection factor for isolating and testing phosphate solubilizing bacteria that enhance plant growth: a proposal for an alternative procedure. *JBiol Fertil Soils*. 49:465-479.
- Burdman, S., E. Jurkevitch, and Y. Okon, 2000, Recent advances in the use of plant growth promoting rhizobacteria (PGPR) in agriculture. In N.S. Subba Rao, Y. R. Dommergues (Eds.), *Microbial Interactions in Agriculture and Forestry*, Science Publishers: Enfield, NH, USA, pp. 229–250.
- Calvo, P., L. M. Nelson, and J. W. Kloepper, 2014, Agricultural uses of plant biostimulants. *Plant Soil*, 383, 3–41.
- Cassman, K.G., A. Dobermann, and D.T. Walters, 2002, Agroecosystems, nitrogen-use efficiency, and nitrogen management. *Ambio*, 31, 132–139.
- Chen, Y.P., P.D. Rekha, A.B. Arun, F. T. Shen, W. A. Lai, and C. C. Young, 2006, Phosphate solubilizing bacteria from subtropical soil and their tricalcium phosphate solubilizing abilities. *Appl Soil Ecol*.34: 33-41.
- Cooke, A. S. and A. J. Burn, 1995, The environmental impacts of herbicides used in intensive farming systems. In *Proceedings: Brighton Crop Protection Conference - Weeds, 20-23 November 1995*, Brighton, England. pp.: 603-612
- Curá, J. A., D. R. Franz, J. E. Filosofía, K. B. Balestrasse, and L. E. Burgueño, 2017, Inoculation with *Azospirillum* sp. and *Herbaspirillum* sp. bacteria increases the tolerance of maize to drought stress, *Microorganisms*, 5, 41; doi:10.3390/microorganisms5030041.
- Davies, K., 2007, Weed control in potatoes, British Potato Council Crop Protection Treater Group, 11 pp.
- Dobranszki, J., K. Magyar-Tabori, and I. Hudak, 2008, In vitro tuberization in hormone-free systems on solidified medium and dormancy of potato microtubers. *Fruit, Vegetable and Cereal Science and Biotechnology*. 2(1):82-94.
- Doran, J.W. and T.B. Parkin, Defining and assessing soil quality. In *Defining soil quality for a sustainable environment*; Doran, J.W., Coleman, D.C., Bezdicek, D.F., Stewart, B.A., Eds.; Soil Science Society of America: Madison, WI, USA, 1994; Vol. Special Publication 35, pp. 3–21.
- Dosselaere, E., A.V. Broek, M. Lambrecht, P. De Troch, E. Prinsen, Y. Okon, V. Keijers, and J. Vanderleyden. 1997. Indole-3-acetic biosynthesis in *Azospirillum brasilense*. p.

- 306- 309. In A. Ogoshi *et al.* (Eds.). Plant Growth-Promoting Rhizobacteria Present status and Future Prospects. Proceedings of the Fourth International Workshop on PGPR. Japan-OECD Joint Workshop. Sapporo, Japan. October 5-10, 1997.
- Driouich, A., M.L. Follet-Gueye, M. Vické-Gibouin, M. Hawes, 2013, Root border cells and secretions as critical elements in plant host defense. *Curr. Opin. Plant Biol.*, 16, 489–495.
- Eberbach, P., 1998, Applying non-steady-state compartmental analysis to investigate the simultaneous degradation of soluble and sorbed glyphosate (N-(phosphonomethyl) glycine) in four soils. *Pesticide Science*, 52(3), 229–240. Retrieved from [http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/\(SICI\)1096-9063\(199803\)52:3<3C229::AID-PS684%3E3.0.CO;2-O/abstract](http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/(SICI)1096-9063(199803)52:3<3C229::AID-PS684%3E3.0.CO;2-O/abstract)
- Fedoroff, N.V. D.S. Battisti, R.N. Beachy, P.J.M. Cooper, D.A. Fischhoff, C.N. Hodges, V.C. Knauf, D. Lobell, B.J. Mazur, and D. Molden, 2010, Radically rethinking agriculture for the 21st Century. *Science*, 327, 833–834.
- Flach M, and F. Rumawas, 1996, *Plant Resources of South-East Asia No. 9. Plants Yielding Non-Seed Carbohydrates*. Bogor (ID): Prosea Foundation. 237 hlm.
- Foes, M. J., L. Liu, P. J. Tranel, L. M. Wax and E. W. Stoller, 1998, 'A biotype of common waterhemp (*Amaranthus rudis*) resistant to triazine and ALS herbicides', *Weed Science*, 46: 514-520
- Foley, J.A., R. DeFries, G.P. Asner, C. Barford, C. Bonan, S.R. Carpenter, F.S. Chapin, M.T. Coe, G.C. Daily, and H.K. Gibbs, 2005, Global consequences of land use. *Science*, 309, 570–574.
- G.H. Mehring, J.E. Stenger and H.M. Hatterman-Valenti, 2016, Weed control with cover crops in irrigated potatoes, *Agronomy*, 6, 3; doi:10.3390/agronomy6010003.
- Hardjowigeno S., 1992, *Ilmu Tanah*. Jakarta (ID): Mediyatama Sarana Perkasa.
- He, Ao-Lei, Shu-Qi Niu, Qi Zhao, Yong-Sheng Li, Jing-Yi Gou, Hui-Juan Gao, Sheng-Zhou Suo, and Jin-Lin Zhang, 2018, Induced salt tolerance of perennial Ryegrass by a novel bacterium strain from the rhizosphere of a desert shrub *Haloxylon ammodendron*, *Int. J. Mol. Sci.*, 19, 469; doi:10.3390/ijms19020469.
- Illmer, P., A. Barbato, and F. Schinner, 1995, Solubilization of hardly-soluble AIPO₄ with P-solubilizing microorganisms. *Soil Niol Biochem.*27:265-270.
- Kesaulya, H, Baharuddin, B. Zakaria, and S. A. Syaiful, 2015, Isolation and Physiological Characterization of PGPR from Potato Plant Rhizosphere in Medium Land of Buru Island, *Procedia Food Science*, 3, 190-199.
- Kloepper, J.W., R. Rodriguez-Kabana, G.W. Zehnder, J. Murphy, E. Sikora, and C. Fernandez, 1999, Plant root-bacterial interactions in biological control of soil borne diseases and potential extension to systemic and foliar diseases, *Aust. J. Plant Pathol.*, 28, 27–33.
- Kraiser T, Gras DE, Gutierrez AG, Gonzalez B, Gutierrez RA. 2011. A holistic view of nitrogen acquisition in plants. *J Exp Bot.* 62(4): 1455–1466.
- Matson, P.A., W.J. Parton, A.G. Power, and M.J. Swift, 1997, Agricultural intensification and ecosystem properties. *Science*, 277, 504–509.
- Nakkeeran, S., W.G.D. Fernando, and Z. A. Siddiqui, 2005, Plant growth promoting rhizobacteria formulations and its scope in commercialization for the management of

- pests and diseases. In Z. A. Siddiqui (Ed.), *PGPR: Biocontrol and Biofertilization*, Springer: Dordrecht, The Netherlands, pp. 257–296
- Nelson, D.C. and J.F. Giles, 1989, Weed management in two potato (*Solanum tuberosum* L.) cultivars using tillage and pendimethalin. *Weed Sci.*, 37, 229–232
- Nelson, D.C. and M.C. Thoreson, 1981, Competition between potatoes (*Solanum tuberosum*) and weeds. *Weed Sci.*, 29, 672–677.
- Phillips R, Rix M. 1993. *Vegetables*. London (UK): MacMillan. 270 p.
- Purwaningsih S. 2003. Isolasi, populasi dan karakterisasi bakteri pelarut fosfat pada tanah dari Taman Nasional Bogani Nani Wartabone, Sulawesi Utara. *Biologi*. 3(1): 22-31.
- Roberts, D. P. and A. K. Mattoo, 2018, Sustainable Agriculture - Enhancing environmental benefits, food nutritional quality and building crop resilience to abiotic and biotic stresses, *Agriculture*, 8, 8; doi:10.3390/agriculture8010008.
- Ryan, P., E. Delhaize, and D. Jones, 2001, Function and mechanism of organic anion exudation from plant roots. *Annu. Rev. Plant Phys.*, 52, 527–560.
- Samadi B. 2007. *Kentang dan Analisis Usaha Tani*. Yogyakarta (ID): Kanisius. 115 hal.
- Timmusk, S. 2003. Mechanism of Actions of the The Plant-Growth-Promoting Rhizo Bacterium *Paenibacillus polymixa* [Dissertation]. Uppsala, Sweden: Departement of Cell and Molecular Biology, Uppsala University
- Tindall HD. 1986. *Vegetables in The Tropics*. Hampshire: MacMillan. 533 p.
- Tranel, P. J., T. R. Wright and I. M. Heap, 2004, 'ALS mutation from herbicides-resistant weeds', Accessed: 2004 (Thursday, 8th January): Available <http://www.weedscience.com>.
- Vejan, P., R. Abdullah, T. Khadiran, S. Ismail, and A. N. Boyce, 2016, Role of Plant Growth Promoting Rhizobacteria in Agricultural Sustainability—A Review, *Molecules*, 21, 573; doi:10.3390/molecules21050573, 17 pp.
- Wang, Jianfei, Cheng Zhou, Xin Xiao, Yue Xie, Lin Zhu, and Zhongyou Ma, 2017, Enhanced Iron and Selenium Uptake in Plants by Volatile Emissions of *Bacillus amyloliquefaciens* (BF06), *Appl. Sci.* 7, 85; doi:10.3390/app7010085.
- Warnita, E. Swasti, dan D. Hervani, 2016. Optimalisasi penggunaan rizobakteria indigenus dan zat pengatur tumbuh terhadap pertumbuhan, hasil dan ketahanan penyakit tanaman kentang, Laporan Penelitian Hibah Klaster Guru Besar. Universitas Andalas. 37 hal.
- Wattimena GA. 1995. *In vitro* microtubers as an alternative technology for potato production [Final Report PSTS Project no. 6.0509]. hal 2.
- Weller, D.M., and L. S. Thomashow, 1994, Current challenges in introducing beneficial microorganisms into the rhizosphere. In F. O’Gara, D. N. Dowling, and B. Boesten (Eds.), *Molecular Ecology of Rhizosphere Microorganisms: Biotechnology and Release of GMOs*, VCH: New York, NY, USA, 1994; pp. 1–18.
- Zhang Y. 2004. Biocontrol of Sclerotinia stem rot of canola by bacterial antagonists and study of biocontrol mechanism involved [tesis]. Winnipeg (CA): University of Manitoba.
- Zhou, Cheng, Lin Zhu, Zhongyou Ma and Jianfei Wang, 2017, *Bacillus amyloliquefaciens* SAY09 Increases Cadmium Resistance in Plants by Activation of Auxin-Mediated Signaling Pathways, *Genes*, 8, 173; doi:10.3390/genes8070173.

Rencana Penelitian Tahun ke-2

Pada tahun kedua, akan dilakukan pengujian kompatibilitas antara isolat terpilih rizobakteri dengan varietas kentang baik kentang lokal maupun kentang varitas unggul. Isolat hasil penelitian tahun ke-1 akan digunakan untuk menguji kemampuannya dalam meningkatkan pertumbuhan sekaligus melihat dinamika populasi gulma yang berasosiasi dengan tanaman kentang. Penelitian juga akan dilakukan pada 2 (dua) lokasi masing-masing di Kabupaten Solok dan Kabupaten Agam. Selain itu, akan dilakukan uji biologis (*bio assays*) gulma terhadap isolat rizobakteri untuk melihat pengaruh rizobakteri terhadap pertumbuhan awal gulma (biomassa, aktivitas enzim peroksidase, dan indeks pembelahan sel radikula gulma). Kentang hasil pertumbuhan bersama rizobakteri juga akan dilakukan uji proksimat untuk melihat kandungan gizi kentang. Pada tahun kedua akan direncanakan untuk menerbitkan 1 artikel pada jurnal internasional terindeks.