

**PENGARUH *RHIZOBIUM* DAN LIMBAH CAIR RUMAH
TANGGA TERHADAP PERTUMBUHAN SERTA PRODUKSI
KEDELAI (*Glycine max* L.)**

OLEH :

DWI PRANOTO

154110023

SKRIPSI

*Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh
Gelar Sarjana Pertanian*



**FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS ISLAM RIAU
PEKANBARU
2020**

**PENGARUH *RHIZOBIUM* DAN LIMBAH CAIR RUMAH
TANGGA TERHADAP PERTUMBUHAN SERTA PRODUKSI
KEDELAI (*Glycine max* L.)**

SKRIPSI

NAMA : DWI PRANOTO

NPM : 154110023

PROGRAM STUDI : AGROTEKNOLOGI

**KARYA ILMIAH INI TELAH DIPERTAHANKAN
DALAM UJIAN KOMREHENSIF YANG DILAKSANAKAN PADA
HARI SENIN 11 MEI 2020 DAN TELAH DISEMPURNAKAN SESUAI
SARAN YANG DISEPAKATI. KARYA ILMIAH INI MERUPAKAN
SYARAT PENYELESAIAN STUDI PADA FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS ISLAM RIAU**

MENYETUJUI

Pembimbing

Prof. Dr. Hasan Basri Jumin, M.Sc

**Dekan Fakultas Pertanian
Universitas Islam Riau**



Dr. Ir. Siti Zahrah, MP

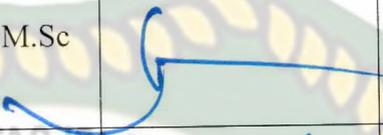
**Ketua Program Studi
Agroteknologi**



Drs. Maizar, MP

SKRIPSI INI TELAH DI UJI DAN DIPERTAHANKAN
DI DEPAN PANITIA SARJANA FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS ISLAM RIAU

TANGGAL 11 MEI 2020

No.	Nama	Tanda Tangan	Jabatan
1	Prof. Dr. Hasan Basri Jumin, M.Sc		Ketua
2	Ir. Zulkifli, MS		Anggota
3	M. Nur, SP, MP		Anggota
4	Salmita Salman, S.Si, M.Si		Notulen

Dokumen ini adalah Arsip Milik :

Perpustakaan Universitas Islam Riau

HALAMAN PERSEMBAHAN



Basalah dengan menyebut nama Tuhanmu,
Dia telah menciptakan manusia dari segumpal darah.
Basalah dan Tahanlah Yang Maha Maha
Yang Mengajar Manusia dengan Pena,
Dia mengajarkan manusia apa yang tidak diketahuinya (Qs. Al-Alaq 1-5)
Maka nikmat Tuhanmu yang manakah yang kamu dustakan? (Qs. Ar-Rahman 13)
Niscaya Allah akan mengangkat (derajat) orang-orang yang beriman diantaramu
dan orang-orang yang diberi ilmu beberapa derajat (Qs. Al-Majidilah 17)

Ya Allah,

Waktu yang sudah kujalani dengan jalan hidup yang sudah menjadi takdirku, sedih, bahagia dan bertemu orang-orang yang memberiku sejuta pengalaman bagiku, yang telah memberi warna warni kehidupanku.
Kubersujud dihadapanMu, Engkaulah berilah aku kesempatan untuk bisa sampai Dipenghujung awal perjuanganku segala Puji bagi Mu ya Allah,
Alhamdulillah.. Alhamdulillah.. Alhamdulillahirobbil'amin...

Sujud syukuraku kupersembahkan kepadamu Tuhan Yang Maha Agung nan Maha Tinggi nan Maha Adil nan Maha Pengayang, atas takdirMu telah engkau jadikan aku manusia yang senantiasa berpikir, berilmu, beriman dan bersabar dalam menjalani kehidupan ini. Semoga keberhasilan ini menjadi satu langkah awal bagiku untuk meraih cita-cita besarku.

Lantunan Al-Fatihah teriring Shalawat dalam silatku merintih, menadahkan do'a dalam syukur yang tiada terkira, terima kasihku antakmu. Kupersembahkan sebuah karya kecil ini untuk pahlawan Terhebatku Ayahanda Winarto dan Ibunda tercinta Priyanti serta Kakak dan Adik-adikku, yang tiada pernah hentinya selama memberikan semangat, do'a, dorongan, nasihat dan kasih sayangnyanya serta pengorbanan yang tidak tergantikan hingga aku selalu kuat dalam menjalani setiap rintangan yang ada didepanku. Ayah... Ibu... Terimalah bukti kecil ini sebagai kado keseriusanku untuk membalas semua pengorbananmu selama ini, dalam lapar berjuang separuh nyawa hingga segalanya. Maafkan anakmu Ayah..Ibu..masih saja ananda menyusahkannya...

Dalam silat di lima waktu mulai fajar terbit hingga terbenam...seraya tanganku menadakh.. ya Allah Ya Rahman Ya Rahim... Terimakasih telah kau tempatkan aku diantara kedua malaikatmu yang setiap waktu ikhlas menjagaku,, mendidikku,, membimbingku dengan baik,, Ya Allah berikanlah balasan setimpal syurga firdaus untuk mereka dan jauhkanlah mereka nanti dari panasnya sengat hawa api nerakamu...

Untukmu Ayahanda Winarto & Ibunda Priyanti
"Thank You So Much and We are always Love You My Parent"

Dengan segala kerendahan hati, saya ucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada semua pihak yang telah banyak membantu terutama pembimbing saya Bapak Prof. Dr. Hasan Basri Jumin, M.Sc, terima kasih atas ilmu, saran, motivasi hingga karya ilmiah ini dapat terselesaikan dengan tepat waktunya. Terima kasih kepada Bapak dan Ibu Dosen yang telah memberikan ilmu pengetahuan selama perkuliahan.

Teruntuk untuk Kakak dan Adik-Adikku terima kasih support kalian selama ini, kakaku Istiqomah Sukmawati, Adikku Ega Saryo Widodo, Tomi Yulianto, Dimas Ponce Wicaksono, Miftahul Firdaus, Nauval Mutaqim.. Terima Kasih dukungan kalian selama ini ☺ Do'a akan abangmu ini agar sukses dan bisa membuat perubahan pada keluarga kita...

"My Life is too heavy ti rely on myself without involving the help of God and other"
"There is no best palce to complain except with the best friend"

Terima kasih kuucapkan kepada teman-teman seperjuanganku Kelas A Agroteknologi Angkatan 2015 "Aryo Eko Saputra SP, Carmon Ramos Sirait SP, Indra Fitra SP, Chesya Putra Pratama SP, Zulham Yahya SP, Dicky Bayu Irawan SP, Rahmat Efapras Siregar SP, Agung Tri Santoso SP, Khusnu Abdillah Siregar SP, Afriandy SP, Arvian Kurniawan SP, Muhammad Supryadi SP, Suhardiman SP, Rahmawadi SP, Jumadi SP, Nur Ikhsan SP, Marbun Wandri Martogap SP, Reo Hidayat SP, Angga Saputra SP, Desi Ariyanti SP, Ade Yunkar SP, Anggun Dwi Darma Dewi SP, Inggit Piandari SP, Tifani Arvisla SP, Lisda SP dan Teman Kost sekamar Yasir Rohman, SE serta teman-teman seperjuangan Program Studi Agroteknologi angkatan 2015 semoga dipermudahkan urusan dan rencananya untuk mendapat gelar Sarjana Pertanian "SP".

"Tanpa teman,, aku tak akan menjadi berarti, tanpa teman aku bukan siapa-siapa yang tak akan menjadi apa-apa". Untuk pada sahabatku dan teman-temanku terima kasih canda tawamu selama ini, moment kemarin tak akan aku lupakan hingga ajal menjemputku kelak nanti. Terima kasih atas kerjasamanya dan kebersamaan selama ini yang begitu indah yang pernah ada, kalian merupakan saudara dan saksi dalam secercah perjuanganku dalam semasa perkuliahan dan akan menjadi suatu kebanggaan tersendiri bagiku. Aku harap kalian bisa sukses dan senantiasa diberikan kesehatan dan keselamatan dimanapun kalian berada. Amin....

"Thousands of goal to be achieved, for millions of dreams to be pursued, for a hope that life is more meaningful, life without dreams is like a river following without purpose. Keep learning, trying and praying to reach it"
Jatak Berdiri Lagi. Kalah Coba Lagi dan Gagal Bangkit Lagi
And Never Give Up guys....
Sampai Allah SWT Berkata "Waktunya Palang"

Hidup ini adalah perjalanan panjang dan tidak selalu malas. Pada hari ke berapa dan pada jam ke berapa, kita tidak pernah tau, rasa sakit apa yang harus kita alami. Kita tidak tau, kapan hidup akan membanting kita dalam sekali, membuat terduduk, untuk kemudian memaksa kita mengambil keputusan. Satu, dua keputusan itu membuat bangga, sedangkan sisanya lebih banyak menghasilkan penyesalan.

"By Dwi Pranoto, SP"

BIOGRAFI



Dwi Pranoto, dilahirkan di Solo pada tanggal 11 Desember 1994, merupakan anak kedua dari tujuh bersaudara dari pasangan Bapak Winarto dan Ibu Priyanti. Telah berhasil menyelesaikan Pendidikan Taman Kanak-Kanak (TK) Baiturahman, Telaga Sam Sam Kec. Kandis Kab. Siak Lulus pada tahun 2000, kemudian menyelesaikan Pendidikan Sekolah Dasar Negeri (SDN) 007 Libo Jaya, Simpang Betutu Kec. Kandis Kab. Siak Lulus pada tahun 2006, kemudian melanjutkan Pendidikan Sekolah Menengah Pertama Negeri (SMPN) 1 Babakan, Kec. Babakan Madang, Kota Bogor Jawa Barat Lulus pada tahun 2009, kemudian melanjutkan Pendidikan Sekolah Menengah Atas (SMA) 1 Babakan Kec. Babakan Madang, Kota Bogor Jawa Barat Lulus pada tahun 2012. Selanjutnya pada tahun 2015 penulis melanjutkan Pendidikan Tinggi dengan menekuni Program Studi Agroteknologi (S1), Fakultas Pertanian, Universitas Islam Riau Kota Pekanbaru Provinsi Riau dan telah menyelesaikan perkuliahan serta dipertahankan dengan Ujian Komprehensif pada meja hijau dan memperoleh gelar “Sarjana Pertanian” pada tanggal 11 Mei 2020 dengan Judul Skripsi Pengaruh *Rhizobium* dan Limbah cair rumah tangga terhadap pertumbuhan Serta Produksi Kedelai (*Glycine max L.*) Dibawah bimbingan bapak Prof. Dr. Hasan Basri Jumin, M.Sc.

ABSTRAK

Dwi Pranoto (154110023) Penelitian dengan judul “Pengaruh *Rhizobium* dan Limbah cair rumah tangga terhadap pertumbuhan Serta Produksi Kedelai (*Glycine max L.*) Dibawah bimbingan bapak Prof. Dr. Hasan Basri Jumin, M.Sc Penelitian ini telah dilaksanakan di Kebun Percobaan Fakultas Pertanian Universitas Islam Riau, Jalan Kaharudin Nasution km 13, Kelurahan Air Dingin, Kecamatan Bukit Raya, Pekanbaru, Provinsi Riau. Penelitian ini dilaksanakan mulai dari bulan Juli 2019 sampai Oktober 2019. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh Dosis *Rhizobium* dan Kosentrasi Limbah cair rumah tangga terhadap pertumbuhan dan produksi Kedelai. Penelitian ini menggunakan Rancang Acak Lengkap (RAL) Faktorial terdiri dari 2 faktor, Faktor pertama adalah Dosis *Rhizobium* dengan 4 taraf dan Faktor kedua Kosentrasi Limbah cair rumah tangga terdiri dari 4 taraf perlakuan. Keseluruhan 480 tanaman 7 sebagai sampel. Parameter yang diamati: Tinggi tanaman, Laju asimilasi bersih, Laju pertumbuhan relatif, Umur panen, Berat biji pertanaman, berat 100 biji dan Effisiensi penggunaan *Rhizobium*. Data dianalisis secara statistik. Apabila F hitung lebih besar dari F tabel, maka dilakukan uji lanjut BNJ pada taraf 5%. Berdasarkan Hasil Penelitian: Intraksi Dosis *Rhizobium* dan Kosentrasi Limbah cair rumah tangga memberikan pengaruh nyata pada parameter Berat biji kering dan Berat 100 biji. Pengaruh utama dosis *Rhizobium* dan Limbah cair rumah tangga berpengaruh nyata pada semua parameter. Dosis *Rhizobium* terbaiknya 9 g/kg benih dan Kosentrasi Limbah cair rumah tangga terbaik 1000 ml/l.

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur kepada Allah SWT yang melimpahkan Rahmat dan Hidayah-Nya, serta kesehatan kepada penulis, yang akhirnya dapat menyelesaikan skripsi ini dengan judul “Pengaruh *Rhizobium* dan Limbah Cair Rumah Tangga Terhadap Pertumbuhan Serta Produksi Kedelai (*Glycine max L.*)”.

Pada kesempatan ini penulis ucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada Bapak Prof. Dr. Hasan Basri Jumin, M.Sc selaku pembimbing saya yang banyak memberikan bimbingan dan nasehat terhadap penulis. Ucapan terima kasih juga penulis sampaikan kepada Dekan, Ketua Prodi Agroteknologi, Dosen, Tata Usaha Fakultas Pertanian. Penulis juga mengucapkan terimakasih kepada Orang tua, teman-teman mahasiswa dan semua pihak yang telah memberikan bantuan dalam penyelesaian penulisan skripsi ini.

Penulis menyadari bahwa dalam penulisan skripsi ini masih jauh dari kesempurnaan. Untuk itu penulis mengharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun demi kesempurnaan skripsi ini. Penulis berharap semoga skripsi ini dapat bermanfaat.

Pekanbaru, Juni 2020

Penulis

DAFTAR ISI

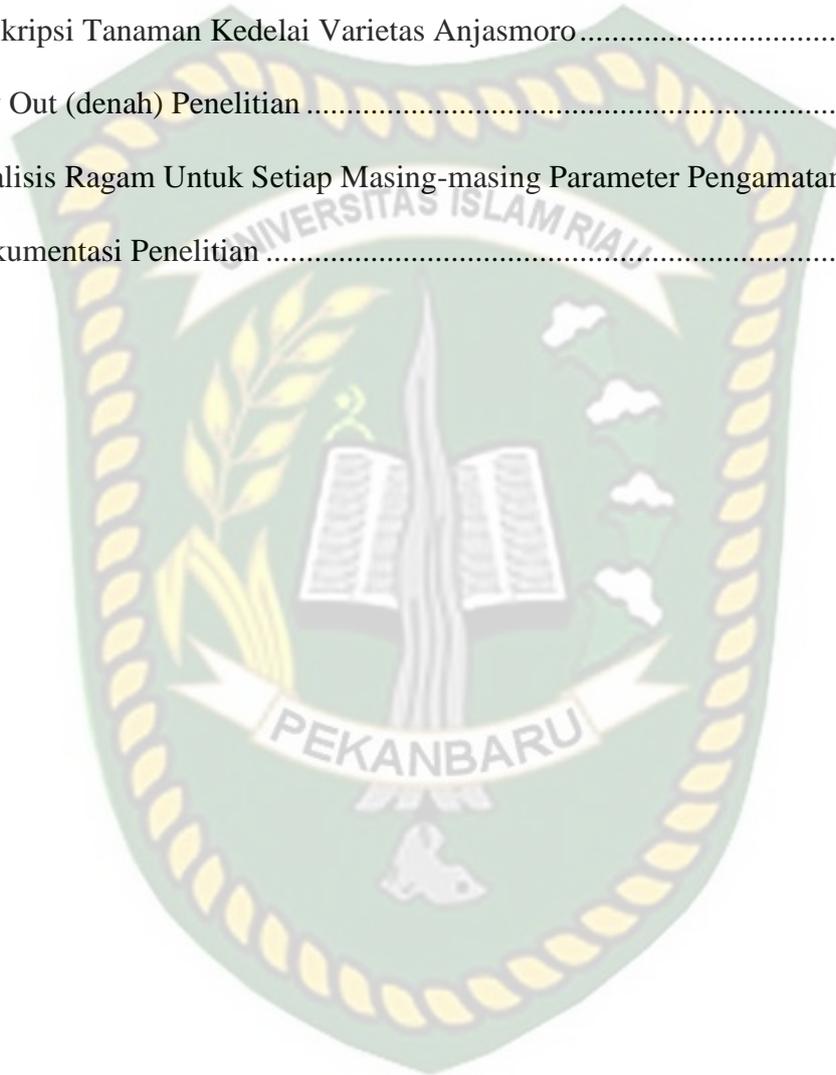
	Halaman
ABSTRAK.....	i
KATA PENGANTAR	ii
DAFTAR ISI.....	iii
DAFTAR TABEL.....	iv
DAFTAR LAMPIRAN.....	v
I. PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang.....	1
B. Tujuan Penelitian.....	4
C. Manfaat Penelitian.....	5
II..TINJAUAN PUSTAKA	6
III. BAHAN DAN METODE.....	17
A. Tempat dan Waktu Penelitian.....	17
B. Bahan dan Alat.....	17
C. Rancangan Percobaan.....	17
D. Pelaksanaan Penelitian.....	19
E. Parameter Pengamatan.....	22
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN.....	25
A. Tinggi Tanaman (cm).....	25
B. Laju Asimilasi Bersih (g/cm ² /hari).....	28
C. Laju Pertumbuhan Relatif (g/hari)	32
D. Umur Panen.....	36
D. Berat Biji Kering Per Tanaman (g).....	38
E. Berat 100 Biji Kering (g).....	42
G. Efisiensi Penggunaan <i>Rhizobium</i>	46
V. KESIMPULAN DAN SARAN.....	48
A. Kesimpulan.....	48
B. Saran	48
RINGKASAN.....	49
DAFTAR PUSTAKA	53
LAMPIRAN.....	58

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Kombinasi perlakuan limbah cair rumah tangga dan <i>Rhizobium</i>	16
2. Rata-rata tinggi tanaman kacang kedelai dengan perlakuan <i>Rhizobium</i> dan limbah cair rumah tangga.....	23
3. Rata-rata laju asimilasi bersih tanaman kacang kedelai dengan perlakuan <i>Rhizobium</i> dan limbah cair rumah tangga	27
4. Rata-rata laju pertumbuhan relatif tanaman kacang kedelai dengan perlakuan <i>Rhizobium</i> dan limbah cair rumah tangga	31
5. Rata-rata berat biji kering per tanaman kacang kedelai dengan perlakuan <i>Rhizobium</i> dan limbah cair rumah tangga	35
6. Rata-rata berat kering 100 biji tanaman kacang kedelai dengan perlakuan <i>Rhizobium</i> dan limbah cair rumah tangga.....	39
7. Rata-rata umur panen tanaman kacang kedelai dengan perlakuan <i>Rhizobium</i> dan limbah cair rumah tangga.....	42

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
1. Jadwal Kegiatan selama Penelitian Pada Tahun 2019	54
2. Deskripsi Tanaman Kedelai Varietas Anjasmoro	55
3. Lay Out (denah) Penelitian	56
4. Analisis Ragam Untuk Setiap Masing-masing Parameter Pengamatan	57
5. Dokumentasi Penelitian	60



I. PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Kedelai merupakan salah satu tanaman sumber protein yang sangat berperan dalam kehidupan manusia, terutama dalam menyediakan pangan. Di Indonesia, kedelai merupakan tanaman pangan ketiga setelah padi dan jagung. Tidak hanya sebagai bahan pangan, kedelai juga dikenal sebagai bahan pakan ternak dan industri.

Indonesia mempunyai iklim tropis yang cocok untuk pertumbuhan kedelai, karena kedelai menghendaki hawa yang cukup panas. Pada umumnya pertumbuhan kedelai sangat ditentukan oleh ketinggian tempat dan biasanya akan tumbuh baik pada ketinggian tidak lebih dari 500 m di atas permukaan laut. Namun demikian, di atas batas itu kedelai masih bisa ditanam dengan hasil yang memadai. Di Jawa dan Madura kedelai ditanam secara luas. Sekitar 85 persen areal produksi kedelai berlokasi pada ketinggian kurang dari 100 m di atas permukaan laut, 10 persen pada ketinggian 100-250 mdpl, dan 5 persen sisanya 250 mdpl.

Kedelai menjadi salah satu komoditas tanaman pangan yang memegang peranan penting setelah padi dan jagung dan memiliki kandungan gizi yang tinggi. Dalam 100 g biji kedelai mengandung 35 g protein, 18 g lemak, 24 g karbohidrat, 8 g air, serta asam amino dan kandungan gizi lainnya yang bermanfaat bagi manusia. Bahkan untuk varietas unggul tertentu, kandungan proteinnya 40-43 g. selain itu kacang kedelai juga mengandung mineral-mineral seperti Ca, P, dan Fe serta kandungan vitamin A dan B, atau juga dapat digunakan sebagai bahan baku sebagai bahan industri, pakan ternak dan juga untuk pembuatan minyak.

Berdasarkan Badan Pusat Statistik (BPS) Provinsi Riau 2015 produksi kedelai mengalami penurunan dengan produksi 2.211 ton/tahun, pada tahun 2016 mengalami kenaikan dengan total produksi 2.332 ton/tahun, sedangkan pada tahun 2017 mengalami penurunan dengan total produksi 2.145 ton/tahun. Penurunan diperkirakan karena menurunnya luas panen dan kurangnya minat petani untuk membudidayakan kacang kedelai (BPS, 2018).

Pada umumnya lahan pertanian di Riau memiliki tingkat kesuburan tanah yang rendah. Sehingga mengakibatkan hasil produksi tanaman rendah. Untuk meningkatkan kesuburan tanah perlu dilakukan pemupukan organik yang akan memperbaiki sifat biologi, kimia dan fisika tanah. Untuk dapat berproduksi optimal, tanaman kedelai memerlukan tanah dengan tekstur berlempung atau berliat, solum sedang hingga dalam, drainase sedang sampai dengan baik, unsur hara serta mikro sedang sampai tinggi, pH tanah 5,6-6,9. Pada dasarnya kedelai menghendaki kondisi tanah yang tidak terlalu basah, tetapi air harus tetap tersedia.

Secara fisik pupuk organik berperan membentuk agregat tanah yang berpengaruh besar terhadap porositas dan aerasi sehingga persediaan air pada tanah maksimal. Secara kimia pupuk organik berperan dalam penyerapan bahan yang bersifat racun bagi tanaman seperti Aluminium (Al), Besi (Fe), dan Mangan (Mn) serta dapat meningkatkan pH tanah. Secara biologi pemberian pupuk organik dapat meningkatkan mikroorganisme didalam tanah.

Untuk peningkatan produktivitas tanaman kacang kedelai pemberian Nitrogen juga merupakan unsur yang paling penting bagi pertumbuhan dan pengisian biji kedelai. Namun, ketersediaan nitrogen dalam tanah umumnya sangat rendah. Padahal kuantitas dan kualitas hasil biji kedelai yang tinggi memerlukan pasokan Nitrogen yang tinggi pula. Penggunaan pupuk Nitrogen

buatan yang berasal dari gas alam, mempunyai keterbatasan. Selain ketersediaan gas tersebut tidak dapat diperbaharui, penggunaan pupuk buatan yang berlebihan mengakibatkan pencemaran lingkungan. Salah satu alternatif untuk memenuhi kebutuhan Nitrogen tanaman kedelai adalah inokulasi *Rhizobium sp* ini memberi jaminan proses penambatan Nitrogen udara yang efektif.

Bakteri *Rhizobium* merupakan bakteri yang mampu bersimbiosis dengan tanaman leguminosa. Akar tanaman akan mengeluarkan suatu zat yang merangsang aktifitas bakteri *Rhizobium*. Apabila bakteri sudah bersinggungan dengan akar rambut, akar rambut akan mengeriting. Setelah memasuki akar, bakteri berkembang biak ditandai dengan pembengkakan akar. Pembengkakan akar akan semakin besar dan akhirnya terbentuklah bintil akar.

Rhizobium yang berasosiasi dengan tanaman legum mampu memfiksasi 100-300 kg N/ha dalam satu musim tanam dan meninggalkan sejumlah N untuk tanaman berikutnya. *Rhizobium* mampu mencukupi 80% kebutuhan nitrogen tanaman legum dan meningkatkan produksi antara 10-25%. Tanggapan tanaman sangat bervariasi tergantung pada kondisi tanah dan efektivitas populasi mikroorganisme tanah.

Kekhawatiran akan pencemaran lingkungan saat ini semakin meningkat, seiring dengan semakin meningkatnya jumlah bahan-bahan sebagai sumber pencemaran setiap harinya tanpa adanya pemanfaatan dan pengolahan yang optimal. Jika ini tidak di kelola dengan baik maka akan mencemari lingkungan berupa bau yang tidak sedap akibat adanya dekomposisi kandungan solid oleh mikroorganisme. Oleh karena itu perlu adanya perhatian yang sungguh-sungguh agar limbah yang berpotensi sebagai pencemaran lingkungan dapat berubah menjadi sumber daya alam yang potensial dan ramah lingkungan untuk kegiatan budidaya tanaman.

Salah satu bahan yang berpotensi sebagai sumber pencemaran lingkungan yang jumlahnya terus meningkat adalah limbah cair rumah tangga, sebenarnya limbah tersebut merupakan bahan yang sebagian besar material dan bahan-bahan dari limbah tersebut merupakan bahan organik potensial karena masih dapat dimanfaatkan sebagai pupuk organik.

Dengan digunakannya perlakuan *Rhizobium* dan limbah cair rumah tangga ini penulis berharap dapat mengurangi penggunaan pupuk kimia, karna apabila menggunakan pupuk kimia secara terus menerus dapat merusak tanah. Dengan itu perlu adanya pemanfaatan limbah cair rumah tangga untuk memberikan kesan ekonomis dalam memberikan manfaat yang baik pada tanaman.

Berdasarkan permasalahan di atas penulis telah melakukan penelitian dengan judul “Pengaruh *Rhizobium* dan Limbah Cair Rumah Tangga terhadap Pertumbuhan serta Produksi Kedelai (*Glycine max L.*)”

B. Tujuan Penelitian

1. Untuk mengetahui pengaruh interaksi *rhizobium* dan limbah cair rumah tangga terhadap pertumbuhan dan produksi kedelai (*Glycine max L.*).
2. Untuk mengetahui pengaruh *rhizobium* terhadap pertumbuhan dan produksi kedelai (*Glycine max L.*)
3. Untuk mengetahui pengaruh limbah cair rumah tangga terhadap pertumbuhan dan produksi kedelai (*Glycine max L.*)

C. Manfaat Penelitian

1. Memberikan informasi bahwa *Rhizobium* dapat digunakan sebagai pengganti pupuk N untuk meningkatkan pertumbuhan dan produksi kacang kedelai.

2. Memberikan informasi bahwa limbah cair rumah tangga dapat dimanfaatkan sebagai pupuk organik untuk meningkatkan pertumbuhan dan produksi kacang kedelai.



Dokumen ini adalah Arsip Miik :

Perpustakaan Universitas Islam Riau

II. TINJAUAN PUSTAKA

Dalam ajaran Agama Islam Allah SWT telah menyebutkan dalam Al-Qur'an anugerah-anugerah yang hambanya karuniakan agar seseorang mau untuk bercocok tanam. Di dalam kitab *al-Halal wa al-Haram fi al-Islam*, Syekh Yusuf Qaradhawi menyebutkan bahwa Allah SWT telah menyiapkan bumi untuk tumbuh-tumbuhan dan penghasilan. Oleh karena itu Allah menjadikan bumi itu *dzalul* (mudah dijelajahi) dan *bisath* (hamparan) di mana hal tersebut merupakan nikmat yang harus diingat dan disyukuri. Allah SWT berfirman dalam Surah Nuh Ayat 19-20 dan Surah Ar-Rahman Ayat 10-13 :

Yang Artinya:

“Dan Allah menjadikan bumi untukmu sebagai hamparan. Agar kamu dapat pergi kian kemari di jalan-jalan yang luas. (QS. Nuh [71]: 19-20).

Yang Artinya:

“Dan bumi telah dibentangkan-Nya untuk makhluk-Nya. Di dalamnya ada buah-buahan dan pohon kurma yang mempunyai kelopak mayang. Dan biji-bijian yang berkulit dan bunga-bunga yang harum baunya. Maka nikmat Tuhanmu yang manakah yang kamu dustakan? (QS. Ar-Rahman [55]: 10-13).

Dari ayat-ayat Al-Quran diatas maka perlu kita pahami bersama bahwa tanaman-tanaman yang hidup di bumi merupakan ciptaan Allah SWT, sehingga manusia harus mengolah dan menjaga dengan semestinya. Pada penelitian ini membahas mengenai tentang biji-bijian yang berkulit yaitu kedelai maka oleh sebab itu pemahaman secara ilmiah pun dipaparkan secara lebih detail pada tinjauan pustaka ini.

Kedelai (*Glycine max* L) merupakan tanaman pangan berupa semak yang tumbuh tegak dan dibudidayakan di Indonesia sejak abad ke-17 sebagai tanaman makanan dan pupuk hijau. Penyebaran tanaman kedelai di Indonesia berasal dari

daerah Manshukuo menyebar ke daerah Mansyuria: Jepang (Asia Timur) dan negara-negara lain di Amerika dan Afrika (Adisarwanto, 2014).

Klasifikasi kedelai adalah: Kingdom: Plantae, Subkingdom: Cormobionta, Divisi: Spermatophyta, Subdivisi: Angiospermae, Kelas: Archichlamydae, Ordo: Rosales, Subordo: Leguminosinae, Famili: Leguminosae, Subfamili: Papilionaceae, Tribe: Phaseoleae, Subtribe: Phaseolinae (*Glycininae*), Genus: *Glycine*, Spesies: *Glycine max*.

Kedelai merupakan salah satu jenis tanaman palawija yang banyak dibudidayakan oleh masyarakat Indonesia. Kedelai dimanfaatkan oleh masyarakat sebagai sumber protein nabati, misalnya sebagai bahan baku tahu, tempe, kecap, tauco, susu dan lain-lain. Dengan bertambahnya penduduk, maka kebutuhan kedelai juga semakin meningkat. Sementara itu produksi kedelai di Indonesia belum mampu mengimbangi kebutuhan sehingga pemerintah masih melakukan impor karena produksi dalam negeri hanya mampu memenuhi 30-40% kebutuhan nasional (Puslitbangtan, 2012).

Kedelai termasuk kedalam tanaman musiman, berupa semak rendah, tumbuh tegak, berdaun lembut, dengan beragam morfologi. Tinggi tanaman berkisar 30-100 cm, dapat bercabang sedikit atau banyak tergantung kultivar dan lingkungan hidup. Morfologi tanaman kedelai didukung oleh komponen utamanya yaitu akar, daun, batang, bunga, polong dan biji sehingga pertumbuhannya bisa optimal (Adisarwanto, 2014).

Pertanaman kedelai varietas Anjasmoro yang dibudidayakan untuk perbenihan bersertifikat memiliki daya tumbuh baik, yaitu melebihi 90%. Tingkat kemurnian tanaman hingga stadium generatif dinilai tinggi oleh BPSB Wilayah Jawa Tengah. Biji kedelai yang dihasilkan dari varietas Anjasmoro adalah 815 kg.

Dari beberapa varietas unggul yang diperagakan, varietas yang disukai petani adalah varietas Anjasmoro, Sinabung, Tanggamus, Kedelai Hitam 2, dan Ijen (Yulianto, 2010).

Keunggulan varietas Anjasmoro adalah ketahanannya pada rebah, serta tahan pada penyakit karat daun. Selain itu varietas ini memiliki sifat polong yang tidak mudah pecah (Raharjo, 2010).

Tanaman kedelai sebagian besar dapat tumbuh didaerah beriklim tropis dan subtropics. Iklim yang cocok untuk tanaman kedelai adalah beriklim kering dibandingkan iklim lembab, tanaman kedelai dapat tumbuh baik didaerah yang memiliki curah hujan Sekitar 100-400 mm/bulan, sedangkan untuk mendapatkan hasil optimal tanaman kedelai membutuhkan curah hujan 100-400 mm/bulan, suhu yang dikehendaki kedelai memerlukan suhu 23°C-27°C, dan pada proses perkecambahan benih kedelai memerlukan suhu sekitar 30°C. dalam 100 gram kedelai mengandung 331 kalori, 34,9 gram protein, 18,1 gram lemak, 34,8 gram karbohidrat, 22,7 mg calcium, 585 mg P, 810 mg Fe, 110 unit vitamin A dan 7,5 air (Suprpto, 2010).

Kedelai adalah tanaman semusim yang diusahakan pada musim kemarau, karena tidak memerlukan air dalam jumlah besar. Kedelai merupakan sumber protein, dan lemak, serta sebagai sumber vitamin A, E, K, dan beberapa jenis vitamin B dan mineral K, Fe, Zn, dan P. Kandungan protein yang tinggi memberi indikasi bahwa tanaman kedelai memerlukan hara nitrogen yang tinggi pula. Di Indonesia sampai saat ini produksi kedelai belum dapat memenuhi kebutuhan konsumen dalam negeri. (Winarsi, 2010).

Bakteri *Rhizobium* adalah kelompok bakteri yang berkemampuan sebagai penyedia hara bagi tanaman. *Rhizobium* hanya dapat memfiksasi nitrogen atmosfer bila berada di dalam bintil akar dari mitra legumnya. Peranan *Rhizobium*

terhadap pertumbuhan tanaman khususnya berkaitan dengan masalah ketersediaan hara bagi tanaman inangnya. Simbiosis ini menyebabkan bakteri *Rhizobium* dapat menambat nitrogen dari atmosfer, dan selanjutnya dapat digunakan oleh tanaman inangnya (Sari, 2010).

Rhizobium yang berasosiasi dengan tanaman legume mampu memfiksasi 100-300 kg N/ha dalam satu musim tanam dan meninggalkan sejumlah N untuk tanaman berikutnya. *Rhizobium* mampu mencukupi 80% kebutuhan nitrogen tanaman legume dan meningkatkan produksi antara 10-25%. Tanggapan tanaman sangat bervariasi tergantung pada kondisi tanah dan efektifitas populasi mikroorganisme tanah (Soetanto, 2012)

Dari beberapa penelitian keuntungan menggunakan bakteri *Rhizobium* adalah mampu meningkatkan ketersediaan unsur hara, tidak mempunyai bahaya atau efek samping, efisiensi penggunaan yang dapat ditingkatkan sehingga bahaya pencemaran lingkungan dapat dihindari, harga relatif murah dan teknologi penerapan relatif murah dan mudah. Bintil akar terbentuk karena adanya proses inkognisi yaitu adanya hubungan antara akar leguminosae dan *Rhizobium*, invasi yaitu masuknya bakteri rhizobium ke dalam korteks akar mengakibatkan terjadinya pertumbuhan dan pembelahan masa sel sehingga terbentuklah bintil akar (Novriani, 2011).

Bakteri *Rhizobium* bersimbiosis dengan tanaman legum, kelompok bakteri ini akan menginfeksi akar tanaman dan membentuk bintil akar di dalamnya. Bakteri *Rhizobium* hanya dapat memfiksasi nitrogen atmosfer bila berada di dalam bintil akar dari mitra legumnya. Nitrogen (N) termasuk unsur makro yang penting bagi pertumbuhan tanaman, namun ketersediaan N di daerah tropis seperti Indonesia tergolong rendah (Hendriyanto, 2017).

Dalam proses pertumbuhan, tanaman kedelai sangat memerlukan nitrogen dalam jumlah yang cukup. Nitrogen merupakan suatu unsur hara esensial yang dibutuhkan tanaman dalam jumlah banyak, yang berfungsi sebagai penyusun protein dan penyusun enzim. Tanaman memerlukan suplai nitrogen pada semua tingkat pertumbuhan, terutama pada awal pertumbuhan, sehingga adanya sumber N yang murah akan sangat membantu mengurangi biaya produksi. Jika unsur nitrogen terdapat dalam keadaan kurang, maka pertumbuhan dan produksi tanaman akan terganggu (Armiadi, 2014).

Sejarah fiksasi nitrogen oleh enzim yang berasal dari sel tanaman dimulai sejak tahun 1960 dengan ditemukannya aktivitas bakteri aerob *Clostridium*. Setelah berhasil dilakukan pada bakteri simbiotik dari bintil akar tanaman Leguminosa, maka percobaan fiksasi nitrogen, dilakukan terutama pada kedelai dengan menggunakan $^{15}\text{N}_2$. Dari hasil percobaan itu diperoleh bahwa $^{15}\text{N}_2$ mula-mula timbul dalam asam glutamate, kemudian serine, threonine atau asparagine dan NH_3 . Diketahui pula bahwa NH_3 memainkan peranan penting dalam fiksasi N_2 . Enzim yang mereduksi N_2 menjadi NH_3 adalah *nitrogenase*, dan atom hydrogen diperoleh dari intermediet metabolisme. Peranan enzim *nitrogenase* ternyata penting sangat ditentukan oleh ketersediaan Molibdenum.

Eksresi nitrogen oleh suatu tanaman legumakan dapat dimanfaatkan tanaman lain dalam pola tanam tumpang sari, misalnya tumpang sari jagung dan kedelai. Proses seperti ini akan meningkatkan efisiensi pupuk nitrogen, karena sebagian besar nitrogen yang berasal dari pupuk tidak diabsorpsi tanaman legum dan hanya sebagian kecil dimanfaatkan untuk pertumbuhan awan menjelang terbentuknya bintil akar yang dapat meningkatkan nitrogen bebas udara. Kelebihan pupuk nitrogen itu dapat diserap tanaman jagung. Dipihak lain eksresi

nitrogen yang bersumber dari proses simbiosis dari tanaman legum merupakan sumber nitrogen yang potensial pula bagi tanaman jagung.

Manfaat nitrogen fiksasi bagi tanaman lain yang ditanam tumpang sari dengan kedelai atau jenis legum lainnya adalah berupa perembesan nitrogen dari bintil akar. Sedangkan bagi tanaman yang ditanam tidak bersama dengan kedelai hanya setelah terjadi perombakan bahan organik. Fiksasi nitrogen secara biologi ini dapat menghemat kebutuhan nitrogen sampai dua per tiga kebutuhan nitrogen bagi tanaman legum yang bintil akarnya efektif (Jumin, 2014).

Sementara itu Adijaya (2014) aplikasi legin (*Rhizobium*) pada uji beberapa varietas kedelai memberikan peningkatan pertumbuhan dan hasil. Hasil penelitian menunjukkan terjadi peningkatan jumlah polong total per tanaman, jumlah polong isi pertanaman, berat biji pertanaman, berat 100 biji yang berpengaruh terhadap peningkatan produksi. Komponen lain yang dapat dilihat dari hasil penelitian yaitu menurunnya jumlah polong hampa per tanaman. Produksi kedelai meningkat dari 1,07 ton/ha menjadi 1,67 ton/ha dengan pemberian legin atau meningkat 56,07%. Pemberian legin meningkatkan jumlah bintil akar (nodule) tanaman kedelai menyebabkan akan semakin meningkatnya simbiose bakteri *Rhizobium* di dalam menambat N bebas dari udara. Hal ini akan menyebabkan ketersediaan N bagi tanaman meningkat yang berpengaruh terhadap meningkatnya pertumbuhan tanaman kedelai.

Inokulasi Bakteri *Rhizobium* memberikan pengaruh nyata terhadap pertumbuhan tanaman kacang kedelai, yaitu tinggi tanaman, jumlah daun dan jumlah bintil akar. Namun, tidak memberikan pengaruh nyata terhadap diameter batang. Konsentrasi Inokulasi Bakteri *Rhizobium* yang paling berpengaruh terdapat pada konsentrasi A3 (7 gr), disusul konsentrasi A2 (5 gr), selanjutnya

Konsentrasi A1 (3 gr), dan Kontrol (A0). Disarankan untuk hasil yang lebih baik, sebaiknya menggunakan inokulasi *Rhizobium japonicum* dengan konsentrasi yang ditentukan yaitu 5-7 gr. Disamping penelitian lain lebih lanjut dengan menggunakan parameter yang lain (Raymond, 2014).

Dari beberapa penelitian yang ada dapat diperoleh keuntungan penggunaan bakteri *Rhizobium* adalah: 1) mampu meningkatkan ketersediaan unsur hara, tidak mempunyai bahaya atau efek sampingan; 2) efisiensi penggunaan yang dapat ditingkatkan sehingga bahaya pencemaran lingkungan dapat dihindari; 3) harganya relatif murah, dan; 4) teknologinya atau penerapannya relatif mudah dan sederhana.

Menurut hasil penelitian (Nuha, dkk 2015) menunjukkan bahwa Aplikasi legin 12 g/kg benih pada lahan tanpa kompos (K0L3) dapat meningkatkan hasil tanaman kacang tanah sebesar 20,3%. Penambahan legin 8 g/kg benih pada lahan yang diberi kompos 2 ton/ha (K1L2) dan penambahan legin 12 g/kg benih pada lahan yang diberi kompos 4 ton/ha (K2L3) dapat memberikan hasil tanaman kacang tanah lebih tinggi dibandingkan tanpa legin masing-masing sebesar 16,5% dan 32,6%.

Menurut penelitian (Permanasari, dkk 2014) Pemberian *Rhizobium* menaikkan jumlah polong pertanaman kedelai. Pemberian urea 225 kg/ha secara nyata meningkatkan bobot 25 biji sebesar 12,78%, bobot biji kering/tanaman kedelai sebesar 39,37% dan bobot kering tanaman sebesar 32,09%. Interaksi antara *Rhizobium* dan pupuk urea mempengaruhi bobot kering akar pertanaman.

Menurut penelitian (Abdul Aziz, 2013) menunjukkan bahwa jumlah cabang per tanaman berbeda nyata pada masing-masing perlakuan akibat aplikasi *Rhizobium*. Varietas Anjasmoro memiliki jumlah cabang lebih banyak baik pada

umur 75 HST, tidak berbeda nyata dengan varietas Grobogan. Pemberian *Rhizobium* dapat mengurangi polong hampa, polong hampa terendah dijumpai pada paket teknologi introduksi (*Rhizobium* 10 g/kg benih dan varietas Anjasmoro) tidak berbedanya dengan paket teknologi introduksi (*Rhizobium* 10 g/kg benih dan varietas Grobogan). Untuk ukuran biji dominan dipengaruhi oleh genetik tanaman, varietas Anjasmoro memiliki ukuran biji lebih besar dibanding varietas Grobogan. Hasil kedelai merupakan kombinasi dari komponen hasil. Hasil tertinggi terdapat pada paket teknologi Introduksi (*Rhizobium* 15 g/kg benih dan varietas Anjasmoro), namun tidak berbeda nyata dengan paket teknologi (*Rhizobium* 15 g/kg benih dan varietas Grobogan). Sedangkan hasil terendah terdapat pada paket teknologi petani (tanpa *Rhizobium*).

Limbah adalah buangan yang dihasilkan dari suatu proses produksi baik industri maupun domestik (rumah tangga), limbah terdiri dari 3 jenis yaitu: limbah cair, limbah padat, dan limbah gas. Limbah padat lebih dikenal sebagai sampah yang sering kali tidak dikehendaki kehadirannya karena tidak memiliki nilai ekonomis (Yunizar, 2014).

Limbah cair atau air limbah merupakan air yang tidak terpakai lagi, yang merupakan hasil dari berbagai kegiatan manusia sehari-hari. Dengan semakin bertumbuh dan meningkatnya jumlah penduduk dengan segala kegiatannya, maka jumlah air limbah juga mengalami peningkatan. Pada umumnya limbah cair dibuang ke dalam tanah, sungai, danau dan laut. Jika jumlah air limbah yang dibuang melebihi kemampuan alam untuk menerima atau menampungnya, maka akan terjadi kerusakan lingkungan. Dalam air limbah terdapat bahan kimia yang sukar untuk dihilangkan dan berbahaya. Limbah cair rumah tangga ini juga sering disebut dengan limbah domestik. Sebagai ciri khas dari limbah ini adalah mempunyai karakteristik kaya akan zat organik disamping adanya zat padat.

Salah satu limbah yaitu limbah yang bersifat organik yaitu berupa sisa-sisa makanan, sayuran, buah-buahan busuk dan daun-daunan, memenuhi selokan dan menimbulkan bau tak sedap dan menjadi sarang penyakit. (Hamdiani, 2018). Sumber utama air limbah rumah tangga dari masyarakat berasal dari Indonesia membuang ratusan ribu ton deterjen yang mengandung fosfor serta bahan organik seperti sisa makanan, dan sebagainya ke saluran air, yang akibatnya juga mencemarkan perairan. Air limbah yang mengandung bahan organik dapat membusuk atau terdegradasi oleh mikroorganisme sehingga bila dibuang ke badan air akan meningkatkan populasi mikroorganisme, sehingga akan menaikkan kadar BOD sedangkan sabun dan deterjen yang mengakibatkan naiknya pH air (Andiese, 2011).

Menurut Firman dan Ngazis (2012), limbah cair rumah tangga merupakan bahan organik yang terdiri berbagai jenis bahan yang telah diolah seperti sayuran, beras, ikan, daging, penyedap rasa dan lain lainnya. Sisa-sisa makanan merupakan sumber daya hayati yang berpotensi sebagai bahan pupuk organik karena memiliki kandungan bahan organik, nutrisi, hara. Limbah sisa makanan merupakan yang paling tinggi dari jenis limbah rumah tangga lainnya karena mengandung C-Organik 26,39%, C/N rasio 20,15%, N: 3,0%, P: 2,2%, K: 3,5%, CaO: 2,5%, MgO: 0,5%, Fe: 11,8 mg, Cu: 20 mg, pH 6,5.

Sampah rumah tangga merupakan hasil dari pembuangan aktifitas ibu rumah tangga di dapur, pupuk organik dari kompos sangat bermanfaat bagi peningkatan produksi pertanian baik kualitas maupun kuantitas, mengurangi pencemaran lingkungan, dan meningkatkan lahan yang berkelanjutan (Sulistyawati dan Nugraha, 2011).

Menurut Matenggomena (2012), pupuk organik dari limbah rumah tangga dapat memperbaiki struktur tanah yang semula padat menjadi gembur, tanah berpasir menjadi lebih kompak, dan tanah lempung menjadi gembur. Keunggulan pemanfaatan limbah rumah tangga sebagai pupuk organik juga penting pada tanah karena kemampuannya bereaksi dengan ion logam untuk membentuk senyawa kompleks, ion logam yang bersifat meracuni tanaman serta merugikan penyediaan hara pada tanah seperti Al, Fe, dan Mn dapat diperkecil. Kompos banyak mengandung mikroorganisme. Dengan ditambahkan kompos didalam tanah memacu berkembangnya mikroorganisme dalam tanah, gas CO₂ yang dihasilkan mikroorganisme tanah akan dipergunakan untuk fotosintesis tanaman dan menghasilkan hormon-hormon pertumbuhan.

Pemanfaatan sampah organik rumah tangga sebagai pupuk tanaman dapat memberi fungsi ganda, selain dapat memberikan pupuk yang ekonomis dan juga dapat membantu masyarakat pada umumnya untuk hidup sehat. Pemanfaatan limbah rumah tangga seperti ini relatif lebih ramah lingkungan dan dapat memperbaiki sifat fisika, kimia dan biologi tanah sehingga pertumbuhan dan produksi tanaman dapat meningkat.

Hasil penelitian yang telah dilakukan oleh Jamel (2015) bahwa interaksi penggunaan limbah cair restoran dan limbah cair rumah tangga berpengaruh nyata terhadap produksi temulawak. Perlakuan terbaik pada pemberian limbah cair restoran yaitu (A3) 750 ml/l air dan penggunaan limbah cair rumah tangga (B3) 750 ml/l.

III. BAHAN DAN METODE

A. Tempat dan Waktu

Penelitian dilaksanakan di Lahan Percobaan Fakultas Pertanian Universitas Islam Riau, Jalan Kaharuddin Nasution No. 113 Kelurahan Air Dingin, Kecamatan Bukit Raya, Kota Pekanbaru. Penelitian ini telah dilaksanakan selama empat (4) bulan terhitung dari bulan Juli sampai Oktober 2019 (Lampiran 1).

B. Bahan dan Alat

Bahan yang akan di gunakan adalah benih kedelai varietas Anjasmoro (Lampiran 2), Limbah Cair Rumah Tangga, Legin, Pupuk kandang ayam, Pupuk Tunggal KCl, TSP dan Urea, Dithane M -45, Decis, polybag 35 x 40 cm.

Sedangkan alat yang di gunakan dalam penelitian ini adalah cangkul, garu, seng plat, gembor, hansprayer, kamera, plastik bening, timbangan analitik, oven, polybag dan alat –alat tulis.

C. Rancangan Percobaan

Rancangan yang digunakan dalam penelitian adalah Rancangan Acak Lengkap (RAL) faktorial terdiri dari 2 faktor, dimana faktor pertama yaitu *rhizobium* (R) yang terdiri dari 4 taraf dan faktor kedua adalah Limbah Cair Rumah Tangga (L) yang terdiri dari 4 taraf dan masing- masing perlakuan terdiri dari 3 ulangan, Setiap kombinasi perlakuan diulang sebanyak 3 kali sehingga total keseluruhan 48 satuan percobaan. Setiap satuan percobaan terdiri dari 10 tanaman dimana 7 tanaman dijadikan sampel, sehingga total keseluruhan tanaman berjumlah 480 tanaman.

Adapun masing-masing faktor perlakuan adalah:

Faktor R adalah Perlakuan Legin (*Rhizobium*) terdiri dari 4 taraf

- R0 : Tanpa Legin (*Rhizobium*)
- R1 : Legin (*Rhizobium*) (3 gr/kg benih)
- R2 : Legin (*Rhizobium*) (6 gr/kg benih)
- R3 : Legin (*Rhizobium*) (9 gr/kg benih)

Faktor L adalah Perlakuan Limbah Cair Rumah Tangga terdiri dari 4 taraf

- L0 : Tanpa Limbah Cair Rumah Tangga
- L1 : Limbah Cair Rumah Tangga 500 ml/l
- L2 : Limbah Cair Rumah Tangga 750 ml/l
- L3 : Limbah Cair Rumah Tangga 1000 ml/l

Kombinasi perlakuan pemberian limbah cair rumah tangga dan *rhizobium* dapat di lihat pada tabel 1.

Table 1. Kombinasi perlakuan *rhizobium* dan limbah cair rumah tangga

Perlakuan <i>Rhizobium</i> (R)	Perlakuan Limbah Rumah Tangga (L)			
	L0	L1	L2	L3
R0	R0L0	R0L1	R0L2	R0L3
R1	R1L0	R1L1	R1L2	R1L3
R2	R2L0	R2L1	R2L2	R2L3
R3	R3L0	R3L1	R3L2	R3L3

Data hasil pengamatan dari masing-masing perlakuan dianalisis secara statistik menggunakan analisis ragam (ANOVA). Jika F hitung di peroleh lebih besar dari F tabel, maka dilakukan uji lanjut Beda Nyata Jujur (BNJ) pada taraf 5%.

D. Pelaksanaan Penelitian

1. Persiapan Lahan Penelitian

Lahan yang digunakan untuk penelitian dibersihkan dari rumput, kayu, dan serasah tanaman sebelumnya dengan menggunakan alat parang, garu dan cangkul. Kemudian tanah diratakan menggunakan cangkul agar polybag yang diletakkan dapat berdiri kokoh. Luas lahan yang digunakan pada penelitian ini adalah 18 m x 6 m.

2. Persiapan Media Tanam

Tanah belum pernah digunakan untuk budidaya tanaman kacang-kacangan. Tanah didapatkan dari Jalan Pasir Putih kemudian dimasukkan kedalam polybag dengan ukuran 35 cm x 40 cm. Kemudian polybag yang telah diisi disusun pada setiap unit percobaan dengan jarak 30 x 40 cm antar polybag dan 50 cm jarak antar percobaan.

3. Persiapan Bahan Perlakuan

1). Limbah Cair Rumah Tangga

Limbah Cair Rumah Tangga diperoleh dari pipa aliran pembuangan limbah cair rumah tangga disalah satu rumah warga di Kelurahan Air Dingin, Kecamatan Bukit Raya, Kota Pekanbaru, Limbah Cair Rumah Tangga yang digunakan berbentuk cair.

2). Bakteri *Rhizobium*

Bakteri *Rhizobium* diperoleh dari Departemen Mikrobiologi Pertanian pada Fakultas Pertanian Universitas Gadjah Mada (UGM) Yogyakarta. Bakteri *Rhizobium* disimpan pada suhu ruangan dan terhindar dari sinar matahari.

4. Pemasangan Label

Pemasangan label dilakukan dua minggu sebelum tanam sesuai dengan perlakuan masing-masing. Pemasangan label dilakukan berdasarkan layout penelitian di lapangan.

5. Pemupukan Dasar

Pemberian pupuk dasar dilakukan dua kali, pupuk yang digunakan adalah pupuk kandang ayam dan KCl, TSP dan Urea. Pemberian pupuk kandang dilakukan pada saat pengisian tanah ke polybag sebanyak 30 g, sedangkan pupuk dasar pupuk KCl digunakan sebanyak 150 kg/ha (1,35 gr/tanaman), TSP dan Urea dilakukan pada saat umur tanaman kedelai 2 minggu setelah tanam.

6. Pemberian Perlakuan

a. Inokulasi Legin (*Rhizobium*)

Pemberian perlakuan *rhizobium* dilakukan sebelum tanam. Dengan mencampurkan *rhizobium* sesuai perlakuan dengan air sampai membentuk pasta. Inokulasi dilakukan sesuai dengan perlakuan yaitu R0=tanpa *rhizobium*, R1= 3 g/kg benih, R2= 6 g/kg benih, R3= 9 g/kg benih. Kemudian benih kedelai dikering anginkan sekitar 15 menit, kemudian benih ditanam pada lubang tanam.

b. Limbah Cair Rumah Tangga

Pemberian perlakuan limbah cair rumah tangga, tanaman disiram sesuai dengan perlakuan setiap kali penyiraman pagi dan sore hari. Pemberian dilakukan sesuai dengan perlakuan yaitu L0=tanpa limbah cair rumah tangga, L1= 500 ml/l air, L2= 750 ml/l air, L3= 1000 ml/l air.

7. Penanaman

Benih yang digunakan dalam penelitian sebanyak 480 benih, Sebelum penanaman benih dibasahi dengan air lalu dicampur dengan *rhizobium* setelah itu

benih di kering anginkan selama 15 menit. Benih kedelai ditanam pada polybag ukuran 35 cm x 40 cm yang sudah berisi tanah dengan jarak antar polybag 30 cm x 40 cm. Setiap polybag ditanamkan 1 benih dengan lubang tanam sedalam 2 cm.

8. Pemeliharaan

a. Penyiraman

Penyiraman dilakukan 2 kali sehari yaitu pada pagi dan sore hari, penyiraman dilakukan dengan menggunakan gembor sampai keadaan tanah lembab. Jika turun hujan dengan intensitas yang cukup tinggi tidak dilakukan penyiraman.

b. Penyiangan

Penyiangan gulma dilakukan mulai pada 7 HST dan dilanjutkan dengan interval 1 minggu atau disesuaikan dengan keadaan lapangan. Gulma yang tumbuh disekitar tanaman atau yang berada di dalam polybag dicabut dengan secara manual menggunakan tangan, sedangkan gulma yang berada di antara polybag dan unit percobaan dibersihkan dengan menggunakan cangkul.

c. Pengendalian hama dan penyakit

Pengendalian hama dan penyakit dilakukan dengan 2 tindakan, yaitu preventif dan kuratif. Untuk pengendalian preventif dilakukan dengan cara kultur teknis. Sedangkan untuk kuratif yang telah dilakukan yaitu dengan cara mekanis dan kimia. Untuk cara kimia, pengendalian hama dilakukan dengan menggunakan insektisida Decis dengan dosis 2 cc/l air dan disemprotkan keseluruh bagian tanaman untuk mengendalikan hama ulat grayak dan ulat jengkal. Penyemprotan dilakukan dengan interval 2 minggu sekali atau disesuaikan dengan keadaan dilapangan. Sedangkan untuk pengendalian penyakit karat daun dilakukan dengan menggunakan Dithane-45 WP dengan dosis 2 g/l air dan disemprotkan keseluruh bagian tanaman. Penyemprotan dilakukan dengan interval 2 minggu sekali atau disesuaikan dengan tingkat serangan dilapangan.

9. Panen

Kedelai dipanen saat tanaman mulai menunjukkan kriteria panen. Adapun kriteria panen kedelai apabila daun berwarna kuning dan rontok, batang berwarna kuning kecoklatan dan mengering, polong kering berwarna coklat. Dan jika persentasinya sudah mencapai 50% dari populasi.

E. Parameter Pengamatan

1. Tinggi Tanaman

Pengamatan tinggi tanaman dilakukan saat tanaman berumur 2 minggu dan dilakukan dengan interval 2 minggu sekali sampai akhir pertumbuhan vegetatif. Pengukuran tinggi tanaman dilakukan dengan cara mengukur tanaman dengan cara mengukut tanaman mulai dari pangkal batang hingga titik tumbuh tertinggi tanaman. Data hasil pengamatan dianalisis secara statistik dan disajikan dalam bentuk tabel.

2. Laju Asimilasi Bersih (mg/cm²/hari)

Pengamatan akan dilakukan dengan cara membongkar tanaman sampel kemudian dibersihkan dan dihitung luas daunnya, dengan menggunakan program image. Setelah itu, tanaman sampel dikeringkan dengan menggunakan oven pada suhu 70° C selama 48 jam dan ditimbang menggunakan timbangan analitik. Pengamatan dilakukan 4 kali, yaitu saat tanaman berumur 14, 21, 28 dan 35 HST. Hasil yang diperoleh dianalisis secara statistik dan disajikan dalam bentuk tabel.

Laju Asimilasi Bersih dihitung dengan rumus sebagai berikut:

$$LAB = \frac{W2 - W1}{T2 - T1} \times \frac{\ln A2 - \ln A1}{A2 - A1}$$

Keterangan: LAB = Laju Asimilasi Bersih

Ln = 1/log

- T = Umur Tanaman
 T2 = Waktu Pengamatan ke-2
 T1 = Waktu Pengamatan ke-1
 W2 = Bobot Kering Tanaman Pada Pengukuran ke-2 (gr)
 W1 = Bobot Kering Tanaman Pada Pengukuran ke-1 (gr)
 A2 = Luas Daun Pada Tanaman Pada Pengukuran ke-2 (cm²)
 A1 = Luas Daun Pada Tanaman Pada Pengukuran ke-1 (cm²)

3. Laju Pertumbuhan Relatif (g/hari)

Pengamatan yang akan dilakukan dengan cara membongkar tanaman sampel, kemudian dibersihkan dan dikeringkan oven pada suhu 70° C Selama 48 jam dan ditimbang menggunakan timbangan analitik. Pengamatan dilakukan 4 kali yaitu saat tanaman berumur 14, 21, 28, dan 35 HST. Data hasil pengamatan yang diperoleh dianalisis secara statistik dan disajikan dalam bentuk tabel.

Laju Pertumbuhan Relatif dihitung dengan rumus sebagai berikut:

$$LPR = \frac{\ln W_2 - \ln W_1}{T_2 - T_1}$$

Keterangan:

- LPR = Laju Pertumbuhan Relatif
 W2 = Berat Kering Tanaman pada pengukuran ke-2 (gr)
 W1 = Berat Kering Tanaman pada pengukuran ke-1 (gr)
 T2 = Umur Tanaman pengukuran ke-2 (hari)
 T1 = Umur Tanaman pengukuran ke-1 (hari)
 In = Natural log

4. Umur Panen (HST)

Pengamatan umur panen dilakukan dengan cara menghitung hari beberapa tanaman telah dapat dipanen. Pengamatan dilakukan setelah $\geq 50\%$ dari jumlah populasi per polybag yang telah menunjukkan kriteria panen kedelai yaitu apabila sebagian besar daun sudah menguning, tetapi bukan karena serangan hama atau

penyakit, lalu gugur, buah mulai berubah warna dari hijau menjadi kuning kecoklatan dan retak-retak, atau polong sudah kelihatan tua, batang berwarna kuning agak kecoklatan dan gundul. Data yang diperoleh di analisis secara statistik dan disajikan dalam bentuk tabel.

5. Berat Biji Kering Per Tanaman (gr)

Pengamatan biji kering per tanaman dilakukan dengan cara menjemur biji kedelai tersebut di bawah sinar matahari selama 7 hari. Data hasil pengamatan yang di peroleh di analisis secara statistik dan di sajikan dalam bentuk tabel.

6. Berat 100 Biji Kering (gr)

Berat biji kering ditentukan dengan mengambil secara acak dari tanaman kedelai sampel sebanyak 100 biji keing kemudian ditimbang. Data hasil pengamatan yang diperoleh dianalisis secara statistik dan disajikan dalam bentuk tabel: umur berbunga dan umur panen.

7. Effisiensi Penggunaan Rhizobium

Pengamatan Effisiensi penggunaan *rhizobium* dilakukan di akhir penelitian:

$$\frac{\text{Perlakuan legin dan Limbah Cair Rumah Tangga} - \text{Perlakuan Kontrol Legin dan Limbah Cair Rumah Tangga}}{\text{Perlakuan Kontrol Legin dan Limbah Cair Rumah Tangga}} \times 100\%$$

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Tinggi Tanaman (cm)

Hasil pengamatan terhadap tinggi tanaman kacang kedelai setelah dilakukan analisis ragam menunjukkan bahwa secara interaksi perlakuan *rhizobium* dan limbah cair rumah tangga tidak berpengaruh nyata terhadap tinggi tanaman kacang kedelai. Namun secara utama perlakuan *rhizobium* dan limbah cair rumah tangga berpengaruh nyata terhadap tinggi tanaman kacang kedelai. Rerata tinggi tanaman kacang kedelai setelah diuji lanjut BNJ pada taraf 5% ditunjukkan pada tabel 2.

Tabel 2. Rata-Rata tinggi tanaman kacang kedelai dengan perlakuan *rhizobium* dan limbah cair rumah tangga (cm).

Rhizobium (g/kg benih)	Limbah cair rumah tangga (ml/tanaman)				Rata-Rata
	L0 (0)	L1 (500)	L2 (750)	L3 (1000)	
R0 (0)	40,33	42,31	43,50	44,29	42,61 b
R1 (3)	43,41	46,57	45,70	43,89	44,89 b
R2 (6)	45,16	47,42	48,30	48,95	47,46 b
R3 (9)	53,00	52,04	52,93	51,62	52,40 a
Rata-Rata	45,48 b	45,09 b	47,01 a	47,19 a	
KK = 4,00 %			BNJ R & L = 2,08		

Angka-angka pada baris dan kolom yang diikuti huruf kecil yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata menurut uji lanjut BNJ pada taraf 5%.

Data pada tabel 2 menunjukkan bahwa secara utama pemberian limbah cair rumah tangga berpengaruh nyata terhadap tinggi tanaman kacang kedelai, dimana tinggi tanaman kacang kedelai terbaik terdapat pada perlakuan limbah cair rumah tangga 1000 ml (L3) yaitu 47,19 cm yang tidak berbeda nyata dengan pemberian limbah cair rumah tangga 500 ml (L2) yaitu 47,01 cm, namun berbeda nyata dengan perlakuan lainnya, dimana tinggi tanaman terendah pada perlakuan L0 yaitu 40,33 cm.

Pertumbuhan tinggi tanaman kedelai pada pemberian limbah cair rumah tangga 1000 ml/l air lebih baik dari perlakuan lainnya, hal ini diduga oleh pengaruh

asupan unsur hara esensial Nitrogen (N), Posfor (P), Kalium (K) dan magnesium (Mg) meskipun tersedia dalam jumlah rendah akibat limbah cair rumah tangga ber pH rendah, Namun natrium yang tinggi (Lampiran 5) mampu menggantikan peran unsur hara esensial dalam menjaga tekanan turgor akar dan mengumpulkan garam-garam mineral di daerah vakuola sehingga penyerapan hara yang tersedia dalam tanah dan air masih dapat berlangsung baik.

Natrium (Na^+) sering dijumpai pada tanah masam dan miskin unsur hara Kalium (K) karena ion Na^+ dapat menggantikan sebagai fungsi Kalium dan beberapa tanaman memerlukan unsur Na^+ untuk pertumbuhan optimum termasuk kedelai. Bahan organik yang terdapat dalam limbah cair rumah tangga akan meningkatkan daya serap dan daya simpan air sehingga unsur hara yang dapat larut dan tersedia bagi tanaman. Bahan organik akan merangsang pertumbuhan mikroorganisme tanah sehingga terjadi dekomposisi bahan organik menyebabkan unsur hara tersedia bagi tanaman (Harlin, 2016).

Penurunan jumlah pemberian limbah cair rumah tangga dari 1000 ml/l air menyebabkan terjadinya penghambatan pertumbuhan tinggi tanaman, hal ini diduga disebabkan oleh pengaruh kekurangan unsur hara N,P,K dan Mg yang belum mampu diminimalisir oleh pasokan unsur Natrium (Na) akibat limbah cair rumah tangga diberikan dengan jumlah rendah tersebut, sedangkan penghambatan pertumbuhan tinggi tanaman pada kedelai tanpa perlakuan limbah cair rumah tangga (R0L0) diduga oleh kurang adanya unsur hara makro maupun mikro sehingga penghambatan pembelahan dan pemanjangan dan pelepasan daun kedelai tidak terlihat jelas.

Menurut Rahmani, (2014) *rhizobium* yang berasosiasi dengan tanaman legum mampu memfiksasi 100-300 kg N/ha dalam satu musim tanam dan

meninggalkan sejumlah N untuk tanaman berikutnya. *Rhizobium* mampu mencukupi 80% kebutuhan nitrogen tanaman legum dan meningkatkan produksi antara 10-25%. Tanggapan tanaman sangat bervariasi tergantung pada kondisi tanah dan efektifitas populasi mikroorganisme tanah.

Pertumbuhan tanaman kedelai bisa saja dipengaruhi oleh faktor Biotik (air, tanah, udara, iklim, kelembapan, cahaya) mempunyai peran penting dalam membantu pertumbuhan suatu tanaman, faktor abiotik (mikro organisme) juga berperan dalam membantu kesuburan tanah.

Menurut Langkitan, (2010) penyerapan hara dan air oleh akar tanaman yang baik menyebabkan proses pembelahan dan pemanjangan sel pada tanaman berlangsung dengan maksimal kemudian mengakibatkan tanaman menjadi maksimal.

Pertumbuhan tinggi tanaman akan optimal apabila tanaman dapat mensuplai unsur hara dengan baik keseluruhan bagian tanaman. Jika unsur hara yang dibawa akar sedikit maka akan menghambat pertumbuhan dan perkembangan tanaman tersebut. Menurut Nugroho, (2014) tinggi tanaman pada suatu tanaman akan maksimal jika perakaran tumbuh dan berkembang dengan baik. Perakaran tumbuh dan berkembang dengan baik apabila, sifat fisik, kimia dan biologi tanah terutama agregat, kemasaman, populasi mikroorganisme tanah baik, sehingga penyerapan unsur hara dan air oleh akar akan berlangsung dengan baik dan seimbang.

Hal ini dikarenakan pemberian *rhizobium* merupakan bakteri yang mampu bersimbiosis dengan tanaman leguminosa, Inokulasi menggunakan *rhizobium* yang sesuai dan efektif merupakan salah satu pemupukan dengan pupuk hayati. Akar tanaman akan mengeluarkan suatu zat yang merangsang aktifitas bakteri

rhizobium yang nantinya akan membantu pertumbuhan tanaman serta dapat meningkatkan pertumbuhan untuk tinggi tanaman kacang kedelai. Inokulasi menggunakan *rhizobium* yang sesuai dan efektif merupakan salah satu pemupukan dengan pupuk hayati.

Perbedaan tinggi tanaman di duga karena respon tanaman yang berbeda terhadap pemberian inokulasi legin, legin yang mengandung bakteri akan menangkap nitrogen bebas dan mengubahnya menjadi asam amino yang akan memacu pembelahan, pemanjangan serta pembesaran sel-sel baru pada meristem apikal. Pembentukan batang berasal dari jaringan meristem apikal yang perkembangannya disertai dengan pembelahan sel (Ni'alsa m dan Bintari, 2017), menunjukkan bahwa inokulasi legin 15 g/kg dan pemberian mulsa (MIL3) tinggi tanamannya tinggi dibandingkan tanaman lainnya. Tingginya tanaman legum yang diinokulasi meningkat berarti ada peningkatan pertumbuhan, karena pada akar legume tersebut terdapat nodul efektif yang berisi bakteri *rhizobium*. Aktifitas *rhizobium* pada nodul bisa menambat N₂ dari udara yang selain di pakai sendiri oleh bakteri. Adanya sumbangan nitrogen inilah yang menyebabkan peningkat pertumbuhan tanaman. Tanaman legum yang tidak di inokulasi tidak dapat tambahan nitrogen, karena itulah pertumbuhannya lambat.

B. Laju Asimilasi Bersih (LAB)

Hasil pengamatan laju asimilasi bersih tanaman kacang kedelai setelah dilakukan analisis ragam menunjukkan bahwa secara interaksi tidak berpengaruh, namun pengaruh utama perlakuan *rhizobium* dan limbah cair rumah tangga memberikan pengaruh utama terhadap laju asimilasi bersih. Rerata laju asimilasi bersih setelah di uji lanjut BNJ pada taraf 5% ditunjukkan pada tabel 3.

Tabel 3. Rata-Rata laju asimilasi bersih tanaman kacang kedelai dengan perlakuan *rhizobium* dan limbah cair rumah tangga ($\text{mg}/\text{cm}^2/\text{hari}$)

Rhizobium (g/kg benih)	Limbah cair rumah tangga (ml/tanaman)				Rata-Rata	
	L0 (0)	L1 (500)	L2 (750)	L3 (1000)		
14-21 HST	R0 (0)	0,032	0,033	0,033	0,034	0,030 c
	R1 (3)	0,034	0,041	0,044	0,051	0,040 b
	R2 (6)	0,036	0,047	0,056	0,056	0,050 a
	R3 (9)	0,038	0,052	0,056	0,056	0,050 a
	Rata-Rata	0,034 b	0,043 a	0,047 a	0,049 a	
KK = 14,69%		BNJ R & L = 0,0072				
Rhizobium (g/kg benih)	Limbah cair rumah tangga (ml/tanaman)				Rata-Rata	
	L0 (0)	L1 (500)	L2 (750)	L3 (1000)		
21-28 HST	R0 (0)	0,034	0,035	0,038	0,039	0,040 c
	R1 (3)	0,036	0,043	0,046	0,054	0,040 c
	R2 (6)	0,038	0,048	0,058	0,058	0,050 b
	R3 (9)	0,043	0,056	0,058	0,064	0,060 a
	Rata-Rata	0,036 c	0,043bc	0,047ab	0,050a	
KK = 14,51%		BNJ R&L = 0,0072				
Rhizobium (g/kg benih)	Limbah cair rumah tangga (ml/tanaman)				Rata-Rata	
	L0 (0)	L1 (500)	L2 (750)	L3 (1000)		
28-35 HST	R0 (0)	0,040	0,046	0,044	0,051	0,050 c
	R1 (3)	0,041	0,048	0,056	0,060	0,050 c
	R2 (6)	0,049	0,053	0,057	0,064	0,060 b
	R3 (9)	0,054	0,062	0,066	0,077	0,070 a
	Rata-Rata	0,046c	0,052bc	0,056b	0,063a	
KK = 11,16 %		BNJ R&L = 0,0068				

Angka-angka pada baris dan kolom yang diikuti huruf kecil yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata menurut uji lanjut BNJ pada taraf 5%.

Data pada tabel 3 menunjukkan bahwa secara utama perlakuan inokulasi *rhizobium* berpengaruh nyata terhadap laju asimilasi bersih tanaman kacang kedelai. Dimana pada 14-21 hst laju asimilasi bersih tanaman kacang kedelai tertinggi terdapat pada perlakuan *rhizobium* 9 g/kg (R3) yaitu $0,050 \text{ mg}/\text{cm}^2/\text{hari}$ dan perlakuan kontrol (R0) yaitu $0,030 \text{ mg}/\text{cm}^2/\text{hari}$.

Kemudian pada 21-28 hst laju asimilasi bersih tanamann kacang kedelai tertinggi terdapat pada perlakuan *rhizobium* 9 g/kg (R3) yaitu 0,060 mg/cm²/hari yang berbeda nyata dengan perlakuan 6 g/kg (R2) yaitu 0,050 mg/cm²/hari dan perlakuan lainnya.

Data pada tabel 3 menunjukkan bahwa laju asimilasi bersih tanaman kedelai pada umur 28-35 hari, dimana perlakuan tertinggi R3 dengan pemberian *rhizobium* 9 g/kg benih yaitu 0,070 mg/cm²/hari berbeda nyata dengan perlakuan 6 g/kg (R2) yaitu 0,060 mg/cm²/hari dan perlakuan lainnya.

Secara umum daun yang berada pada kondisi intensitas cahaya yang rendah memiliki permukaan yang luas, tipis, dan lebih hijau (lebih banyak klorofil per unit luas daun) jika dibandingkan dengan daun pada tanaman yang tumbuh pada kondisi cahaya matahari penuh. Daun yang lebar digunakan agar daun tersebut dapat mendapatkan cahaya lebih banyak, hal ini merupakan ekspresi dari adaptasi lingkungan oleh daun.

Luas daun tanaman berpengaruh erat terhadap laju asimilasi bersih tanaman. Daun-daun yang secara aktif melakukan fotosintesis sangat berpengaruh terhadap laju asimilasi bersih tanaman, sedangkan daun-daun yang tidak aktif misalnya daun yang sudah tua atau ternaungi akan menurunkan laju asimilasi bersih. Fotosintesis merupakan aktivitas kompleks, dipengaruhi banyak faktor, baik faktor internal maupun eksternal. Faktor internal menyangkut kondisi jaringan fotosintetik, kandungan klorofil, umur jaringan, aktivitas fisiologi yang lain seperti transpirasi, respirasi dan adaptasi fisiologis lain yang saling kait mengkait. Faktor eksternal meliputi faktor klimatik seperti suhu, kelembaban, kecepatan angin, hujan dan juga faktor cahaya, konsentrasi CO₂, O₂, kompetitor,

dan organisme patogen. Selain itu juga faktor penyebab timbulnya stress seperti ketersediaan air, ada polutan biosida dan zat-zat beracun lain (Suyitno, 2010).

Tingginya laju asimilasi bersih dengan pemberian limbah cair rumah tangga diduga unsur hara yang terdapat pada limbah cair rumah tangga mampu memperbaiki sifat fisik, kimia dan biologi tanah karena didalam nya terdapat berbagai bahan organik yang tidak akan merusak kondisi tanah nya sehingga tanaman kedelai dapat tumbuh optimal. Musyarofah (2012), menyatakan bahwa luas daun merupakan salah satu parameter pertumbuhan tanaman, hasil dari aktifitas pembelahan dan pemanjangan sel yang dipengaruhi oleh ketersediaan unsur hara N, P, K.

Daun merupakan organ tubuh tanaman yang penting, sebab daun terdapat komponen dan tempat berlangsungnya fotosintesis, respirasi dan transpirasi yang dapat menentukan arah pertumbuhan dan perkembangan tanaman. Laju asimilasi bersih bergantung pada tingkat penyerapan sinar matahari yang dapat meningkatkan biomasa pada jaringan tanaman, radiasi pada tajuk menentukan laju produksi bahan kering persatuan luas daun selama pertumbuhan. Luas daun yang besar akan akan menghasilkan laju asimilasi bersih meningkat.

Pertumbuhan tanaman ditandai dengan baiknya perkembangan daun pada tanaman, apabila daun berkembang dengan optimal, maka akan menghasilkan energi yang menunjang pertumbuhan tanaman. Pertumbuhan dipengaruhi oleh laju asimilasi bersih pada tanaman per $\text{mg/cm}^2/\text{hari}$, sehingga laju asimilasi berkaitan dengan pertumbuhan vegetative tanaman.

Luas daun dan umur tanaman juga mempengaruhi laju asimilasi bersih dan laju pertumbuhan relative tanaman, semakin lebar daun sebuah tanaman maka semakin besar juga asimilasi bersihnya. Faktor-faktor lain yang mungkin

mempengaruhi laju asimilasi bersih adalah ketersediaanya unsur hara yang terdapat didalam tanah tersebut. Apabila unsur hara yang terdapat pada tanaman cukup banyak maka tanaman menjadi semakin subur. Daun ataupun bagian tanaman yang lain juga akan berkembang dengan baik sehingga sangat mempengaruhi laju asimilasi bersih.

Buntoro (2014), mengemukakan daun muda mampu menyerap cahaya paling banyak, memiliki laju fotosintesis yang tinggi, dan mentranslokasikan sebagian besar fotosintesis kebagian tanaman yang lain termasuk pada daun-daun bagian bawah. Sedangkan pada daun yang berada di bagian bawah, laju fotosintesis lebih lambat karena ternaungi oleh daun bagian atas.

Kelebihan yang dimiliki pupuk organik adalah memperbaiki sifat fisik tanah, yaitu struktur dan kegemburan tanah dan juga memperbaiki sifat kimia tanah, melalui pengaruhnya terhadap ketersediaan hara makro maupun mikro, memperpanjang daya serap hara dan daya simpan air yang keseluruhannya dapat meningkatkan kesuburan tanah (Lestari, 2009).

C. Laju Pertumbuhan Relatif (LPR)

Hasil pengamatan laju pertumbuhan relatif setelah dilakukan analisis ragam menunjukkan bahwa secara interaksi tidak berpengaruh, namun pengaruh utama perlakuan *rhizobium* dan limbah cair rumah tangga memberikan pengaruh nyata terhadap laju pertumbuhan relative. Rerata laju pertumbuhan relatif tanaman kacang kedelai setelah diuji lanjut BNJ pada taraf 5% ditunjukkan pada tabel 3.

Tabel 3. Rata-Rata laju pertumbuhan relatif tanaman kacang kedelai dengan perlakuan *rhizobium* dan limbah cair rumah tangga (g/hari)

	Rhizobium (g/kg benih)	Limbah cair rumah tangga (ml/tanaman)				Rata-Rata
		L0 (0)	L1 (500)	L2 (750)	L3 (1000)	
14-21 HST	R0 (0)	0,087	0,093	0,104	0,115	0,100 c
	R1 (3)	0,093	0,104	0,119	0,118	0,110 b
	R2 (6)	0,099	0,108	0,121	0,129	0,110 b
	R3 (9)	0,101	0,113	0,139	0,139	0,120 a
Rata-Rata		0,095 c	0,105 b	0,121 a	0,125 a	
KK = 7,63%		BNJ R & L = 0,009				
	Rhizobium (g/kg benih)	Limbah cair rumah tangga (ml/tanaman)				Rata-Rata
		L0 (0)	L1 (500)	L2 (750)	L3 (1000)	
21-28 HST	R0 (0)	0,094	0,103	0,114	0,129	0,110 b
	R1 (3)	0,110	0,121	0,126	0,125	0,120 ab
	R2 (6)	0,109	0,119	0,129	0,138	0,120 ab
	R3 (9)	0,109	0,123	0,146	0,147	0,130 a
Rata-Rata		0,105 c	0,117 bc	0,129 ab	0,135 a	
KK = 9,43%		BNJ R&L = 0,012				
	Rhizobium (g/kg benih)	Limbah cair rumah tangga (ml/tanaman)				Rata-Rata
		L0 (0)	L1 (500)	L2 (750)	L3 (1000)	
28-35 HST	R0 (0)	0,090	0,102	0,111	0,125	0,110 c
	R1 (3)	0,113	0,121	0,129	0,130	0,120 bc
	R2 (6)	0,114	0,127	0,135	0,143	0,130 ab
	R3 (9)	0,117	0,131	0,151	0,153	0,140 a
Rata-Rata		0,109 c	0,120 bc	0,131 ab	0,137 a	
KK = 8,46 %		BNJ R&L = 0,011				

Angka-angka pada baris dan kolom yang diikuti huruf kecil yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata menurut uji lanjut BNJ pada taraf 5%.

Data pada tabel 3 menunjukkan bahwa secara utama perlakuan *rhizobium* berpengaruh nyata terhadap laju pertumbuhan relatif tanaman kacang kedelai. Dimana pada 14-21 Hst laju pertumbuhan relative tanamann kacang kedelai tertinggi terdapat pada perlakuan *rhizobium* R3 dengan pemberian *rhizobium* 9 g/kg dengan rerata laju pertumbuhan relative yaitu 0,120 gr/hari, berbeda nyata dengan R2 yaitu 0,110 dan berbeda nyata dengan dengan perlakuan lainnya.

Data pada tabel 3 menunjukkan bahwa secara utama perlakuan *rhizobium* berpengaruh nyata terhadap laju pertumbuhan relatif tanaman kacang kedelai. Dimana pada 21-28 hst laju pertumbuhan relative tanamann kacang kedelai tertinggi terdapat pada perlakuan *rhizobium* R3 dengan pemberian *rhizobium* 9 g/kg dengan rerata laju pertumbuhan relative yaitu 0,130 gr/hari.

Data pada tabel 3 menunjukkan bahwa secara utama perlakuan *rhizobium* berpengaruh nyata terhadap laju pertumbuhan relatif tanaman kacang kedelai. Dimana pada 28-35 hst laju pertumbuhan relative tanamann kacang kedelai tertinggi terdapat pada perlakuan *rhizobium* R3 dengan pemberian *rhizobium* 9 g/kg dengan rerata laju pertumbuhan relative yaitu 0,140 gr/hari, tidak berbeda nyata dengan R2 yaitu 0.130 dan berbeda nyata dengan dengan perlakuan lainnya.

Laju pertumbuhan relatif merupakan peningkatan berat kering suatu tanaman dasar suatu interval waktu, hasil penelitian menunjukkan bahwa *rhizobium* dan limbah cair rumah tangga berpengaruh nyata pada laju pertumbuhan relatif tanaman kacang kedelai, nitrogen merupakan unsur yang paling penting dalam pertumbuhan tanaman, karena nitrogen merupan salah satu unsur hara esensial (Lakitan, 2010).

Rendahnya tanpa pemberian *rhizobium* (R0) dikarenakan tidak adanya unsur hara yang dapat diserap oleh tanaman sehingga laju pertumbuhan relatif nya menjadi rendah dan tidak adanya N bebas dari udara dalam daun yang biasanya serap setiap harinya.

Rendahnya laju pertumbuhan relatif tanaman kacang kedelai pada perlakuan kontrol (L0) ini diduga karena ketersediaan unsur hara yang rendah menyebabkan pertumbuhan tanaman tidak optimal yang dicerminkan dari berat kering tajuk tanaman yang rendah. Menurut Firma (2012), kekurangan atau ketidak sediaan

salah satu unsur hara akan menyebabkan terjadinya gangguan pada pertumbuhan dan perkembangan fisiologis suatu tanaman.

Laju pertumbuhan relatif merupakan peningkatan berat kering suatu tanaman dasar suatu interval waktu, hasil penelitian menunjukkan bahwa rhizobium dan limbah cair rumah tangga berpengaruh nyata pada laju pertumbuhan relatif tanaman kacang kedelai, nitrogen merupakan unsur yang paling penting dalam pertumbuhan tanaman, karena nitrogen merupakan salah satu unsur hara esensial (Lakitan, 2010), mengemukakan bahwa dalam jaringan tanah nitrogen merupakan unsur hara esensial dan unsur penyusun asam amino, protein dan enzim, selain itu nitrogen juga terkandung dalam klorofil, sitokinin dan auksin.

Porter dan Garnier (2012), menyatakan laju pertumbuhan relative berubah secara kontinyu dengan ontogeni. Selama perkecambahan terdapat transisi terhadap pertumbuhan yang bergantung kepada cadangan makanan yang ada pada biji menjadi autrop lengkap. Ketika tanaman menjadi semakin tua dan besar, daun-daun bagian atas mulain menutupi daun bagian bawah. Kemudian tanaman yang telah dewasa akan mengalokasi fotosintesis kepada akar dan batang. Konsekuensi atas mekanisme tersebut adalah laju pertumbuhan relatif yang meningkat bersamaan dengan ukuran tanaman dan waktu dilapangan, dimana tanaman mendapat fluktuasi dari lingkungan nya. Pertumbuhan dibatasi oleh perubahan biotik (cahaya, temperatur, nutrisi dan air) dan di pengaruhi pula oleh interaksi biotik (kompetitor, herbivora, pathogen dan juga simbiosis).

Limbah cair rumah tangga sebagai pupuk organik yang telah terdekomposisi akan memperkaya bahan makan didalam tanan, sehingga mempercepat perkembangan dan pertumbuhan tanaman serta memperbaiki sifat-sifat tanah,

selain itu juga berperan dalam meningkatkan pengaruh pemupukan dari pupuk anorganik, sehingga pupuk anorganik yang dibeikan tidak mudah hanyut oleh air hujan atau menguap ke udara. Hal ini dikarenakan bahan organik yang tergantung dalam limbah cair rumah tangga mempertinggi daya ikat tanah terhadap hara, sehingga tidak mudah larut air hujan. Hal ini didukung bahwa penggunaan pupuk organik bukanlah untuk menggantikan pupuk anorganik seluruhnya, melainkan untuk meningkatkan efisiensi serapan hara dari pupuk anorganik.

Laju pertumbuhan relative tinggi mencerminkan kemampuan tinggi dari tanaman untuk mengakumulasi biomasa dihasilkan tanaman dalam setiap cm persegi luas daun. Laju pertumbuhan relative pada tanaman dipengaruhi oleh serapan hara yang dilakukan oleh tanaman dan ketersediaan unsur hara didalam tanah, semakin tinggi baik unsur hara yang diserap oleh akar tanaman, maka laju pertumbuhan tanaman akan semakin baik pula. Laju pertumbuhan relative menunjukkan kemampuan tanaman untuk memupuk bahan organik terakumulasi dalam tanaman (biomasa) yang mengakibatkan pertumbuhan berat. Pertumbuhan masa tanaman meliputi semua bahan tanaman berasal dari fotosintesis dan serapan unsur hara dan air yang diolah dalam proses biosintesis.

D. Umur Panen (Hari)

Hasil pengamatan umur panen tanaman setelah dilakukan analisis ragam memperlihatkan bahwa secara interaksi tidak berpengaruh, namun pengaruh utama konsentrasi *rhizobium* dan limbah cair rumah tangga memberikan pengaruh nyata terhadap umur panen. Rerata hasil pengamatan terhadap umur panen tanaman dapat di lihat pada tabel 9.

Tabel 9. Rerata Umur Panen tanaman kacang kedelai dengan perlakuan *rhizobium* dan limbah cair rumah tangga.

Rhizobium (g/kg benih)	Limbah cair rumah tangga (ml/tanaman)				Rata-Rata
	L0 (0)	L1 (500)	L2 (750)	L3 (1000)	
R0 (0)	93.33	92.44	93.00	92.00	92.75 b
R1 (3)	92.67	92.67	90.67	92.00	92.20 b
R2 (6)	91.67	92.33	92.67	92.00	92.17 ab
R3 (9)	92.33	91.67	91.67	90.33	91.50 a
Rata-Rata	92.33 b	92.50 b	92.00 ab	91.58 a	
	KK = 1.30 %		BNJ R & L = 1.33		

Angka-angka pada baris dan kolom yang diikuti huruf kecil yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata menurut uji lanjut BNJ pada taraf 5%.

Data pada tabel 9. Menunjukkan bahwa secara utama pemberian *rhizobium* dan limbah cair rumah tangga berpengaruh nyata terhadap umur panen tanaman kedelai dimana perlakuan yang menghasilkan umur panen yang cepat yaitu terdapat pada perlakuan R3 dengan pemberian *rhizobium* 9 gr/kg benih rerata umur panen 91.50 hari.

Pada tanaman kedelai dengan perlakuan R3 dengan pemberian *rhizobium* 9 gr/kg benih menunjukkan umur panen paling cepat. Umur panen tanaman kedelai juga dipengaruhi oleh lama atau tidaknya proses pembungaan dan pembentukan polong sehingga terjadinya proses pemasakan polong dan biji, semakin cepat pembungaan maka umur panen tanaman akan semakin cepat karna proses pembentukan dan pemasakan buah berlangsung lebih awal dengan rentang waktu yang sama dengan pematangan buah disbanding dengan tanaman yang berbunga lebih lama. Hal ini juga tidak lepas dari pengaruh lingkungan yang terjadi, seperti suhu, cahaya, dan curah hujan akan mempengaruhi aktivitas sel dalam jaringan tanaman (Sunarjono, 2016).

Jika intensitas penyinaran matahari rendah maka akan mempengaruhi suhu, apabila suhu rendah maka aktivitas sel dalam jaringan tanaman akan menurun. Sebaliknya dengan penambahan suhu akan mempercepat aktivitas sel dalam

jaringan tanaman dalam metabolisme tanaman, dan akan berpengaruh pada pemasakan polong dan biji yang lebih cepat.

Curah hujan juga berpengaruh dengan suhu dan ketersediaan air tanah. Jika suhu menurun dan ketersediaan air melimpah hingga tergenang maka akan mempengaruhi aktifitas sel, dimana proses metabolisme tanaman untuk menyelesaikan proses pemasakan polong dan biji akan berlangsung lama. Sebaliknya jika suhu udara meningkat dan terjadi kekurangan air maka proses pemasakan polong akan berlangsung lebih cepat.

Hal ini di perjelas oleh (Ruminta, 2010) seringkali curah hujan tersebut menjadi faktor pembatas dalam kegiatan pertanian produksi tanaman pangan lahan kering. Salah satu upaya agar curah hujan tersebut tidak menjadi faktor pembatas atau sedikitnya tidak menjadi kendala dalam kegiatan pertanian dan produksi tanaman adalah menyelaraskan semua kegiatan pertanian dengan karakteristik curah hujan yang ada (Rumiyanti, 2010)

E. Berat Biji Kering Per Tanaman (g)

Hasil pengamatan terhadap berat biji kering pertanaman kacang kedelai setelah dilakukan analisis ragam (Lampiran 5.f) menunjukkan bahwa secara interaksi maupun pengaruh utama inokulasi *rhizobium* dan perlakuan limbah cair rumah tangga berpengaruh nyata terhadap berat biji kering pertanaman kacang kedelai. Rerata berat biji kering pertanaman kacang kedelai setelah diuji lanjut BNJ pada taraf 5% ditunjukkan pada tabel 7.

Tabel 7. Rata-Rata berat biji kering per tanaman kacang kedelai dengan perlakuan *rhizobium* (g) dan limbah cair rumah tangga.

Rhizobium (g/kg benih)	Limbah cair rumah tangga (ml/tanaman)				Rata-Rata
	L0 (0)	L1 (500)	L2 (750)	L3 (1000)	
R0 (0)	19,25 f	19,48 f	19,51 f	19,71 e	19,49 c
R1 (3)	20,46 d	20,57 d	20,90 c	22,30 b	21,06 b
R2 (6)	21,06 c	23,04 a	25,52 a	24,74 ab	23,59 a
R3 (9)	21,84 b	23,83 a	24,67 ab	25,61 a	23,99 a
Rerata	20,65 c	21,73 bc	22,65 ab	23,09 a	
	KK = 4,52%	BNJ R&L = 1,10	BNJRL = 3,02		

Angka-angka pada baris dan kolom yang diikuti huruf kecil yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata menurut uji lanjut BNJ pada taraf 5%.

Data pada tabel 7 menunjukkan bahwa inokulasi *rhizobium* dan perlakuan limbah cair rumah tangga secara interaksi berpengaruh nyata terhadap berat biji kering pertanaman. Dimana kombinasi limbah cair rumah tangga terbaik pada 1000 ml/tanaman dan *rhizobium* 9 g/kg (R3L3) menghasilkan berat biji kering terbanyak yaitu 25,61 g, sedangkan berat terendah terdapat pada kombinasi perlakuan R0L0 yaitu 19,25 g.

Kombinasi limbah cair rumah tangga 1000 ml/tanaman dan 9 g/kg inokulasi *rhizobium* (L3R3) mampu meningkatkan berat biji kering dikarenakan kandungan unsur hara dari kedua perlakuan sudah dapat memenuhi untuk kebutuhan tanaman kedelai seperti N, P dan K. Menurut Suntoro (2012), pemberian bahan organik berpengaruh nyata meningkatkan bobot biji, hal ini karena dekomposisi bahan organik akan melepas hara P, K, Ca, Mg dalam tanah, hara tersebut penting dalam pembentukan dan pengisian polong. Dengan pemberiannya unsur fosfor maka proses fotosintesis pada tanaman berjalan dengan sempurna sehingga pembentukan biji dalam polong berjalan dengan baik.

Berdasarkan data diatas kombinasi perlakuan inokulasi *rhizobium* dan perlakuan limbah cair rumah tangga memberikan pengaruh terhadap berat biji

kering pertanaman, hal ini dikarenakan inokulasi *rhizobium* dan perlakuan limbah cair rumah tangga yang memiliki unsur hara makro dan mikro yang terdapat dalam sisa-sisa makanan yang merupakan campuran berbagai macam bahan organik yang mempunyai kandungan air yang tinggi, selain karena mudah terdekomposisi limbah cair rumah tangga juga kaya akan nutrisi yang dibutuhkan untuk pertumbuhan. Jika ditetapkan pada tanaman dengan tepat akan memperbaiki hasil produksi, rendah bakteri patogen dan ramah lingkungan. Serta *rhizobium* telah mampu meningkatkan unsur hara di tanah sehingga berpengaruh terhadap berat biji kering per tanaman.

Menurut Winarso (2012), menyatakan bahwa fosfor sangat berpengaruh dalam proses pertumbuhan dan pembentukan hasil, dimana fosfor berfungsi dalam transfer energi dan proses fotosintesis. Unsur P digunakan untuk memperkuat batang dan daun. Lakitan (2010), menyatakan bahwa unsur K berfungsi sebagai penyusun klorofil dan sebagai aktifator berbagai enzim dalam reaksi fotosintesis, respirasi dan pembentukan RNA dan DNA.

Tanaman yang cukup kandungan unsur haranya bisa melakukan proses fotosintesis yang terjadi pada bagian daun tanaman, hasil fotosintesis pada tanaman mula-mula digunakan untuk pertumbuhan vegetative kemudian membentuk organ generative. Protein dibentuk pada akhirnya disimpan dalam biji sebagai proses lanjutan fotosintesis yang semula hanya dipakai untuk menyusun pertumbuhan vegetative tanaman. Setelah pertumbuhan vegetative berhenti dipindah menjadi penimbunan protein didalam biji sebagai cadangan makanan (Lingga, 2017).

Tingginya berat biji kering pertanaman pada perlakuan R2L3 dikarenakan pemberian *rhizobium* 9 g/kg benih dan limbah cair rumah tangga 1000 ml/l air

dapat memberikan respon yang baik terhadap perbaikan kondisi tanah, telah meningkatkan aktivitas mikroorganisme dalam tanah, terutama aktivitas dekomposisi dan mineralisasi bahan organik pada tanah. Peningkatan aktivitas dekomposisi dan mineralisasi menyebabkan ketersediaan unsur hara didalam tanah meningkat.

Dengan terpenuhinya hara sesuai yang dibutuhkan oleh tanaman kacang kedelai maka dapat mendukung proses metabolisme dalam tubuh tanaman berlangsung dengan baik sehingga proses translokasi bahan asimilasi ke polong akan semakin tinggi yang pada akhirnya polong yang dihasilkan akan lebih banyak. Limbah cair rumah tangga juga merupakan bahan organik yang dapat memperbaiki kondisi tanah menjadi lebih subur selain itu juga dapat menyumbangkan hara yang dibutuhkan oleh tanaman kacang kedelai.

Penambahan polong dipengaruhi oleh suplai fotosintat dan air dalam membentuk polong. Peningkatan suplai fotosintat terjadi karena adanya peningkatan bintil akar efektif. Hal ini didukung dari hasil penelitian Adijaya *et al*, (2014) yang menunjukkan bahwa peningkatan jumlah polong kedelai mencapai 56,07% pada tanaman yang dilakukan inokulasi rhizobium.

Beratnya biji kering pertanaman kedelai dikarenakan adanya pengaruh terhadap limbah cair rumah tangga yang dapat memberikan pertumbuhan yang baik terhadap tanaman kedelai di kombinasikan dengan *rhizobium*. Limbah cair rumah tangga merupakan bahan organik yang berguna sebagai sumber energy mikroorganisme dengan demikian dapat meningkatkan aktifitas organisme tanah. Pemberian bahan organik kedalam permukaan tanah akan meningkatkan nilai kapasitas tukar kation, sehingga peningkatan nilai kapasitas tukar kation tersebut akan memudahkan akar tanaman dalam menyerap unsur hara.

Terpenuhinya hara sesuai dengan yang dibutuhkan dalam pertumbuhan tanaman maka proses metabolisme dalam tubuh tanaman akan berlangsung dengan baik dan proses fotosintesis juga akan berlangsung dengan baik, dengan demikian bahan asimilat yang dihasilkan akan semakin banyak yang kemudian akan di translokasikan ke organ hasil tanaman termasuk biji dalam polong.

Menurut Sutejo (2012), mengemukakan bahwa pemberian bahan organik berpengaruh nyata meningkatkan bobot biji, hal ini karena dekomposisi bahan organik akan melepas hara P, K, Ca dan Mg dalam tanah, hara tersebut penting dalam pembentukan dan pengisian polong. Dengan pemberian unsur fosfor maka proses fotosintesis pada tanaman berjalan dengan sempurna sehingga pembentukan biji dalam polong berjalan dengan baik.

Selain di translokasikan keseluruhan bagian tanaman, hasil fotosintesis juga digunakan oleh tanaman untuk menghasilkan jumlah polong kedelai. Banyaknya jumlah karbohidrat yang diterima oleh polong berpengaruh terhadap berat keringnya. Namun pada berat biji kering pertanaman menunjukkan pengaruh yang nyata, hal ini diduga kadar air yang sama serta waktu panen yang dilakukan serentak.

F. Berat 100 Biji Kering (g)

Hasil pengamatan terhadap berat 100 biji tanaman kacang kedelai setelah dilakukan analisis ragam menunjukkan bahwa secara interaksi maupun utama perlakuan *rhizobium* dan limbah cair rumah tangga berpengaruh nyata terhadap berat 100 biji tanaman kacang kedelai. Rerata berat 100 biji tanaman kacang kedelai setelah diuji lanjut BNJ pada taraf 5% ditunjukkan pada tabel 8.

Tabel 8. Rata-Rata berat 100 biji kering tanaman kacang kedelai dengan perlakuan *rhizobium* dan limbah cair rumah tangga (g).

Rhizobium (g/kg benih)	Limbah cair rumah tangga (ml/tanaman)				Rata-Rata
	L0 (0)	L1 (500)	L2 (750)	L3 (1000)	
R0 (0)	14,86 e	15,53 d	15,59 d	15,92 c	15,48 c
R1 (3)	15,62 d	15,79 d	15,91 c	16,25 c	15,90 bc
R2 (6)	15,63 d	15,98 c	17,07 ab	16,62 c	16,33 b
R3 (9)	15,99 c	16,27 c	16,86 b	18,18 a	16,83 a
Rata-Rata	15,53 c	15,90 bc	16,36 ab	16,74 a	
	KK = 2,69 %	BNJ R&L = 0,48	BNJRL = 1,32		

Angka-angka pada baris dan kolom yang diikuti huruf kecil yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata menurut uji lanjut BNJ pada taraf 5%.

Data pada tabel 8 menunjukkan bahwa perlakuan inokulasi *rhizobium* dan perlakuan limbah cair rumah tangga secara interaksi berpengaruh nyata terhadap berat 100 biji tanaman kedelai. Dimana kombinasi terbaik *rhizobium* 9 g/kg benih (R3) dan limbah cair rumah tangga 1000 ml/air (L3) dengan rata rata 100 biji yaitu 18,18 g yang berbeda nyata dengan perlakuan lainnya dan dimana perlakuan terendah terdapat pada perlakuan kontrol (R0) yaitu dengan rerata 14,86 g.

Hal ini dikarenakan pemberian pupuk organik dalam jumlah yang cukup akan meningkatkan jumlah unsur hara makro dan mikro yang terakumulasi di dalam tanah sehingga lebih mampu memenuhi kebutuhan hara tanaman. Pupuk organik sangat baik untuk memperbaiki kesuburan tanah karena dapat memperbaiki sifat fisik, kimia dan biologi tanah.

Tingginya berat 100 biji kering pada perlakuan (R3) dikarenakan *rhizobium* berfungsi dengan baik untuk menghasilkan nitrogen bagi tanaman melalui proses fiksasi nitrogen yang dilakukan oleh bakteri *rhizobium*. Hal ini disebabkan karena adanya bintil akar yang dapat menyediakan unsur hara N dalam mendukung pertumbuhan tanaman. Dimana *rhizobium* sudah mulai menginfeksi akar, sejak terbentuknya akar sehingga bintil akar yang terbentuk dapat mengikat nitrogen

dari udara. Hal ini sesuai dengan pernyataan Adisarwanto (20) mengemukakan bahwa sejak terbentuknya akar, bakteri *rhizobium* melakukan proses pembentukan bintil akar, yaitu 4-5 hari setelah tanam dan bintil akar dapat mengikat nitrogen dari udara pada umur 10-15 HST.

Peningkatan berat 100 biji yang terjadi pada tanaman kedelai dikarenakan terdapat pengaruh dari peningkatan jumlah bintil akar yang efektif. Hasil penelitian menunjukan Mayani dan Hapsah (2011) menunjukkan bahwa pemberian *rhizobium* pada tanaman kedelai dapat meningkatkan bobot biji kering dan bobot 100 biji.

Tingginya berat 100 biji kering pada pemberian limbah cair rumah tangga sebanyak 1000 ml/l air hal ini dikarenakan perlakuan tersebut merupakan dosis yang tepat sehingga limbah cair rumah tangga yang diberikan dapat sepenuhnya menjadi respon baik terhadap perbaikan kondisi tanah dan pertumbuhan kacang kedelai. limbah cair rumah tangga merupakan bahan organik yang dapat memperbaiki sifat fisik, biologi dan kimia tanah, selain itu pemberiannya kedalam tanah dapat menjadi sumber energy mikroorganismen dalam tanah dengan demikian dapat lebih mengaktifkan aktifitas mikroorganismen tanah, dengan meningkatnya aktifitas mikroorganismen tersebut dapat meningkatkan kapasitas tukar kation tanah yang pada akhirnya unsur hara dalam tanah akan lebih tersedia dan dapat diserap oleh akar tanaman dengan baik. Limbah cair rumah tangga mempunyai beberapa keunggulan yaitu berupa: mempunyai kandungan nitrogen dan kalium yang tinggi, tanpa penambahan starter dan bahan kimia, memperkaya unsur hara yang berada didalam tanah, mampu memperbaiki sifat fisik, kimia dan biologis.

Hal ini sesuai dengan pernyataan Harjonigeno (2013), bahwa tanah yang dijadikan sebagai media penanaman akan meningkatkan respon tanaman dalam membantu proses pemasakan buah dengan memberikan unsur hara N, P dan K dengan dosis yang tepat. Karena unsur hara tersebut akan dimanfaatkan dan diserap untuk merangsang pertumbuhan salah satu diantaranya ialah proses pemasakan buah.

Menurut Wahyudi (2011), berdasarkan pengalamannya dalam budidaya kedelai menyatakan bahwa pupuk organik memberikan pengaruh paling baik terhadap pertumbuhan dan perkembangan tanaman kedelai terutama tinggi tanaman yaitu kotoran ayam. Hal ini disebabkan karena pupuk kotoran ayam memiliki kandungan hara makro cukup tinggi dibandingkan dengan kotoran lainnya sehingga memberi pengaruh lebih baik terhadap pertumbuhan tanaman.

Biji merupakan alat untuk melanjutkan hidup spesies suatu tumbuhan yaitu dengan cara mempertahankan dan memperpanjang kehidupan embryonicaxis. Didalam biji terdapat embrio serta cadangan makanan yang menunjang embrio muda untuk berkecambah sampai berfotosintesis. Penyimpanan cadangan makanan merupakan salah satu fungsi utama biji. Penyimpanan cadangan berhubungan erat dengan proses pemasakan dan pengisian biji. Didalam proses pemasakan dan pengisian biji terdapat faktor-faktor yang mempengaruhi tingkat optimumnya proses tersebut, faktor internal dipengaruhi oleh jenis tanaman dan keberagaman gen antar varietas dalam species, faktor eksternal yang berorientasi pada lingkungan dipengaruhi oleh kondisi iklim, dan kondisi lahan, serta teknik budidaya (Ma'rufah, 2015).

Pada fase generatif fosfor dibutuhkan tanaman untuk pertumbuhan dan perkembangan tanaman, hampir sebagian besar pada pertumbuhan dan

perkembangan generatif tanaman seperti bunga dan biji. Gejala akibat kekurangan unsur fosfor yang tampak ialah semua warna daun berubah menjadi lebih tua dan sering tampak mengkilap kemerah-merahan, tepi daun, cabang dan batang terdapat warna merah ungu yang lambat laun berubah menjadi kuning. Kalium merupakan satu-satunya unsur hara kation kovalen yang esensial bagi tanaman dan doabsorpsi dalam bentuk ion K^+ (terutama pada tanaman muda). Unsur K berperan dalam pembentukan protein, karbohidrat, akifator enzim-enzim, meningkatkan resistensi terhadap penyakit dan peningkatan kualitas biji dan buah (Mulyani, 2013).

G. Effisiensi Penggunaan *Rhizobium*

Dari hasil parameter pengamatan efisiensi penggunaan legin diambil dari hasil terbaik Laju Pertumbuhan Relatif pada umur 28-35 hari. Perlakuan terbaik R3 9 g/kg benih dan limbah cair rumah tangga (R3L3) yaitu $0,153 \text{ mg/cm}^2/\text{hari}$ di kurang perlakuan control (R0L0) yaitu $0,090 \text{ mg/cm}^2/\text{hari}$ kemudian dibagi dengan perlakuan control (R0L0) yaitu $0,090 \text{ mg/cm}^2/\text{hari}$ kemudian dikali dengan 100 % sehingga didapat 70%.

Effisiensi penggunaan *rhizobium* merupakan suatu yang dilakukan untuk mengetahui seberapa banyak jumlah *rhizobium* yang digunakan untuk meningkatkan pertumbuhan dan perkembangan yang baik pada tanaman kedelai. Inokulasi *rhizobium* mampu meningkatkan fixasi nitrogen dan meningkatkan hasil biji, serta dapat menekan pemakaian pupuk buatan dan meningkatkan efisiensi pemupukan (Nurhayati, 2011). Penambatan nitrogen secara biologis diperkirakan menyumbang lebih dari 170 juta ton nitrogen ke biosfer per tahun, 80% diantaranya merupakan hasil simbiosis antara baik *rhizobium* dengan tanaman leguminosa. Selain itu keberhasilan suatu galur inokulan yang diberikan juga

tergantung dari kemampuannya berkompetisi dengan *rhizobium* asli (indigenous) yang ada didalam tanah (Arimuti, 2010) dan mempunyai kemampuan beradaptasi dengan lingkungan.



Dokumen ini adalah Arsip Miik :

Perpustakaan Universitas Islam Riau

V. KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Berdasarkan penelitian ini dapat disimpulkan bahwa :

1. Secara Interaksi pemberian *rhizobium* dan Limbah cair rumah tangga berpengaruh nyata terhadap parameter berat biji kering pertanaman dan berat 100 biji kering
2. Perlakuan *rhizobium* memberikan pengaruh nyata terhadap semua parameter pengamatan, perlakuan terbaik *rhizobium* 9 g/kg benih.
3. Perlakuan Limbah cair rumah tangga memberikan pengaruh nyata terhadap semua parameter pengamatan, perlakuan terbaik terdapat pada limbah cair rumah tangga 1000 ml/tanaman.

B. Saran

Berdasarkan dari hasil penelitian, untuk mendapatkan pertumbuhan dan produksi tanaman kacang kedelai yang optimal maka perlu dilakukan penelitian lanjutan dengan menggunakan *rhizobium* 9 g/kg benih dan Limbah cair rumah tangga 1000 ml/tanaman.

RINGKASAN

Kedelai merupakan salah satu tanaman sumber protein yang sangat berperan dalam kehidupan manusia, terutama dalam menyediakan pangan. Di Indonesia, kedelai merupakan tanaman pangan ketiga setelah padi dan jagung. Tidak hanya sebagai bahan pangan, kedelai (*Glycine max* L) juga dikenal sebagai bahan pakan ternak dan industri.

Kedelai menjadi salah satu komoditas tanaman pangan yang peranan penting setelah padi dan jagung dan memiliki kandungan gizi yang tinggi. Dalam 100 g bahan makanan, biji kedelai mengandung 35 g protein, 18 g lemak, 24 g karbohidrat, 8 g air, serta asam amino dan kandungan gizi lainnya yang bermanfaat bagi manusia. Bahkan untuk varietas unggul tertentu, kandungan proteinnya 40-43 g.

Berdasarkan Badan Pusat Statistik (BPS) Provinsi Riau pada tahun 2015 produksi kedelai mengalami penurunan dengan produksi 2.211 ton/tahun, pada tahun 2016 mengalami kenaikan dengan total produksi 2.332 ton/tahun, sedangkan pada tahun 2017 mengalami penurunan kembali dengan total produksi 2.145 ton/tahun. Penurunan diperkirakan karena menurunnya luas panen dan kurangnya minat petani untuk membudidayakan kacang kedelai (BPS, 2018).

Pada umumnya lahan pertanian di Riau memiliki tingkat kesuburan tanah yang rendah. Sehingga mengakibatkan hasil produksi tanaman rendah. Untuk meningkatkan kesuburan tanah perlu dilakukan pemupukan organik yang akan memperbaiki sifat biologi, kimia dan fisika tanah sedia.

Secara fisik pupuk organik berperan membentuk agregat tanah yang berpengaruh besar terhadap porositas dan aerasi sehingga persediaan air pada

tanah maksimal. Secara kimia pupuk organik berperan dalam penyerapan bahan yang bersifat racun bagi tanaman seperti Aluminium (Al), Besi (Fe), dan Mangan (Mn) serta dapat meningkatkan pH tanah. Secara biologi pemberian pupuk organik dapat meningkatkan mikroorganisme didalam tanah.

Kekhawatiran akan pencemaran lingkungan saat ini semakin meningkat, seiring dengan semakin meningkatnya jumlah bahan-bahan sebagai sumber pencemaran setiap harinya tanpa adanya pemanfaatan dan pengolahan yang optimal. Jika ini tidak di kelola dengan baik maka akan mencemari lingkungan berupa bau yang tidak sedap akibat adanya dekomposisi kandungan solid oleh mikroorganisme. Oleh karena itu perlu adanya perhatian yang sungguh-sungguh agar limbah yang berpotensi sebagai pencemaran lingkungan dapat berubah menjadi sumber daya alam yang potensial dan ramah lingkungan untuk kegiatan budidaya tanaman.

Limbah adalah buangan yang dihasilkan dari suatu proses produksi baik industri maupun domestik (rumah tangga), limbah terdiri dari 3 jenis yaitu: limbah cair, limbah padat, dan limbah gas. Limbah padat lebih dikenal sebagai sampah yang sering kali tidak dikehendaki kehadirannya karena tidak memiliki nilai ekonomis (Yunizar, 2014).

Salah satu bahan yang berpotensi sebagai sumber pencemaran lingkungan yang jumlahnya terus meningkat adalah limbah cair rumah tangga, sebenarnya limbah tersebut merupakan bahan yang sebagian besar material dan bahan-bahan dari limbah tersebut merupakan bahan organik potensial karena masih dapat dimanfaatkan sebagai pupuk organik.

Nitrogen juga merupakan unsur yang paling penting bagi pertumbuhan dan pengisian biji kedelai. Namun ketersediaan nitrogen dalam tanah umumnya

sangat rendah. Padahal kuantitas dan kualitas hasil biji kedelai yang tinggi memerlukan pasokan Nitrogen yang tinggi pula. Penggunaan pupuk Nitrogen buatan yang berasal dari gas alam, mempunyai keterbatasan. Selain ketersediaan gas tersebut tidak dapat diperbaharui, penggunaan pupuk buatan yang berlebihan mengakibatkan pencemaran lingkungan. Salah satu alternatif untuk memenuhi kebutuhan Nitrogen tanaman kedelai adalah inokulasi *rhizobium sp* ini memberi jaminan proses penambatan Nitrogen udara yang efektif.

Bakteri *rhizobium* merupakan bakteri yang mampu bersimbiosis dengan tanaman leguminosa. Akar tanaman akan mengeluarkan suatu zat yang merangsang aktifitas bakteri *rhizobium*. Apabila bakteri sudah bersinggungan dengan akar rambut, akar rambut akan mengeriting. Setelah memasuki akar, bakteri berkembang biak ditandai dengan pembengkakan akar. Pembengkakan akar akan semakin besar dan akhirnya terbentuklah bintil akar.

Berdasarkan permasalahan di atas penulis tertarik untuk melakukan penelitian dengan judul “Pengaruh *Rhizobium* dan Limbah Cair Rumah Tangga terhadap Pertumbuhan dan Produksi Kedelai (*Glycine max L.*)”

Penelitian dilaksanakan selama 4 bulan, terhitung dari bulan Juli sampai Oktober 2019. Penelitian ini dilaksanakan di kebun percobaan Fakultas Pertanian Universitas Islam Riau, Jalan Kaharuddin Nasution Km 11, Kelurahan Air Dingin, Kecamatan Bukit Raya, Kota Pekanbaru. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh *rhizobium* dan Limbah cair rumah tangga terhadap pertumbuhan dan produksi tanaman kacang kedelai.

Penelitian ini menggunakan Rancang Acak Lengkap (RAL) Faktorial yang terdiri dari 2 faktor, dimana faktor pertama yaitu *rhizobium* (R) yang terdiri dari 4 taraf dan faktor kedua yaitu Limbah cair rumah tangga (L) terdiri dari 4 taraf

perlakuan yaitu R0: tanpa perlakuan, R1: 3 g/kg benih, R2: 6 g/kg benih, R3: 9 g/kg benih. Faktor kedua limbah cair rumah tangga (L) yang terdiri dari 4 taraf yaitu L0: tanpa perlakuan, L1: 500 ml/tanaman, L2: 750 ml/tanaman, L3: 1000 ml/tanaman. Dari dua faktor tersebut, terdapat 16 kombinasi perlakuan dengan 3 ulangan, maka terdapat 48 satuan percobaan. Setiap satuan percobaan terdiri dari 10 tanaman dimana 7 tanaman sebagai sampel, sehingga total keseluruhan tanaman berjumlah 480 tanaman.

Adapun parameter pengamatan penelitian yang diamati yaitu Tinggi Tanaman (cm), Laju Pertumbuhan Relatif (g/hari), Laju Asimilasi Bersih ($\text{mg/m}^2/\text{hari}$), Berat Biji Kering Per Tanaman (g), Berat Kering 100 Biji (g), Umur Panen (HST) dan Effisiensi Penggunaan *rhizobium*. Data hasil pengamatan kemudian di analisis secara statistik dan disajikan dalam bentuk tabel, jika F hitung lebih besar dari F tabel maka dilanjutkan dengan uji BNJ pada taraf 5 %.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa perlakuan *rhizobium* secara interaksi berpengaruh nyata terhadap pengamatan biji kering pertanaman dan berat 100 biji. Perlakuan terbaik diperoleh pada perlakuan *rhizobium* 9 g/kg benih yang dikombinasikan dengan Limbah Cair Rumah Tangga. Perlakuan *rhizobium* secara utama memberikan pengaruh nyata terhadap semua parameter pengamatan dengan perlakuan terbaik yaitu *rhizobium* 9 g/kg benih.

DAFTAR PUSTAKA

- Al-Qur'nul Karim. Al-Qur'an dan Terjemahnya Jus 1-30. Mekar Surabaya: Surabaya.
- Adijaya, I.N., Putu Suratmini, Ketut Mahaputra. 2014. Aplikasi Pemberian Legin (*Rhizobium*) Pada Uji Beberapa Variates Kedelai Di Lahan Kering. Balai Pengkajian Teknologi Pertanian Bali.
- Adisarwanto, T. 2014, Kedelai Tropika Produktivitas 3 Ton-Ha. Penebar Swadaya. Jakarta. Diperoleh dari <https://www.penebarswadaya.com/shop/pertanian/tanamanpangan/kedelai-tropika-produktivitas-3-ton-ha/> (Diakses tanggal 24 Februari 2020).
- Adisarwanto, T. 2012. Kedelai Budi Daya dengan Pemupukan yang Efektif dan Optimal Peran Bintil Akar. Penebar Swadaya: Jakarta.
- Andiese, Vera Win. 2011. Pengolahan Limbah Cair Rumah Tangga Dengan Metode Kolam Oksidasi, Jurusan Teknik Sipil, Universitas Tadulako. (Jurnal, Diakses tanggal 24 Februari 2020).
- Arimuti. 2010. Karakterisasi *Rhizobia* Indigenus Edamame Sebagai Kandidat Pupuk Hayati. Jurnal Ilmu Dasar.
- Armiadi. 2014. Penambatan Nitrogen Secara Biologis Pada Tanaman Leguminosa. Jurnal wartazoa.
- Aziz, A, 2013. Aplikasi *Rhizobium* Pada Tanaman Kedelai. Litbang, Jakarta.
- BPS, 2018. (BPS) Provinsi Riau 2018, Angka Tetap (ATAP) produksi kedelai tahun 2018 (Diakses tanggal 4 November 2019).
- Hamdiani, Sapriani. 2018. Pengolahan Mandiri Limbah Organik Rumah Tangga Untuk Mendukung Pertanian Lahan Sempit, Program Studi Kimia, FMIPA. Universitas Mataram.
- Hardjonigeno, S dan Wadiatmaka. 2013. Evaluasi Kesesuaian Lahan dan Peran Perencanaan Tata Guna Lahan. Gajah Mada University Press. Yogyakarta.
- Harlin, Arina Manasikandan, Liana. 2016. Pengaruh Dosis *Rhizobium* Serta Macam-Macam Pupuk NPK Terhadap Pertumbuhan Tanaman (*Glycine Max L.*) Variates Anjasmoro, Prodi Biologi, Fakultas Sains dan Teknologi, UIN Walisongo, Semarang.
- Hendrianto M. F, Suharjono, Rahayu E.S. 2017. Aplikasi Inokulasi *Rhizobium* dan Pupuk SP 36 Terhadap Produksi dan Mutu Benih Kedelai (*Glycine Max L.*) *Merill*) Var. Dering, Agriprima.

- Jamel. 2015. Pengaruh Limbah Cair Restoran dan Limbah Rumah Tangga Terhadap Pertumbuhan dan Produksi Tanaman Temulawak (*Cucurma Xanthorrhiza*) Skripsi Program Studi Agroteknologi, Fakultas Pertanian Universitas Islam Riau.
- Jumin, HB. 2014. Dasar – Dasar Agronomi. PT. Raja Grafindo Persada, Jakarta.
- Lakitan. 2010. Dasar Dasar Fisiologi Tumbuhan. PT. Raja Grafindo Persada. Jakarta.
- Lestari, A, P. 2009. Pengembangan Pertanian Berkelanjutan Melalui Substitusi Pupuk Anorganik dan Organik. Jurnal Agronomi.
- Lingga, P. dan. Marsono, 2007. Petunjuk Penggunaan Pupuk. Edisi Revisi Penebar Swadaya. Jakarta.
- Matenggomena, M. F. 2012. Pemanfaatan Sampah Rumah Tangga Untuk Budidaya Tanaman Organik. Diperoleh dari <http://www.altanfriand.blogspot.com>. (Diakses tanggal 4 November 2019).
- Mayani, N. dan Hapsoh. 2011. Potensi *Rhizobium* dan Pupuk Urea untuk Meningkatkan Produksi Kedelai (*Glycine Max L.*) Pada Lahan Bekas Sawah. J. Ilmu Pertanian Kultivar.
- Novriani, Indah Permanasari. 2011. Pertumbuhan dan Hasil Kedelai (*Glycine Max L.*) *Merrill*) Dengan Pemberian *Rhizobium* dan Pupuk Urea Pada Media Gambut, Jurusan Agroteknologi Fakultas Pertanian dan Peternakan, UIN Suska Riau.
- Nugroho, L.H., Purnomo & Sumardi, I. 2012. Struktur dan Perkembangan Tumbuhan. Penebar Swadaya. Jakarta
- Nuha, M, U. 2015. Pengaruh Aplikasi Legin Dan Pupuk Kompos Terhadap Hasil Tanaman Kacang Tanah (*Arachis Hypogaea L.*) Varietas Jerapah. Jurusan Budidaya Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Brawijaya Jl. Veteran, Malang 65145 Jawa Timur, Indonesia.
- Nurhayati. 2011. Pengaruh Jenis Amelioran Terhadap Efektivitas Mikroba Pada Tanah Gambut Dengan Kedelai Sebagai Tanaman Indikator, Agronomi.
- Puslitbangtan. 2012. Penggunaan Bakteri *Rhizobium* Untuk Peningkatan Hasil Kedelai. Bogor. http://balitkabi.litbang.pertanian.go.id/wpcontent/uploads/2012/03/dele_1.tahlim-1.pdf (Diakses tanggal 24 Februari 2020).
- Rahmani, E. 2014. Respons Pertumbuhan dan Produksi Kedelai (*Glycine max L. Merrill*) terhadap Perbedaan Waktu Tanam dan Inokulasi *Rhizobium*. Skripsi. Universitas Sumatera Utara. Medan.

- Raymond A.B Sopacua. 2014. Pengaruh Inokulasi Bakteri *Rhizobium Japanicum* terhadap pertumbuhan Kacang Kedelai (*Glycine max L*). Program Study Pendidikan Biologi. Universitas Pattimura. Ambon.
- Riyandi, A. 2010. Evaluasi penerapan system pertanian organic terhadap peningkatan Produktifitas lahan dan tanaman bio farm Jurnal Ilmu Pertanian.
- Rukmana, R dan Yuniarsih. 2010. Kedelai Budidaya dan Pasca Panen. Kanisius: Yogyakarta.
- Ruminta, K. 2010. Rata-rata Curah Hujan dan Pengaruhnya Terhadap Tanaman. Jurnal Universitas Tadulako. Palu.
- Sari, P. 2010. Efektivitas Beberapa Pupuk Hayati *Rhizobium* Toleran Masam Pada Tanaman Kedelai di Tanah Masam Ultisol, Skripsi Dipublikasikan. Jurusan Biologi Fakultas Sains dan Teknologi, UIN Maulana Malik Ibrahim, Malang. <http://repository.uin-maulanamalikibrahim.ac.id/5328/2/BAB%20I.pdf>. (Jurnal). Diakses tanggal 24 Februari 2020).
- Soetanto. 2012. Penerapan Pertanian Organik: Permasayarakatan dan Pengembangannya, 219, Yogyakarta: Kanisius.
- Suprpto, Hs. 2010. Bertanam Kedelai. Penerbit Swadaya: Jakarta.
- Sulistiyawati, E dan Nugraha, R. 2011. Efektifitas Limbah Rumah Tangga Sebagai Pupuk Organik Dalam Meningkatkan Produktifitas dan Menurunkan Biaya Produksi Budidaya Padi. Skripsi Sekolah Ilmu dan Teknologi Hayati Institut Teknologi Bandung.
- Sunarjono, H. 2016. Ilmu Produksi Tanaman dan Buah-Buahan. Sinar Baru. Bandung.
- Sutedjo, M. 2012. Pupuk dan Cara Pemupukan. Rineka Cipta, Jakarta.
- Suyitno. 2010. Petunjuk Praktikum Fisiologi Tumbuhan Dasar. Yogyakarta: FMIPA UNY.
- Permanasari, I., M. Irfan Dan Adbizar. 2014. Pertumbuhan dan Hasil Kedelai (*Glycine Max L. Merril*) Dengan Pemberian *Rhizobium* dan Pupuk Urea Pada Media Gambut. Jurnal Agroteknologi.
- Puji dan Nur Rahmi. 2010. Pengolahan Limbah Cair Domestik Menggunakan Lumpur Aktif Proses Anaerob. Universitas Diponegoro, Fakultas Teknik. Semarang. (Jurnal, Diakses tanggal 24 Februari 2020).
- Yulianto. 2010. Pengkajian Perbenihan Padi dan Kedelai. <http://www.w3.org/2010/html>. (Diakses tanggal 6 November 2019).

Yusnizar, Ahmad Fauzan. 2014. Sistem Pengolahann Limbah Padat Pada RS. Dr H. Moch. Ansari Saleh Banjarmasin, Jurnal An- Nadaa, Banjarmasin. Universitas Islam Kalimantan. (Jurnal, Diakses tanggal 24 Februari 2020).

Wahyudi. 2011. Budidaya Kedelai di Lahan Kering. Penebar Swadaya Jakarta.

Winarsi, Heri. 2010. Protein Kedelai dan Kecambah Manfaatnya Bagi Kesehatan. Yogyakarta: Kanisius.

Winarso, R., 2012. Penerapan Pertanian Organik Permasarakatan dan Pengembanganya. Penerbit Kanisius. Yogyakarta.

