

1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Tanaman jagung merupakan bahan baku industri pakan dan pangan serta sebagai makanan pokok di beberapa daerah di Indonesia. Jagung dapat diolah misalnya menjadi tepung jagung, beras jagung, dan makanan ringan (pop corn dan jagung marning). Jagung dapat pula diproses menjadi minyak goreng, margarin, dan formula makanan. Pati jagung dapat digunakan sebagai bahan baku industri farmasi dan makanan seperti es krim, kue, dan minuman. Karena cukup beragamnya kegunaan dan hasil olahan tanaman jagung tersebut di atas, dan termasuk sebagai komoditi tanaman pangan yang penting, maka perlu ditingkatkan produksinya secara kuantitas, kualitas dan ramah lingkungan/berkelanjutan.

Jagung (*Zea mays*) merupakan komoditas pangan penting setelah beras yang tingkat kebutuhannya terus meningkat. Permintaan jagung pada tahun 2010 sebesar 19,86 juta ton pipilan kering dan diperkirakan pada tahun 2011 sebesar 19,93 juta ton sedangkan produksi jagung tahun 2010 adalah 18,36 juta ton dan diperkirakan tahun 2011 mengalami penurunan menjadi 17,93 juta ton (Anonymous, 2011^c). Peluang peningkatan produksi jagung sebenarnya masih terbuka lebar, baik melalui perluasan areal tanam maupun peningkatan produktivitas. Namun dalam upaya peningkatan produksi tanaman jagung petani lebih banyak menggunakan bahan-bahan kimia seperti pupuk, dan pestisida untuk meningkatkan hasil panen. Penggunaan bahan-bahan kimia tersebut baik di sadari maupun tidak, telah mengakibatkan dampak pada lingkungan. Misalnya, penggunaan bahan-bahan kimiawi terhadap tanaman, tidak seluruhnya dapat dihancurkan oleh mikroorganisme tanah dan dapat menyebabkan polusi pada aliran-aliran air dan sungai sehingga mempengaruhi biota air seperti yang dikemukakan oleh Plczar & Chan (2006). Dalam upaya mengurangi pencemaran lingkungan di lahan pertanian yang disebabkan oleh adanya penggunaan pupuk kimia secara berlebihan, banyak usaha yang dilakukan untuk mencari alternatif

pupuk yang ramah lingkungan. Alternatif pupuk tersebut dapat berupa pupuk biologi atau pupuk hayati dengan memanfaatkan penggunaan mikroorganisme dari alam.

Biofertilizer (Pupuk Hayati) dapat memberikan nutrisi dan perbaikan kesuburan tanah sehingga tanah dapat menyimpan air dan mendukung aktifitas biologi dan reaksi kimia tanah untuk peningkatan kesuburan tanah. Selain itu, pupuk hayati merupakan pupuk yang ramah lingkungan karena mengandung mikroba-mikroba yang dapat merombak unsur dari yang yang semula tidak tersedia bagi tanaman menjadi tersedia bagi tanaman.

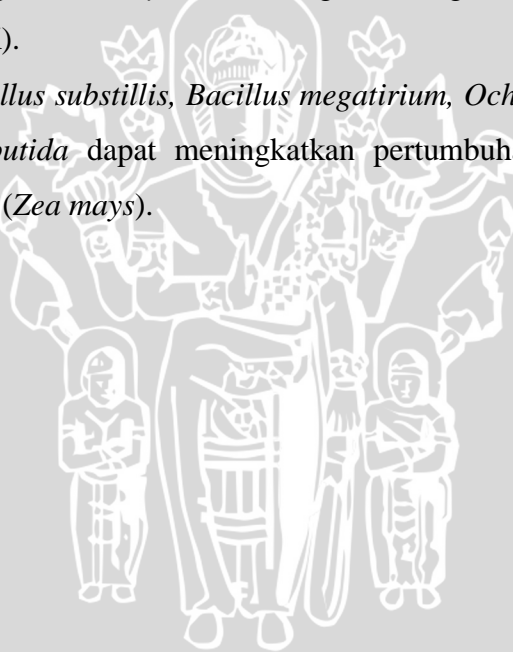
Mikroorganisme di alam memiliki keanekaragaman yang berlimpah. Dan juga memiliki peranan dalam berbagai bidang kehidupan manusia, termasuk dalam bidang pertanian. Mikroorganisme di alam dapat menjadi *mikroorganisme simbiotik* dan *miroorganisme nonsimbiotik* seperti halnya yang dilaporkan oleh Pelczar & Chan (2006). Setiap mikroorganisme ini memiliki peran masing-masing sesuai kebutuhan pada saat aplikasi. Seperti pada bakteri *Ochrobactrum sp*, *Bacillus megatirium*, *Bacillus subtilis* dan *Pseudomonas putida*. Bakteri *Ochrobactrum sp* merupakan salah satu bakteri bebas yang tidak bersimbiosis dengan inang namun mampu memfiksasi nitrogen secara bebas dan menyediakan N sebagai unsur tersedia bagi tanaman. Pada bakteri *Bacillus megatirium* sebagai pelarut phosphor yang terjerap dalam tanah dan pada bakteri *Bacillus subtilis* sebagai penghasil zat pamacu tumbuh alami atau biasa disebut dengan hormon IAA. Sedangkan *Pseudomonas putida* memiliki peran sebagai pengkhelat unsur yang masih terjerap pada tanah-tanah masam (Simanungkalit, 2001). Berdasarkan uraian di atas maka penulis tertarik melakukan penelitian yang berkaitan dengan kombinasi aplikasi penggunaan bakteri *Ochrobactrum sp*, *Bacillus megatirium*, *Bacillus subtilis* dan *Pseudomonas putida* terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman jagung (*Zea mays*).

1.1 Tujuan

1. Mengetahui efektifitas pemberian kombinasi mikroba *Ochrobactrum sp*, *Bacillus megatirium*, *Bacillus substillis* dan *Pseudomonas putida* dalam meningkatkan pertumbuhan dan hasil tanaman jagung (*Zea mays*)
2. Mempelajari kombinasi mikroba yang tepat dalam meningkatkan pertumbuhan dan produksi tanaman jagung.

1.2 Hipotesis

1. Pemberian mikroba dapat meningkatkan pertumbuhan dan hasil pada tanaman jagung (*Zea mays*) dibandingkan dengan pemberian pupuk anorganik (NPK).
2. Kombinasi *Bacillus substillis*, *Bacillus megatirium*, *Ochrobactrum. sp* dan *Pseudomonas putida* dapat meningkatkan pertumbuhan dan hasil dari tanaman jagung (*Zea mays*).



2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pertumbuhan dan perkembangan jagung

Pertumbuhan dan perkembangan jagung mempunyai 5 tahap. Periode 5 tahap pertumbuhan tanaman jagung ialah periode tanam sampai tumbuh, periode tumbuh sampai keluar bunga jantan, periode keluar bunga jantan sampai keluar bunga betina, periode keluar bunga betina sampai biji masak dan periode pengeringan (Sudjana, 1991). Periode tanam sampai tumbuh (0-30 hari setelah tanam) merupakan periode yang mempunyai faktor penting diantaranya: air, suhu, unsur hara, dan keadaan fisik tanah. Biji jagung muncul dari permukaan tanah pada 4-5 hari setelah tanam (hst). Kedalaman penanaman biji akan mempengaruhi waktu muncul biji ke permukaan tanah. Biji yang ditanam terlalu dalam akan sulit untuk menembus permukaan tanah. Periode sesudah tumbuh sampai keluar bunga jantan (30-40 hst) merupakan periode yang proses fotosintesisnya berjalan dengan kapasitas tinggi. Dengan bertambah cepatnya akumulasi bahan kering dan nutrisi maka kebutuhan setiap komponen tanaman bertambah besar. Kekurangan salah satu faktor dapat menghambat pertumbuhan dan potensi hasil. Pengolahan tanah dan penyiangan yang kurang baik dapat merusak sistem perakaran dan mengganggu pertumbuhan tanaman jagung. Periode keluar bunga jantan sampai keluarnya bunga betina (40-50 hst) ialah periode kritis dalam pertumbuhan tanaman jagung oleh tekanan kekeringan dan cahaya. Periode keluar bunga betina sampai biji masak (50-90 hst) ialah pembentuk biji, tangkai tongkol, janggol dan kelobot. Organ-organ tersebut terbentuk dua minggu sesudah bunga betina muncul tongkol terbentuk setelah 6-10 hari setelah bunga jantan muncul. Pengisian biji berlangsung selama 45-60 hari pada polinasi sampai masak fisiologis. Periode pengeringan (>90 hst) ditandai oleh terbentuknya lapisan hitam pada bagian plasental biji.

Syarat tumbuh tanaman jagung dengan Curah hujan ideal sekitar 85-200 mm/bulan dan harus merata. Pada fase pembungaan dan pengisian biji perlu mendapatkan cukup air. Sebaiknya ditanam awal musim hujan atau menjelang musim kemarau. Membutuhkan sinar matahari, tanaman yang ternaungi,

pertumbuhannya akan terhambat dan memberikan hasil biji yang tidak optimal. Suhu optimum antara 23⁰ C - 30⁰ C. Jagung tidak memerlukan persyaratan tanah khusus, namun tanah yang gembur, subur dan kaya humus akan menghasilkan hasil yang optimal. pH tanah antara 5,6-7,5. Aerasi dan ketersediaan air baik, kemiringan tanah kurang dari 8%. Daerah dengan tingkat kemiringan lebih dari 8 %, sebaiknya dilakukan pembentukan teras dahulu. Ketinggian antara 1000-1800 m dpl dengan ketinggian optimum antara 50-600 m dpl.

2.2 Peran biofertilizer bagi tanaman jagung

Biofertilizer atau biasa disebut pupuk hayati ialah mikrobia yang digunakan didalam tanah untuk meningkatkan pengambilan hara oleh tanaman dari dalam tanah atau udara. Umumnya digunakan mikrobia yang mampu hidup bersama (symbiosis) dengan tanaman inangnya. Keuntungan diperoleh oleh kedua pihak, tanaman inang mendapatkan tambahan unsur hara yang diperlukan, sedangkan mikrobia mendapatkan bahan organik untuk aktivitas dan pertumbuhannya. Mikrobia yang digunakan sebagai pupuk hayati (biofertilizer) dapat diberikan langsung ke dalam tanah, disertakan dalam pupuk organik atau disalutkan pada benih yang akan ditanam. Penggunaan yang menonjol dewasa ini adalah mikrobia penambat N dan mikrobia untuk meningkatkan ketersediaan P dalam tanah selain itu penggunaan bakteri pembangkit hormon IAA (*Indol Acetic Acid*) seperti bakteri *Bacillus subtilis* juga membantu dalam proses pertumbuhan tanaman.

Madjid (2009) menyatakan bahwa fungsi mikroba digolongkan menjadi empat, yaitu meningkatkan ketersediaan unsur hara tanaman dalam tanah, sebagai perombak bahan organik dalam tanah dan mineralisasi senyawa organik, bakteri rhizosfer-endofitik untuk memacu pertumbuhan tanaman dengan membentuk enzim dan melindungi akar dari mikroba patogenik, sebagai agensia hayati pengendali hama dan penyakit tanaman. Berbagai reaksi kimia dalam tanah juga terjadi atas bantuan mikroba tanah Pemberian pupuk hayati pada tanaman dapat menambah unsur hara dalam tanah, memperbaiki struktur tanah serta dapat menambah kemampuan menahan air. Dari hasil penelitian Premono *et al* (1991)

pada tanaman jagung, *Citrobacter intermedium* dan *Pseudomonas putida* mampu meningkatkan serapan P dan bobot kering tanaman sampai 30%. Pada percobaan yang lain *P. Putida* mampu meningkatkan bobot kering tanaman jagung sampai 20% dan mikrobia ini stabil sampai lebih dari 14 bulan pada media pembawa zeolit, tanpa kehilangan kemampuan genetisnya dalam melarutkan batuan posfat.

2.2.1 Mikroba Penambat Nitrogen

Penambatan nitrogen ialah proses yang menyebabkan nitrogen bebas digabungkan secara kimia dengan unsur lain. Secara umum jumlah nitrogen yang diikat oleh bakteri penambat nitrogen non simbiotik tergantung pada sifat sumber energi, jumlah nitrogen dan mineral yang tersedia, reaksi tanah serta kondisi lingkungan lainnya seperti halnya dilaporkan Sutedjo (2002). Rosmarkam dan N.Yuwono (2002) meyakini bahwa penambatan nitrogen sebenarnya ialah reaksi reduksi N_2 menjadi NH_4^+ , yang mana sejauh ini diketahui bahwa reaksi ini hanya dapat dilakukan oleh mikroorganisme prokariot. Reaksi keseluruhan penambatan N adalah sebagai berikut:



Reaksi tersebut memerlukan elektron dan proton serta banyak molekul ATP yang dapat diperoleh dari oksidasi piruvat. Dalam reaksi oksidasi piruvat tersebut, dihasilkan asetil fosfat yang dengan adanya adenisin difosfat (ADP) membentuk ATP. Disamping itu, oksidasi piruvat juga menyebabkan reduksi sebuah protein yang disebut feredoksin. Rao (1994) menyatakan bahwa feredoksin secara alami ditemukan pada protein pembawa elektron yang mengandung besi-belerang (Fe-S) yang dapat melakukan oksidasi-reduksi secara bolak-balik. Protein ini banyak diisolasi dari bakteri *Clostridium pasteurianum*, *Azotobacter vinelandii*, dan *Bacillus polymyxa*. Pada reaksi reduksi feredoksin ini piruvat mentransfer elektron yang bergabung dengan $2H^+$ kemudian ditransfer pada feredoksin dengan bantuan enzim hidrogenase sebagai katalisator.

Rao (1994) menjelaskan bahwa selain pentingnya electron dan proton serta ATP dalam proses reduksi N_2 menjadi NH_4^+ , dalam reaksi ini juga

diperlukan enzim nitrogenase yang berfungsi sebagai katalisator. Nitrogenase terdiri dari dua protein, yakni protein Fe dan protein Fe-Mo. Protein Fe mempunyai 4 atom besi di kelompok Fe_4S_4 , sedangkan protein Fe-Mo mengandung 2 atom molybdenum dan 28 atom besi. Reaksi penambatan nitrogen dimulai ketika nitrogenase menerima elektron dari feredoksin tereduksi, sehingga protein Fe menjadi tereduksi. Selanjutnya protein Fe membawa elektron ke protein Fe-Mo disertai katalisis ATP menjadi ADP dan Pi. Protein Fe-Mo kemudian meneruskan pengangkutan elektron menuju proton untuk membentuk $2NH_4$ dan satu H_2 .

2.2.2 Mikroba Pelarut Fosfat

Salah satu alternatif untuk meningkatkan efisiensi pemupukan fosfat dalam mengatasi rendahnya fosfat tersedia atau kejenuhan fosfat dalam tanah ialah dengan memanfaatkan mikroba pelarut fosfat yang dapat melarutkan fosfat tidak tersedia menjadi tersedia bagi tanaman. Pelarutan fosfat oleh perakaran tanaman dan mikroorganisme tergantung pada pH tanah. Pada tanah netral atau basa yang memiliki kandungan kalsium yang tinggi, terjadi pengendapan kalsium fosfat. Mikroorganisme dan perakaran tanaman mampu melarutkan fosfat seperti itu dan mengubahnya sehingga dengan mudah dan menjadi tersedia bagi tanaman. Sebaliknya, tanah yang asam umumnya miskin akan ion kalsium, sehingga fosfat terikat ke dalam bentuk senyawa besi atau aluminium yang tidak dengan mudah dapat dilarutkan oleh perakaran tanaman.

Di dalam tanah, fosfat dapat berbentuk organik dan anorganik yang merupakan sumber fosfat penting bagi tanaman. Fosfat organik berasal dari bahan organik, sedangkan fosfat anorganik berasal dari mineral-mineral yang mengandung fosfat. Pelarut senyawa fosfat oleh mikroorganisme pelarut fosfat berlangsung secara kimia dan biologis baik untuk bentuk fosfat organik maupun anorganik. Mikroorganisme pelarut fosfat membutuhkan adanya fosfat dalam bentuk tersedia dalam tanah untuk pertumbuhannya.

Mekanisme pelarutan fosfat secara kimia merupakan mekanisme pelarutan fosfat utama yang dilakukan oleh mikroorganisme. Mikroorganisme tersebut mengekskresikan sejumlah asam organik berbobot rendah seperti oksalat,

suksinat, tartrat, sitrat, laktat, α -ketoglutarat, asetat, formiat, propionate, glikolat, malat dan fumarat. Meningkatnya asam-asam organik tersebut diikuti dengan penurunan pH. Penurunan pH juga dapat disebabkan karena terbebasnya asam sulfat dan nitrat pada oksidasi kemoautotrofik sulfur dan ammonium, berturut-turut oleh bakteri *Thiobacillus* dan *Nitrosomonas*. Perubahan pH berperan penting dalam peningkatan kelarutan fosfat. Selanjutnya asam-asam organik ini akan bereaksi dengan bahan pengikat fosfat seperti Al^{3+} , Fe^{3+} , Ca^{2+} , atau Mg^{2+} membentuk khelat organik yang stabil sehingga mampu membebaskan ion fosfat terikat dan oleh karena itu dapat diserap oleh tanaman.

Pelarutan fosfat secara biologis terjadi karena mikroorganisme tersebut menghasilkan enzim antara lain enzim fosfatase dan enzim fitase. Fosfatase merupakan enzim yang akan dihasilkan apabila ketersediaan fosfat rendah. Fosfatase disekresikan oleh akar tanaman dan mikroorganisme, dan di dalam tanah yang lebih dominan adalah fosfatase yang dihasilkan oleh mikroorganisme seperti halnya dinyatakan oleh Sutedjo (1996). Pada proses mineralisasi bahan organik, senyawa fosfat organik diuraikan menjadi bentuk fosfat anorganik yang tersedia bagi tanaman dengan bantuan enzim fosfatase. Enzim fosfatase dapat memutuskan fosfat yang terikat oleh senyawa-senyawa organik menjadi bentuk yang tersedia.

Soepardi (1983) menyatakan bahwa aktivitas mikroorganisme pelarut fosfat sangat tergantung pada pH tanah. Kecepatan mineralisasi juga meningkat dengan nilai pH yang sesuai bagi metabolisme mikroorganisme dan pelepasan fosfat akan meningkat dengan meningkatnya nilai pH dari asam ke netral. Selain itu, kecepatan mineralisasi ternyata berkorelasi langsung dengan jumlah substrat. Tanah-tanah yang kaya fosfat organik merupakan tanah yang paling aktif bagi berlangsungnya proses mineralisasi.

Asam organik dapat meningkatkan ketersediaan P di dalam tanah melalui beberapa mekanisme, diantaranya adalah: (1) anion organik bersaing dengan ortofosfat pada permukaan tapak jerapan koloid tanah yang bermuatan positif, sehingga memperbesar peluang ortofosfat dapat diserap oleh tanaman; (2) pelepasan ortofosfat dari ikatan logam-P melalui pembentukan kompleks logam

organik dan (3) modifikasi muatan permukaan tapak jerapan oleh ligan organik (Pelczar M. J et al, 2006). Mikroorganisme pelarut fosfat secara nyata mampu mengurangi Fe, Mn, dan Cu yang terserap oleh tanaman jagung yang ditanam pada tanah masam, sehingga berada pada tingkat kandungan yang normal (Premono *et al.*, 1994). Terdapatnya asam- asam organik sitrat, oksalat, malat, tartarat dan malonat di dalam tanah sangat penting artinya dalam mengurangi pengikatan P oleh unsur penjerapnya dan mengurangi daya racun aluminium pada tanah masam.

2.2.3 Mikroorganisme penghasil hormon auksin atau IAA (Indole Acetic Acid)

Auksin merupakan salah satu jenis hormon yang dapat memacu pertumbuhan tanaman dengan meningkatkan proses elongasi sel dan pemanjangan batang seperti halnya diferensiasi sel hal ini dikemukakan oleh Tarabily *et al.* (2003). IAA ialah hormon auksin endogen yang disintesis dalam batang dan akar. Prinsip karakteristik adalah mengontrol proses fisiologis dan menstimulasi kapasitas perpanjangan sel dalam batang, dan bagian koleoptil, mempengaruhi inang pada respon perkembangan termasuk inisiasi akar, diferensiasi vaskular, perkembangan bunga maupun buah, bertanggung jawab dalam pola gravitasi dan pencahayaan (Ekowahyuni, 2002).

Tanaman memenuhi kebutuhan akan hormon tumbuh melalui kemampuannya dalam mensintesis hormon auksin dari mikroorganisme dalam jaringannya (Hindersah *et al*, 2002). Bakteri penghasil IAA berpotensi bergabung dengan beberapa proses fisiologis tanaman dengan cara memasukkan IAA yang dihasilkannya ke dalam tanaman. Pengaruhnya terhadap tanaman itu sendiri adalah tanaman lebih sensitif dalam mengubah konsentrasi yang dimilikinya sehingga membantu dalam pembentukan akar lateral dan akar adventif serta elongasi akar primer (Leveau and lindaw, 2004). Kemampuan bakteri *B. subtilis* dalam memproduksi fitohormon sitokinin dan auksin dilaporkan pertama kali oleh Vancura macura pada tahun 1960.

Bakteri penghasil IAA mempunyai kemampuan membantu berbagai proses tersebut dengan memasukkan IAA kedalam *pool* auksin tanaman. Akar merupakan organ tanaman yang paling sensitif terhadap fluktuasi kadar IAA dan responnya pada peningkatan IAA eksogenus meluas dari pemanjangan akar primer, pembentukan akar lateral dan akar liar, sampai penghentian pertumbuhan seperti yang dilaporkan oleh Widyawati (2008). Produksi IAA tidak berfungsi nyata sebagai hormon dalam sel bakteri, dimungkinkan terdapat dalam sel bakteri karena hormon tersebut berperan penting dalam interaksi antara bakteri dan tanaman. Pada penelitian yang dilakukan Patten dan Glick (2002) diperoleh bahwa bakteri yang memproduksi IAA menstimulasi pertumbuhan sistem perakaran inang. Keuntungan dari asosiasi tanaman dengan bakteri adalah mensuplai sebanyak produk metabolit karbon oleh tumbuhan yang telah hilang ke rhizosfer sebagai eksudat.



3. BAHAN DAN METODE

3.1 Tempat dan Waktu

Penelitian dilakukan di Green House laboratorium Fisiologi Tanaman, Departemen Bioteknologi PT. BISI International, Desa Sumberagung, Kecamatan Plosaklaten, Kabupaten Kediri, Jawa Timur. Penelitian dilaksanakan pada bulan April hingga Juli 2011.

3.2 Alat dan Bahan

Alat yang digunakan dalam penelitian meliputi timbangan oven LAM (Leaf Area Meter), penggaris, dan polybag berukuran 10 kg dengan takaran tanah sebesar 7 kg. Bahan yang digunakan antara lain benih jagung Bisi B 816, Urea, SP₃₆, KCl, dan mikroba *Ochrobactrum sp* (Penambat N) sejumlah $1,4 \times 10^9$ cfu/ml, *Bacillus megatirium* (Pelarut fosfor) sejumlah $7,5 \times 10^9$ cfu/ml, *Bacillus subtilis* (Penghasil IAA) sejumlah $6,9 \times 10^9$ cfu/ml dan *Pseudomonas putida* (Pengkhelat agen) sejumlah 6×10^9 cfu/ml dalam bentuk liquid.

3.3 Metode Penelitian

Penelitian ini disusun berdasarkan Rancangan Acak Kelompok non faktorial dengan 16 perlakuan dan di ulang 3 kali. Perlakuan sebagai berikut :

1. A : *Ochrobactrum sp*
2. B : *Bacillus megatirium*
3. C : *Bacillus subtilis*
4. D : *Pseudomonas putida*
5. AB : *Ochrobactrum sp* dan *B.megatirium*
6. AC : *Ochrobactrum sp* dan *B.subtillis*
7. AD : *Ochrobactrum sp* dan *P.putida*
8. BC : *B.megatirium* dan *B.subtillis*
9. BD : *B.megatirium* dan *P. Putida*
10. CD : *B.Subtillis* dan *P.putida*
11. ABC : *Ochrobactrum sp*, *B. Megatirium* dan *B.subtillis*
12. ABD : *Ochrobactru sp*, *B.megatirium* dan *P.putida*
13. ACD : *Ochrobactrum sp*, *B.subtillis* dan *P.putida*
14. BCD : *B.megatirium*, *B.subtillis* dan *P.putida*
15. ABCD : *Ochrobactrum sp*, *B.megatirium*, *B.subtillis* dan *P.putida*
16. Kontrol : NPK Rekomendasi

3.4 Pelaksanaan Penelitian

3.4.1 Persiapan Media

Tanah yang akan dimasukkan kedalam polybag terlebih dahulu dibersihkan dari gulma dan kotoran lainnya kemudian dikering anginkan. Tanah yang telah digemburkan di masukkan kedalam polybag ukuran 10 kg dengan takaran 7 kg kemudian diberi air setara 100% kapasitas lapang selanjutnya didiamkan selama 3 hari.

3.4.2 Analisis Tanah

Analisis tanah dilakukan untuk mengetahui kandungan unsur hara tanah yang akan digunakan untuk percobaan. Analisis tanah dilakukan sebelum tanam. Tanah diambil pada kedalaman ± 10 cm pada tiap polybag.

3.4.3 Penanaman

Bahan tanam yang digunakan dalam penelitian ini ialah yang berumur 5 hari yang sudah ditumbuhkan melalui media cawan petri di dalam laboratorium kultur jaringan. Kemudian bibit baru dapat ditanam pada media yang telah disiapkan, pada tiap-tiap polybag di isi 1 bibit.

3.4.4 Pemupukan

Aplikasi bakteri dilakukan 3 hari sebelum tanam dengan dosis 1 ml yang diencerkan dengan 200 ml aquades. Aplikasi selanjutnya dilakukan 50 hst. Aplikasi dilakukan dengan menyiram larutan yang telah berisi bakteri dalam gelas ukur ke masing-masing polybag. Pada saat aplikasi dilakukan dengan tidak bersamaan dengan bahan kimia lainnya sebab akan mempengaruhi kehidupan mikroba tersebut. Selain aplikasi bakteri dilakukan juga pemupukan konvensional NPK dengan dosis Urea sebesar 1,017 g/polibag atau setara dengan 300 kg ha⁻¹, SP₃₆ sebesar 0,33 g/polibag atau setara dengan 150 kg ha⁻¹ dan KCl sebesar 0,33 g/polybag atau setara dengan 100 kg ha⁻¹. Seluruh dosis pupuk P dan K diberikan pada saat tanam dengan cara ditugal sedalam 5 cm dan berjarak 5 cm dari tempat benih jagung ditanam. Pupuk Urea diberikan secara bertahap, karena nitrogen

bersifat mudah tercuci. Pemupukan pertama dilakukan pada saat tanam, yaitu sebanyak 1/3 dosis, kemudian 2/3 dosis diberikan saat tanaman berumur 28 - 35 hst.

3.4.5 Pemeliharaan

Pemeliharaan tanaman meliputi pengairan, penyulaman, penyiangan, pengajiran, serta pengendalian hama dan penyakit tanaman.

1. Pengairan dilakukan dengan melihat nilai Koefisien tanaman (kc). Koefisien tanaman (kc) merupakan konstanta yang menghubungkan ETo dengan ET-tanaman (evapotranspirasi tanaman). ET-tanaman dapat diperoleh dengan perkalian kc dengan Eto. Dari hasil perhitungan kebutuhan air tanaman (Lampiran 3), didapatkan kebutuhan air seperti yang disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Jumlah pemberian air pada tiap fasenya :

Fase	kc tanaman	ET-Tanaman (Jumlah air yang diberikan dalam ml)	Periode hari
Awal (April)	0,45	1536,24	20
Perkembangan (Mei)	0,80	7856,81	35
Pertengahan (Juni)	1,15	11390,18	30
Akhir (Juli)	0,70	7955,57	15

2. Penyulaman dilakukan pada saat tanaman berumur 7 hari setelah tanam dengan mengganti bibit tanaman yang tidak tumbuh dengan baik.
3. Pengajiran dilakukan dengan bambu kering setinggi 1 m ketika tanaman memasuki umur 30 hari. Hal ini dilakukan sebagai tindakan preventif agar tanaman tidak roboh.
4. Penyiangan dilakukan secara mekanik yaitu dengan sabit atau cuku dengan tangan. Penyiangan dengan tangan (hand weeding) yang pertama dilakukan pada umur 15 hari dan harus dijaga agar jangan sampai mengganggu/merusak akar tanaman. Penyiangan kedua dilakukan pada umur 30 hari (periode kritis tanaman jagung terhadap gulma). Selanjutnya penyiangan dilakukan sesuai dengan kuantitas gulma yang ada di Green House.
5. Pengendalian hama dan penyakit menggunakan fungisida dan insektisida :

- a. Pemberian fungisida dilakukan sebagai persiapan Green House sebelum tanam. Hal ini dilakukan sebagai tindakan preventif untuk menghindari serangan jamur. Fungisida yang diberikan ialah dari Victory mix dengan bahan aktif Simoksanil 8% dan Mankozeb 64%. Dosis yang diberikan 45 g untuk setiap 15 lt air sebagai pelarut kemudian disemprotkan dengan hand sprayer keseluruh bagian green house.
- b. Pemberian insektisida dilakukan setelah ada serangan serangga yang sudah menunjukkan kerugian seperti daun yang berlubang dari pangkal hingga ujung daun. Insektisida yang digunakan dari Promectin dengan bahan aktif Abamektin 18 g/L. Pemberian insektisida dilakukan dengan dosis 3,75 ml untuk setiap 15 lt air sebagai pelarut dengan penyemprotan menggunakan hand spayer.

3.4.6 Panen

Panen jagung dilakukan pada umur 95 hst, dimana pada saat tersebut, tongkol sudah dikatakan masak secara fisiologis dengan ciri-ciri daun dan kelobot sudah mengering ke seluruh bagian tanaman. Bila kelobot dibuka biji sudah tampak kisut 100%.

3.5 Pengamatan

Pengamatan dilakukan secara destruktif dan non destruktif, dengan mengambil 1 tanaman contoh pada masing-masing kombinasi perlakuan. Pengamatan dilakukan pada saat tanaman jagung berumur 15, 30, 45, 60 dan 75 hari setelah tanam dan panen.

Komponen pertumbuhan yang diamati dengan cara non destruktif :

1. Tinggi tanaman diukur mulai dari ruas daun pertama dari permukaan bumbunan sampai pada titik tumbuh.
2. Diameter batang menggunakan jangka sorong.
3. Jumlah daun, dihitung semua daun yang muncul dan telah membentuk daun sempurna.

Komponen pertumbuhan yang diamati dengan cara destruktif :

- 1 Luas daun, diukur dengan menggunakan LAM (Leaf Area Meter). Daun yang diamati diambil daun yang telah membuka sempurna dimulai dari daun yang pertama kali muncul dan daun yang sudah menguning > 50% atau daun yang sudah tidak berfotosintesis lagi tidak diukur luasnya.
- 2 Bobot kering total tanaman, dilakukan dengan cara menimbang seluruh bagian tanaman setelah dioven pada suhu 80^oC selama 3 x 24 jam hingga diperoleh bobot yang konstan.

Komponen hasil :

1. Diameter tongkol tanpa klobot
Dilakukan dengan cara pengukuran menggunakan jangka sorong pada bagian pangkal, tengah dan ujung tongkol.
2. Panjang tongkol tanpa klobot
Dilakukan dengan cara mengukur bagian pangkal sampai ujung tongkol diukur dengan penggaris atau meteran.
3. Bobot tanpa klobot
Dilakukan dengan cara menimbang tongkol jagung tanpa klobot yang telah dikeringkan pada petak panen.
4. Bobot kering biji per tanaman (g)
Dilakukan dengan cara menimbang hasil pipilan jagung pertanaman setelah dikeringkan.

3.6 Analisis Data

Data pengamatan yang diperoleh dianalisis dengan menggunakan analisis ragam (uji F) pada taraf 5%. Bila hasil pengujian diperoleh perbedaan yang nyata maka dilanjutkan dengan uji perbandingan antar perlakuan dengan menggunakan Beda Nyata Terkecil (BNT) pada taraf 5 %.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil

4.1.1 Komponen pertumbuhan tanaman

1. Tinggi Tanaman

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa aplikasi bakteri *Ochrobactrum* sp, *Bacillus megatirium*, *Bacillus substilis* dan *Pseudomonas putida* memberikan hasil tinggi tanaman jagung yang nyata pada pengamatan 15, 30, 45, 60 dan 75 hst (lampiran 5). Rerata tinggi tanaman akibat aplikasi bakteri *Ochrobactrum* sp, *Bacillus megatirium*, *Bacillus substilis* dan *Pseudomonas putida* ditampilkan dalam tabel 2.

Tabel 2. Rerata tinggi tanaman (cm) jagung akibat aplikasi bakteri *Ochrobactrum* sp (A), *Bacillus megatirium* (B), *Bacillus subtilis* (C) dan *Pseudomonas putida* (D) serta pupuk NPK (Kontrol) pada berbagai umur pengamatan.

Perlakuan	Rerata tinggi tanaman (cm) pada berbagai pengamatan umur tanaman (hst)				
	15 hst	30 hst	45 hst	60 hst	75 hst
A	17,42 b	54,67 c	139,33 a	238,17 bc	234,83 c
B	16,33 ab	50,83 bc	126,33 b	216,17 ab	220,50 bc
C	21,17 c	55,67 cd	127,17 c	229,00 bc	222,50 bc
D	19,17 bc	53,67 c	130,50 bc	231,33 bc	236,50 c
AB	19,83 bc	51,00 bc	125,67 bc	241,67 c	236,83 c
AC	21,83 c	56,33 cd	135,50 bc	235,08 bc	235,68 c
AD	16,50 ab	52,67 bc	123,67 bc	205,33 ab	204,83 ab
BC	17,17 b	51,83 bc	130,83 c	222,50 b	229,50 bc
BD	16,83 ab	51,33 bc	131,00 bc	212,58 ab	228,50 bc
CD	17,33 b	51,83 bc	125,50 bc	203,17 a	198,33 a
ABC	16,67 ab	48,83 b	132,33 bc	200,42 a	203,00 ab
ABD	17,33 b	59,50 d	139,00 bc	224,58 bc	228,50 bc
ACD	16,00 ab	45,83 ab	121,33 c	204,50 a	208,83 ab
BCD	13,83 a	43,17 a	110,67 c	210,75 ab	216,00 b
ABCD	17,83 b	60,17 d	135,33 c	199,42 a	203,33 ab
NPK	18,50 bc	61,83 d	128,00 bc	203,25 a	204,83 ab
BNT 5%	3,15	4,69	9,86	17,19	14,41

Keterangan : Bilangan yang didampingi huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata berdasarkan uji BNT 5%; hst = hari setelah tanam; tn = tidak berbeda nyata; A = *Ochrobactrum* sp (Penambat N), B = *Bacillus megatirium* (Pelarut P), C = *Bacillus subtilis* (Penghasil IAA), D = *Pseudomonas putida* (Pengkelat Agen).

Berdasarkan Tabel 2. dapat dijelaskan bahwa pada umur 15, 30, 45, 60, dan 75 hst pada berbagai perlakuan memberikan pengaruh yang nyata. Pada pengamatan 15 hst perlakuan kombinasi bakteri *Ochrobactrum sp* dan *Bacillus subtilis* (AC) merupakan yang tinggi dan tidak berbeda nyata dengan perlakuan bakteri tunggal *Bacillus subtilis* (C); *Pseudomonas putida* (D); *Ochrobactrum sp* dan *Bacillus megatirium* (AB); serta NPK (kontrol) sedangkan tinggi tanaman rendah dihasilkan oleh perlakuan *Bacillus megatirium*, *Bacillus subtilis* dan *Pseudomonas putida* (BCD) dan tidak berbeda nyata dengan perlakuan kombinasi bakteri *Ochrobactrum sp*, *Bacillus subtilis* dan *Pseudomonas putida* (ACD); *Bacillus megatirium* (B); *Ochrobactrum sp* dan *Pseudomonas putida* (AD); *Ochrobactrum sp*, *Bacillus megatirium* dan *Bacillus subtilis* (ABC); serta *Bacillus megatirium* dan *Pseudomonas putida* (BD); Pada pengamatan 30 hst perlakuan NPK (kontrol) merupakan yang tinggi dan tidak beda nyata dengan *Bacillus subtilis* (C); *Ochrobactrum sp* dan *Bacillus subtilis* (AC); *Ochrobactrum sp*, *Bacillus megatirium* dan *Pseudomonas putida* (ABD); serta kombinasi bakteri *Ochrobactrum sp*, *Bacillus megatirium*, *Bacillus subtilis* dan *Pseudomonas putida* (ABCD) sedangkan tinggi tanaman yang rendah dihasilkan oleh *Ochrobactrum sp*, *Bacillus subtilis* dan *Pseudomonas putida* (ACD); dan *Bacillus megatirium*, *Bacillus subtilis* dan *Pseudomonas putida* (BCD). Pada pengamatan 45 hst perlakuan bakteri tunggal *Ochrobactrum sp* (A) merupakan yang tinggi dan tidak berbeda nyata dengan *Ochrobactrum sp*, *Bacillus megatirium* dan *Pseudomonas putida* (ABD); *Ochrobactrum sp* dan *Bacillus subtilis* (AC); *Ochrobactrum sp*, *Bacillus megatirium*, *Bacillus subtilis* dan *Pseudomonas putida* (ABCD) serta *Ochrobactrum sp*, *Bacillus megatirium* dan *Bacillus subtilis* (ABC) Sedangkan tinggi tanaman yang rendah dihasilkan oleh perlakuan *Ochrobactrum sp*, *Bacillus subtilis* dan *Pseudomonas putida* (ACD) dan *Bacillus megatirium*, *Bacillus subtilis* dan *Pseudomonas putida* (BCD). Pada pengamatan 60 hst perlakuan kombinasi bakteri *Ochrobactrum sp* dan *Bacillus megatirium* (AB) merupakan yang tinggi dan tidak beda nyata dengan bakteri tunggal *Bacillus subtilis* (C); *Pseudomonas putida* (D); *Ochrobactrum sp* (A); kombinasi *Ochrobactrum sp* dan *Bacillus subtilis* (AC) serta *Ochrobactrum sp*,

Bacillus megatirium dan *Pseudomonas putida* (ABD) Sedangkan tinggi tanaman yang rendah ditunjukkan oleh tanaman *Ochrobactrum sp*, *Bacillus megatirium*, *Bacillus subtilis* dan *Pseudomonas putida* (ABCD); *Ochrobactrum sp*, *Bacillus megatirium* dan *Bacillus subtilis* (ABC) serta kombinasi *Bacillus Subtillis* dan *Pseudomonas putida* (CD). Pada pengamatan 75 hst perlakuan *Ochrobactrum sp* dan *Bacillus megatirium* (AB) merupakan yang tinggi dan tidak beda nyata dengan perlakuan bakteri tunggal *Ochrobactrum sp* (A); *Pseudomonas putida* (D); dan bakteri kombinasi *Ochrobactrum sp* dan *Bacillus subtilis* (AC) Sedangkan tinggi tanaman yang rendah ditunjukkan oleh perlakuan kombinasi *Bacillus Subtillis* dan *Pseudomonas putida* (CD) dan tidak beda nyata dengan kombinasi *Ochrobactrum sp*, *Bacillus megatirium* dan *Bacillus subtilis* (ABC); *Ochrobactrum sp*, *Bacillus megatirium*, *Bacillus subtilis* dan *Pseudomonas putida* (ABCD); *Ochrobactrum sp* dan *Pseudomonas putida* (AD); *Ochrobactrum sp*, *Bacillus subtilis* dan *Pseudomonas putida* (ACD) dan NPK (Kontrol).

2. Jumlah Daun

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa aplikasi bakteri *Ochrobactrum sp*, *Bacillus megatirium*, *Bacillus substilis* dan *Pseudomonas putida* menghasilkan jumlah daun yang berbeda nyata pada pengamatan 15, 30 dan 45 hst tetapi pada pengamatan 60 hst perlakuan tidak berbeda nyata (lampiran 5). Rerata jumlah daun akibat aplikasi bakteri *Ochrobactrum sp*, *Bacillus megatirium*, *Bacillus substilis* dan *Pseudomonas putida* terlihat pada tabel 3.

Berdasarkan tabel 3 dapat dijelaskan bahwa pada pengamatan umur 60 hst tidak nyata atau aplikasi bakteri dan pupuk NPK tidak mempengaruhi jumlah daun. Pada umur 15 hst aplikasi bakteri tunggal *Bacillus substilis* (C) jumlah daun yang dihasilkan lebih banyak dan tidak berbeda nyata dengan hampir keseluruhan perlakuan tetapi hanya perlakuan kombinasi bakteri *Bacillus substilis* dan *Pseudomonas putida* (BD); *Ochrobactrum sp*, *Bacillus subtilis* dan *Pseudomonas putida* (ACD) serta *Bacillus megatirium*, *Bacillus subtilis* dan *Pseudomonas putida* (BCD) yg berbeda nyata dan menunjukkan jumlah daun lebih sedikit. Pada pengamatan 30 hst kombinasi perlakuan *Ochrobactrum sp* dan *Bacillus*

megatirium (AB) menunjukkan jumlah daun lebih banyak dan tidak berbeda nyata dengan perlakuan bakteri tunggal *Ochrobactrum sp* (A); *Bacillus megatirium* (B); *Bacillus subtilis* (C); *Pseudomonas putida* (D) serta kombinasi bakteri *Ochrobactrum sp* dan *Bacillus subtilis* (AC); *Bacillus megatirium* dan *Bacillus subtilis* (BC); *Bacillus megatirium* dan *Pseudomonas putida* (BD) sedangkan jumlah daun sedikit ditunjukkan oleh perlakuan NPK (kontrol) dan tidak berbeda nyata dengan kombinasi *Bacillus megatirium*, *Bacillus subtilis* dan *Pseudomonas putida* (BCD); *Ochrobactrum sp*, *Bacillus subtilis* dan *Pseudomonas putida* (ACD); *Ochrobactrum sp*, *Bacillus megatirium* dan *Bacillus subtilis* (ABC); *Ochrobactrum sp*, *Bacillus megatirium* dan *Pseudomonas putida* (ABD) serta *Bacillus Subtillis* dan *Pseudomonas putida* (CD). Pada pengamatan 45 hst secara keseluruhan perlakuan aplikasi bakteri menunjukkan hasil daun yang lebih banyak tetapi hanya ada satu perlakuan yang berbeda nyata yaitu pada perlakuan kombinasi *Ochrobactrum sp*, *Bacillus subtilis* dan *Pseudomonas putida* (ACD).

Tabel 3. Rerata jumlah daun (Helai) tanaman jagung akibat aplikasi bakteri *Ochrobactrum sp* (A), *Bacillus megatirium* (B), *Bacillus subtilis* (C) dan *Pseudomonas putida* (D) serta pupuk NPK (Kontrol) pada berbagai umur pengamatan.

Perlakuan	Rerata jumlah daun pada berbagai umur pengamatan (hst)			
	15	30	45	60
A	5,00 b	7,17 bc	9,33 b	8,25
B	5,00 b	7,83 c	9,83 b	8,83
C	5,50 b	7,83 c	8,67 b	8,25
D	5,17 b	7,50 bc	7,67 ab	7,58
AB	5,37 b	8,17 c	9,00 b	8,58
AC	5,00 b	7,67 c	9,33 b	8,50
AD	5,00 b	6,50 b	9,17 b	7,83
BC	5,00 b	6,83 bc	8,83 b	7,83
BD	4,67 ab	7,17 bc	9,00 b	8,08
CD	5,17 b	6,33 ab	8,33 ab	7,33
ABC	5,00 b	6,00 ab	9,00 b	7,50
ABD	5,33 b	6,17 ab	8,83 b	7,50
ACD	4,17 a	5,67 ab	7,33 a	6,50
BCD	4,17 a	5,33 a	7,67 ab	6,50
ABCD	5,33 b	6,50 b	8,50 ab	7,50
NPK	5,33 b	6,33 ab	8,00 ab	7,17
BNT 5%	0,62	1,14	1,18	tn

Keterangan : Bilangan yang didampangi huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata berdasarkan uji BNT 5%; hst = hari setelah tanam; tn = tidak berbeda nyata. A = *Ochrobactrum sp* (Penambat N), B = *Bacillus megatirium* (Pelarut P), C = *Bacillus subtilis* (Penghasil IAA), D = *Pseudomonas putida* (Pengkelat Agen),

3. Diameter batang

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa aplikasi bakteri *Ochrobactrum* sp, *Bacillus megatirium*, *Bacillus substilis* dan *Pseudomonas putida* menunjukkan diameter batang yang berbeda nyata pada pengamatan 15 hst tetapi pada pengamatan 45 dan 60 hst seluruh perlakuan tidak menunjukkan pengaruh yang nyata (lampiran 5), Rerata diameter batang akibat aplikasi bakteri *Ochrobactrum* sp, *Bacillus megatirium*, *Bacillus substilis* dan *Pseudomonas putida* terlihat pada tabel 4

Tabel 4. Rerata diameter batang (cm) tanaman jagung akibat aplikasi bakteri *Ochrobactrum* sp (A), *Bacillus megatirium* (B), *Bacillus substillis* (C) dan *Pseudomonas putida* (D) serta pupuk NPK (Kontrol) pada berbagai umur pengamatan.

Perlakuan	Rerata diameter batang pada berbagai umur pengamatan (hst)		
	15	30	45
A	0,96 a	1,64	1,90
B	0,92 a	1,53	1,96
C	0,97 a	1,60	1,77
D	0,95 a	1,62	2,01
AB	0,94 a	1,55	2,01
AC	0,98 a	1,65	1,87
AD	1,00 a	1,58	1,74
BC	1,01 a	1,63	1,95
BD	1,00 a	1,58	1,90
CD	1,22 b	1,68	2,07
ABC	0,99 a	1,53	1,89
ABD	1,27 b	1,67	2,00
ACD	0,94 a	1,37	1,82
BCD	1,00 a	1,38	1,83
ABCD	1,19 b	1,67	1,93
NPK	1,20 b	1,72	1,97
BNT 5%	0,16	tn	tn

Keterangan : Bilangan yang didampingi huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata berdasarkan uji BNT 5%; hst = hari setelah tanam; tn = tidak berbeda nyata. A = *Ochrobactrum* sp (Penambat N), B = *Bacillus megatirium* (Pelarut P), C = *Bacillus subtilis* (Penghasil IAA), D = *Pseudomonas putida* (Pengkhelat Agen).

Berdasarkan tabel 4 dapat dijelaskan bahwa pada pengamatan umur 15 hst, aplikasi kombinasi bakteri *Ochrobactrum* sp, *Bacillus megatirium*, dan *Pseudomonas putida* (ABD) menghasilkan diameter batang lebih besar dan tidak beda nyata dengan kombinasi *Ochrobactrum* sp, *Bacillus megatirium*, *Bacillus substillis* dan *Pseudomonas putida* (ABCD); *Bacillus Subtillis* dan *Pseudomonas putida* (CD) dan NPK (kontrol) sedangkan diameter batang yang lebih kecil

ditunjukkan oleh sebagian besar perlakuan yang berbeda nyata dengan diameter batang besar. Pada pengamatan 30 dan 45 hst, seluruh perlakuan tidak memberikan pengaruh yang nyata terhadap tanaman jagung.

4. Luas Daun

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa aplikasi bakteri *Ochrobactrum* sp, *Bacillus megatirium*, *Bacillus substilis* dan *Pseudomonas putida* menghasilkan luas daun tanaman yang berbeda nyata pada pengamatan 30, 45 dan 75 hst (lampiran 5). Rerata luas daun akibat aplikasi bakteri *Ochrobactrum* sp, *Bacillus megatirium*, *Bacillus substilis* dan *Pseudomonas putida* terlihat pada tabel 5.

Tabel 5. Rerata luas daun tanaman (cm²) jagung akibat aplikasi bakteri *Ochrobactrum* sp (A), *Bacillus megatirium* (B), *Bacillus substillis* (C) dan *Pseudomonas putida* (D) serta pupuk NPK (Kontrol) pada berbagai umur pengamatan.

Perlakuan	Luas Daun					
	30 hst		45 hst		75	
A	743,68	c	973,10	bc	1865,33	bc
B	607,37	b	857,18	ab	1709,28	ab
C	556,79	ab	987,39	bc	1720,58	b
D	801,49	cd	884,74	ab	1567,51	ab
AB	850,35	d	385,98	bc	1843,08	bc
AC	861,97	d	293,58	ab	1964,21	c
AD	499,19	a	288,78	bc	1752,28	bc
BC	514,16	ab	408,33	c	1717,06	b
BD	677,42	bc	326,03	b	1665,94	ab
CD	523,46	ab	407,60	c	1565,33	ab
ABC	838,16	d	387,23	bc	1909,22	c
ABD	598,08	b	420,33	c	1653,86	ab
ACD	560,60	ab	243,15	a	1667,51	ab
BCD	514,19	ab	361,97	bc	1543,08	a
ABCD	509,49	a	317,08	b	1630,87	ab
NPK	783,68	cd	349,20	bc	1618,98	ab
BNT 5%	87,04		187,36		171,94	

Keterangan : Bilangan yang didampingi huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata berdasarkan uji BNT 5%; hst = hari setelah tanam; tn = tidak berbeda nyata.

A = *Ochrobactrum* sp (Penambat N), B = *Bacillus megatirium* (Pelarut P), C = *Bacillus substillis* (Penghasil IAA), D = *Pseudomonas putida* (Pengkhelat Agen).

Berdasarkan tabel 5 dapat dijelaskan bahwa luas daun tanaman jagung pada pengamatan 30 hst aplikasi kombinasi bakteri *Ochrobactrum* sp dan *Bacillus substillis* (AC) memberikan luas daun lebih besar dan disusul oleh bakteri tunggal *Pseudomonas putida* (D); kombinasi *Ochrobactrum* sp dan *Bacillus megatirium* (AB); *Ochrobactrum* sp, *Bacillus megatirium* dan *Bacillus substillis* (ABC) dan NPK (kontrol) sedangkan luas daun kecil ditunjukkan oleh bakteri tunggal

Bacillus subtilis (C); serta kombinasi *Ochrobactrum sp* dan *Pseudomonas putida* (AD); *Bacillus megatirium* dan *Bacillus subtilis* (BC); *Bacillus Subtillis* dan *Pseudomonas putida* (CD); *Bacillus megatirium*, *Bacillus subtilis* dan *Pseudomonas putida* (BCD) dan *Ochrobactrum sp*, *Bacillus megatirium*, *Bacillus subtilis* dan *Pseudomonas putida* (ABCD). Pada pengamatan 45 hst luas daun akibat perlakuan NPK (kontrol) lebih tinggi dan tidak berbeda nyata dengan bakteri tunggal *Ochrobactrum sp* (A); *Bacillus subtilis* (C); kombinasi *Ochrobactrum sp* dan *Bacillus megatirium* (AB); *Ochrobactrum sp* dan *Bacillus subtilis* (AC); *Ochrobactrum sp*, *Bacillus megatirium* dan *Bacillus subtilis* (ABC); serta *Bacillus megatirium*, *Bacillus subtilis* dan *Pseudomonas putida* (BCD) sedangkan luas daun kecil ditunjukkan oleh kombinasi *Bacillus megatirium* dan *Pseudomonas putida* (BD) dan tidak beda nyata dengan kombinasi *Ochrobactrum sp*, *Bacillus megatirium*, *Bacillus subtilis* dan *Pseudomonas putida* (ABCD); *Bacillus megatirium* dan *Bacillus subtilis* (BC); bakteri tunggal *Bacillus megatirium* (B); dan *Pseudomonas putida* (D). Pada pengamatan 75 hst luas daun akibat perlakuan kombinasi *Ochrobactrum sp* dan *Bacillus subtilis* (AC) lebih tinggi dan tidak berbeda nyata dengan bakteri tunggal *Ochrobactrum sp* (A); kombinasi *Ochrobactrum sp* dan *Bacillus megatirium* (AB); *Ochrobactrum sp*, *Bacillus megatirium* dan *Bacillus subtilis* (ABC); serta *Ochrobactrum sp* dan *Pseudomonas putida* (AD) sedangkan luas daun yang kecil ditunjukkan oleh kombinasi *Bacillus megatirium*, *Bacillus subtilis* dan *Pseudomonas putida* (BCD); dan tidak beda nyata dengan kombinasi *Bacillus Subtillis* dan *Pseudomonas putida* (CD); *Ochrobactrum sp*, *Bacillus megatirium*, *Bacillus subtilis* dan *Pseudomonas putida* (ABCD); bakteri tunggal *Pseudomonas putida* (D) dan NPK (kontrol).

5. Bobot kering total tanaman

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa aplikasi bakteri *Ochrobactrum* sp, *Bacillus megatirium*, *Bacillus substilis* dan *Pseudomonas putida* menghasilkan bobot kering total tanaman yang berbeda nyata pada pengamatan 45 dan 80 hst (lampiran 5). Rerata bobot kering total tanaman akibat aplikasi bakteri *Ochrobactrum* sp, *Bacillus megatirium*, *Bacillus substilis* dan *Pseudomonas putida* terlihat pada tabel 6.

Tabel 6. Rerata bobot kering total tanaman (g) jagung akibat aplikasi bakteri *Ochrobactrum* sp (A), *Bacillus megatirium* (B), *Bacillus substillis* (C) dan *Pseudomonas putida* (D) serta pupuk NPK (Kontrol) pada berbagai umur pengamatan.

Perlakuan	Rerata bobot kering total tanaman (g/tanaman)			
	45 hst		80 hst	
A	22,18	ab	95,18	ab
B	30,51	ab	82,92	a
C	37,56	b	98,54	ab
D	43,23	bc	115,65	bc
AB	33,15	b	110,81	bc
AC	38,28	bc	108,76	bc
AD	34,58	b	106,52	bc
BC	39,20	bc	90,52	ab
BD	40,24	bc	96,93	ab
CD	35,73	b	101,99	b
ABC	39,03	bc	119,25	c
ABD	40,39	bc	98,99	ab
ACD	20,43	a	97,27	ab
BCD	40,76	bc	96,60	ab
ABCD	30,36	ab	88,60	ab
NPK	49,08	c	100,75	b
BNT 5%	11,29		16,36	

Keterangan : Bilangan yang didampingi huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata berdasarkan uji BNT 5%; hst = hari setelah tanam; tn = tidak berbeda nyata.

A = *Ochrobactrum* sp (Penambat N), B = *Bacillus megatirium* (Pelarut P), C = *Bacillus subtilis* (Penghasil IAA), D = *Pseudomonas putida* (Pengkelat Agen).

Berdasarkan tabel 6 dapat dijelaskan bahwa bobot kering total tanaman jagung pada pengamatan 45 hst aplikasi pupuk NPK (kontrol) memberikan hasil bobot kering yang tinggi dan tidak berbeda nyata dengan bakteri tunggal *Pseudomonas putida* (D); dan kombinasi bakteri *Ochrobactrum* sp dan *Bacillus subtilis* (AC); *Bacillus megatirium* dan *Bacillus subtilis* (BC); *Ochrobactrum* sp, *Bacillus megatirium* dan *Bacillus subtilis* (ABC); *Bacillus megatirium* dan *Pseudomonas putida* (BD); *Ochrobactrum* sp, *Bacillus megatirium* dan *Pseudomonas putida* (ABD); *Bacillus megatirium*, *Bacillus subtilis* dan

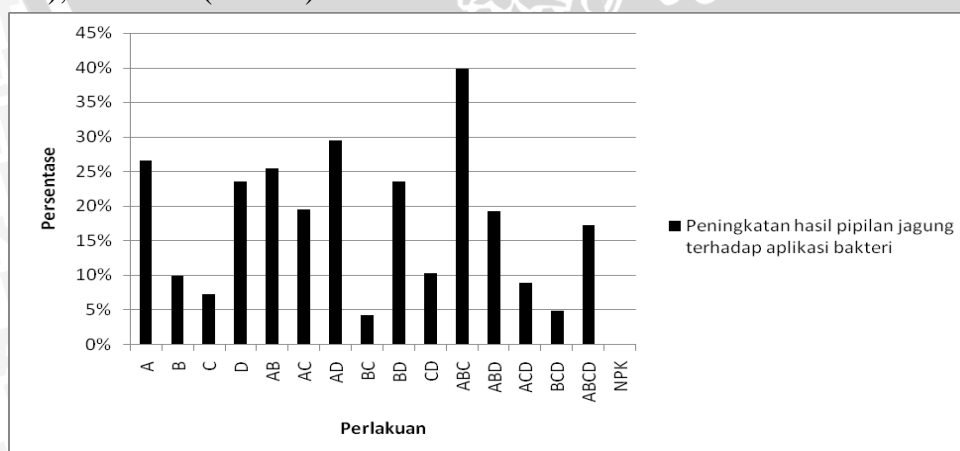
Pseudomonas putida (BCD) sedangkan bobot kering rendah dihasilkan oleh bakteri tunggal *Ochrobactrum sp* (A); *Bacillus megatirium* (B); *Ochrobactrum sp*, *Bacillus subtilis* dan *Pseudomonas putida* (ACD); serta *Ochrobactrum sp*, *Bacillus megatirium*, *Bacillus subtilis* dan *Pseudomonas putida* (ABCD). Pada pengamatan 80 hst perlakuan kombinasi *Ochrobactrum sp*, *Bacillus megatirium* dan *Bacillus subtilis* (ABC) memberikan hasil bobot kering yang tinggi dan tidak berbeda nyata dengan bakteri tunggal *Pseudomonas putida* (D) dan kombinasi *Ochrobactrum sp* dan *Bacillus megatirium* (AB); *Ochrobactrum sp* dan *Bacillus subtilis* (AC); *Ochrobactrum sp* dan *Pseudomonas putida* (AD) sedangkan bobot kering rendah ditunjukkan oleh bakteri tunggal *Bacillus megatirium* (B) dan tidak berbeda nyata dengan bakteri tunggal *Bacillus subtilis* (C); *Ochrobactrum sp* (A); *Bacillus megatirium* (B); dan kombinasi *Ochrobactrum sp*, *Bacillus megatirium* dan *Pseudomonas putida* (ABD); *Bacillus megatirium* dan *Bacillus subtilis* (BC); *Bacillus megatirium* dan *Pseudomonas putida* (BD); *Ochrobactrum sp*, *Bacillus subtilis* dan *Pseudomonas putida* (ACD); *Bacillus megatirium*, *Bacillus subtilis* dan *Pseudomonas putida* (BCD) serta *Ochrobactrum sp*, *Bacillus megatirium*, *Bacillus subtilis* dan *Pseudomonas putida* (ABCD).

4.1.2 Komponen hasil tanaman jagung

Hasil analisis ragam untuk komponen hasil tanaman jagung menunjukkan bahwa aplikasi bakteri *Ochrobactrum sp*, *Bacillus megatirium*, *Bacillus subtilis* dan *Pseudomonas putida* memberikan pengaruh nyata pada bobot pipil (g) dan bobot tongkol (g) dan tidak berbeda nyata pada pengamatan panjang dan diameter jagung (lampiran 5).

Berdasarkan pada tabel 7 dapat dijelaskan bahwa, perlakuan aplikasi bakteri *Ochrobactrum sp*, *Bacillus megatirium*, *Bacillus subtilis* dan *Pseudomonas putida* serta pupuk NPK tidak berpengaruh nyata pada komponen hasil panjang dan diameter tongkol jagung. Tetapi perlakuan seluruh aplikasi bobot bakteri berpengaruh nyata basah pada komponen bobot pipil kering jagung (g) dan bobot tongkol jagung (g). Hal ini dapat dilihat pada pengamatan komponen basah tongkol jagung perlakuan aplikasi bakteri tunggal *Pseudomonas putida* (D)

menghasilkan bobot tongkol basah jagung lebih berat dan tidak berbeda nyata dengan bakteri tunggal *Ochrobactrum sp* (A); kombinasi *Ochrobactrum sp*, *Bacillus megatirium* dan *Bacillus subtilis* (ABC); *Bacillus megatirium* dan *Pseudomonas putida* (BD); *Ochrobactrum sp* dan *Bacillus megatirium* (AB); *Ochrobactrum sp*, *Bacillus megatirium* dan *Pseudomonas putida* (ABD); *Ochrobactrum sp* dan *Pseudomonas putida* (AD); *Bacillus megatirium* dan *Bacillus subtilis* (BC); *Ochrobactrum sp* dan *Bacillus subtilis* (AC) dan NPK (kontrol) sedangkan bobot tongkol basah yang lebih rendah ditunjukkan oleh bakteri tunggal *Bacillus megatirium* (B); *Bacillus subtilis* (C); kombinasi *Ochrobactrum sp*, *Bacillus subtilis* dan *Pseudomonas putida* (ACD); *Bacillus megatirium*, *Bacillus subtilis* dan *Pseudomonas putida* (BCD); serta *Ochrobactrum sp*, *Bacillus megatirium*, *Bacillus subtilis* dan *Pseudomonas putida* (ABCD). Pada pengamatan komponen bobot pipilan kering jagung kombinasi bakteri *Ochrobactrum sp*, *Bacillus megatirium* dan *Bacillus subtilis* (ABC) menunjukkan bobot lebih berat dan tidak berbeda nyata dengan kombinasi *Ochrobactrum sp* dan *Bacillus megatirium* (AB); *Ochrobactrum sp* dan *Pseudomonas putida* (AD); bakteri tunggal *Ochrobactrum sp* (A) dan *Pseudomonas putida* (D) sedangkan bobot rendah ditunjukkan oleh perlakuan bakteri tunggal *Bacillus megatirium* (B) dan tidak berbeda nyata dengan bakteri tunggal *Bacillus subtilis* (C) dan kombinasi *Bacillus megatirium* dan *Bacillus subtilis* (BC); *Bacillus megatirium*, *Bacillus subtilis* dan *Pseudomonas putida* (BCD); dan NPK (kontrol).



Gambar 1 : Peningkatan hasil pipilan tanaman jagung akibat aplikasi bakteri *Ochrobactrum sp* (A), *Bacillus megatirium* (B), *Bacillus subtilis* (C) dan *Pseudomonas putida* (D) dibanding perlakuan kontrol NPK.

Tabel 7. Komponen hasil tanaman Jagung akibat aplikasi bakteri *Ochrobactrum sp* (A), *Bacillus megathirium* (B), *Bacillus subtilis* (C) dan *Pseudomonas putida* (D) serta pupuk NPK.

Perlakuan	Rerata pengamatan komponen hasil panen tanaman jagung				
	Panjang tongkol (cm)	Diameter tongkol (cm)	Bobot tongkol jagung (g)	Bobot pipilan jagung (g)	
A	13,65	4,399	181,96	b	98,96 bc
B	13,29	4163	147,88	a	85,90 ab
C	13,79	4,097	141,80	a	83,81 ab
D	13,89	4,215	185,08	b	96,59 bc
AB	13,81	4,363	177,57	b	97,99 bc
AC	13,10	4,302	157,57	ab	93,42 b
AD	12,87	4,133	158,28	ab	101,19 bc
BC	13,73	4,163	151,85	ab	81,47 ab
BD	14,79	4,242	178,53	b	96,54 b
CD	13,99	4,438	147,95	a	86,21 ab
ABC	14,80	4,071	182,39	b	109,28 c
ABD	14,19	4,256	167,19	b	93,14 b
ACD	13,49	4,042	146,66	a	85,12 ab
BCD	13,48	4,028	141,92	a	81,92 ab
ABCD	13,05	4,181	143,81	a	91,57 b
NPK	13,78	4,045	175,76	b	78,17 a
BNT 5%	tn	tn	18,35		12,71

Keterangan : Bilangan yang didampingi huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata berdasarkan uji BNT 5%; hst = hari setelah tanam; tn = tidak berbeda nyata.

4.2 Pembahasan

Pemberian biofertilizer ke tanah memberikan pengaruh besar untuk memenuhi kebutuhan akan unsur N dan P yang terus mengalami peningkatan dari tahun ke tahun. Hal ini dikarenakan adanya peningkatan populasi mikroorganisme yang dapat memperbaiki sifat fisik tanah. manfaat dari biofertilizer memiliki kemampuan untuk mengurai residu kimia, mensuplai sebagian kebutuhan N untuk tanaman, melarutkan senyawa fosfat dari kation logam, melepaskan senyawa K dari ikatan koloid tanah, menghasilkan enzim alami, menghasilkan zat anti patogen (spesifik pada tiap jenis mikroorganisme) dan menghasilkan zat pemacu tumbuh alami (Giberellin, Sitokinin, Asam Indol Asestat). Hormon yang dihasilkan oleh mikroba akan diserap oleh tanaman sehingga tanaman akan tumbuh lebih cepat atau lebih besar. Selanjutnya mikroorganisme tanah akan memperbaiki porositas tanah sebagai akibat dari aktivitas pergerakan mikroorganisme. Porositas yang baik tentunya akan memperbaiki struktur tanah, sehingga penyerapan unsur hara oleh akar menjadi lebih optimal seperti yang dijelaskan Isro'i (2009).

Berdasarkan hasil analisis ragam, pada komponen pertumbuhan dapat diketahui bahwa perlakuan kombinasi bakteri *Ochrobactrum sp*, *Bacillus megatirium*, *Bacillus subtilis* dan *Pseudomonas putida* menunjukkan perbedaan nyata hampir di semua pengamatan, tetapi pada parameter jumlah daun menunjukkan perbedaan tidak nyata pada umur 60 hst. Hal ini disebabkan pada jumlah daun saat umur 60 hst tanaman sudah memasuki fase generatif (produksi) sehingga jumlah daun tidak bertambah banyak melainkan akan mengalami pengurangan atau memasuki masa pengguguran, (Sitompul dan Guritno, 1995).

Pada seluruh komponen pertumbuhan menunjukkan perbedaan yang nyata pada umur pengamatan 15, 30, 45, 60 dan 75 hst. Hal tersebut disebabkan tanaman jagung sedang dalam fase eksponensial, dimana tanaman jagung mengalami pertumbuhan yang cepat dan organ – organ tanaman tersebut telah berfungsi dengan sempurna, sehingga tanaman mampu menyerap unsur hara dalam jumlah yang besar untuk memenuhi kebutuhan hidupnya. Sehingga tanaman memberikan respon pertumbuhan berbeda nyata terhadap perlakuan kombinasi bakteri *Ochrobactrum sp*, *Bacillus megatirium*, *Bacillus subtilis* dan *Pseudomonas putida*. Namun secara umum kombinasi bakteri *Ochrobactrum sp* dan *Bacillus subtilis* (AC) serta *Ochrobactrum sp* dan *Bacillus megatirium* (AB) menunjukkan hasil terbaik pada seluruh komponen pertumbuhan (kecuali komponen diameter) pada saat vegetatif . Hal ini disebabkan peran bakteri *Ochrobactrum sp*, *Bacillus subtilis* dan *Bacillus megatirium* mampu membantu menyediakan hara makro tanah yang sulit tersedia, misalnya melarutkan P yang terjerap dalam tanah, memfiksasi N bebas, dan menghasilkan zat pemacu tumbuh alami (Indole Acetic Acid). Adanya zat pemacu tumbuh yang disuplai dari bakteri *Bacillus subtilis* akan meningkatkan pertumbuhan akar lateral. Sehingga penyerapan unsur N dan P lebih mudah diserap tanaman.

Pada komponen variabel luas daun, pertumbuhan luas daun pada umur 30, 45 dan 75 hst berbeda nyata disetiap pengamatan. Kombinasi bakteri *Ochrobactrum sp* dan *Bacillus subtilis* (AC) serta *Ochrobactrum sp* dan *Bacillus megatirium* (AB) dominan lebih tinggi terhadap hasil luas daun di berbagai pengamatan. Namun pada 45 hst perlakuan kontrol (NPK) memberikan hasil yang

tinggi dibanding perlakuan bakteri lainnya dan tidak berbeda nyata dengan kombinasi bakteri *Ochrobactrum sp* dan *Bacillus subtilis* (AC) serta *Ochrobactrum sp* dan *Bacillus megatirium* (AB). Hal ini sebanding dengan hasil bobot kering total tanaman. Pada bobot kering total tanaman umur 45 hst menunjukkan perlakuan kontrol (NPK) lebih tinggi. Hal ini disebabkan pengaruh kontrol (NPK) pada masa vegetatif tanaman lebih dominan sebab unsur nitrogen lebih tersedia pada pupuk NPK. Namun menjelang masa panen yaitu pada umur 80 hst kombinasi bakteri *Ochrobactrum sp* dan *Bacillus subtilis* (AC) serta *Ochrobactrum sp* dan *Bacillus megatirium* (AB) memberikan hasil bobot yang lebih tinggi dan tidak beda nyata dengan kontrol (NPK). Hal ini disebabkan perlakuan kombinasi bakteri mampu menambat unsur nitrogen di udara dan phospat yang terjerap dalam tanah menjadi tersedia. Hal ini sesuai dengan pendapat stevenson (1986) mengatakan bahwa bakteri membutuhkan waktu mineralisasi unsur hingga menjadi tersedia untuk kebutuhan pertumbuhan tanaman.

Mikroba tanah yang berperan didalam penyediaan unsur hara adalah mikroba pelarut P dan K. Tanah pertanian umumnya memiliki kandungan P cukup tinggi (jenuh). Namun hara P ini sedikit atau tidak tersedia bagi tanaman karena terikat pada mineral liat tanah. Disinilah peranan mikroba pelarut P di butuhkan untuk melepaskan ikatan P dari mineral liat dan menyediakannya bagi tanaman. Unsur P yang tidak tersedia dilarutkan pada waktu yang tepat saat tanaman membutuhkannya, sehingga unsur tersebut menjadi tersedia hingga waktu penyerapan oleh akar tanaman. Berbagai jenis asam – asam organik yang dihasilkan oleh mikroorganisme dapat berperan sebagai bahan pengkhelat untuk melarutkan aluminium, besi, kalsium, dan magnesium fosfat, sehingga menghasilkan pelepasan ortofosfat ke dalam larutan tanah hal ini sesuai dengan pendapat stevenson (1986). Populasi mikroba berbanding lurus dengan penambahan waktu, semakin bertambah waktu maka mikroba berkembang dalam populasi yang lebih besar sehingga memungkinkan aktifitas perombakan yang lebih banyak. Waktu pemberian aplikasi biofertilizer juga harus disesuaikan dengan kebutuhan tanaman akan ketersediaan hara dari pupuk anorganik. Hal ini

didukung oleh Isro'i (2009) bahwa peran biofertilizer dapat meningkatkan efisiensi penggunaan pupuk anorganik dan organik karena kemampuan mikrobia yang terdapat dalam biofertilizer dapat menyerap dan melindungi unsur hara, sehingga tidak mengalami pencucian (*leaching*) dan penguapan.

Tersedianya unsur hara P di dalam tanah maka, perkembangan tanaman jagung akan meningkat dan pembentukan luas daun lebih efektif karena pada fase vegetatif fotosintat akan banyak diakumulasikan ke bagian – bagian vegetatif tanaman seperti batang dan daun. Hal ini sesuai dengan pendapat Sutedjo (2002), yang menjelaskan bahwa unsur hara P diperlukan tanaman sejak awal pertumbuhan dan bersifat sangat mobile dalam jaringan tanaman. Hara ini berfungsi dalam menunjang pertumbuhan akar, daun, pembungaan, dan penambahan bobot pipil pada tongkol.

Pada komponen hasil khususnya bobot pipil dan bobot tongkol jagung perlakuan bakteri *Ochrobactrum sp*, *Bacillus megatirium* dan *Bacillus subtilis* (ABC) atau kombinasi dari ketiga bakteri menghasilkan nilai tertinggi dibanding perlakuan yang lain. Hal ini dikarenakan pemberian bakteri *Ochrobactrum sp* dan *Bacillus megatirium* serta *Bacillus subtilis* (ABC) mampu lebih banyak membebaskan unsur P yang terjerap dalam tanah dan menambatkan unsur N non simbiotik yang berada bebas di udara untuk menjadi tersedia dan diserap oleh tanaman. Sedangkan pada bakteri tunggal, bakteri *Pseudomonas putida* (D) dan *Ochrobactrum sp* (A) mampu memberikan hasil yang baik dan tidak berbeda nyata dengan kombinasi bakteri *Ochrobactrum sp*, *Bacillus megatirium* dan *Bacillus subtilis* (ABC). Bakteri *Pseudomonas putida* mampu meningkatkan serapan P dan bobot kering tanaman sampai 30%. Pada percobaan yang lain *Pseudomonas Putida* mampu meningkatkan bobot kering total tanaman jagung sampai 20% dan mikrobia ini stabil sampai lebih dari 14 bulan pada media pembawa zeolit, tanpa kehilangan kemampuan genetisnya dalam melarutkan batuan posfat. Sehingga akan meningkatkan hasil panen seperti yang dijelaskan Premonoet et al (1991).

Jika dilihat dari kombinasi bakteri, ternyata bakteri *Ochrobactrum sp* dan *Bacillus subtilis* (AC), *Ochrobactrum sp* dan *Bacillus megatirium* (AB) serta

kombinasi bakteri *Ochrobactrum sp*, *Bacillus megatirium* dan *Bacillus subtilis* (ABC) memiliki peran dominansi dalam meningkatkan pertumbuhan dan produksi tanaman jagung. Hal ini disebabkan saling keterkaitan antar jenis bakteri yang memiliki kemampuan yang sama. Hal ini sesuai dengan pendapat Stevenson (1986), Bahwa bakteri yang memiliki fungsi dan kinerja yang sama akan mempengaruhi kinerja bakteri tersebut dan bisa dikatakan akan ada penurunan fungsi bakteri jika bakteri tersebut berada dalam satu tempat yang sama dengan sumber energi yang sama. Dalam penelitian ini kita bisa melihat dari kemampuan bakteri *Pseudomonas putida* (D) dengan bakteri *Bacillus megatirium* (B). Bakteri tersebut memiliki kemampuan dominansi yang sama yaitu melepaskan phospat dari ikatan ion logam tanah yang membuat phospat sulit tersedia dalam tanah. dengan fungsi yang sama, maka bakteri *Pseudomonas* inaktif bahkan tidak berpengaruh terhadap tanaman jika dikombinasikan dengan bakteri *Bacillus megatirium* (B). Begitu juga ketika kombinasi bakteri *Pseudomonas putida* (D) dengan *Bacillus subtilis* (C) memberikan hasil yang berpengaruh terhadap pertumbuhan namun tidak signifikan dibanding kombinasi bakteri *Ochrobactrum sp* dan *Bacillus subtilis* (AC), *Ochrobactrum sp* dan *Bacillus megatirium* (AB). Tetapi aplikasi bakteri tunggal maupun kombinasi antara *pseudomonas putida* (D) dan bakteri *Ochrobactrum sp* (A) memberikan pengaruh yang nyata terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman. Hal ini disebabkan ada interaksi sinergisme dan komensalisme antar bakteri. Sinergisme bakteri menyebabkan terjadinya suatu kemampuan untuk dapat melakukan perubahan kimia tertentu di dalam substrat. Apabila asosiasi melibatkan 2 populasi atau lebih dalam keperluan nutrisi bersama, maka disebut *sinotropisme* yang sangat penting dalam peruraian bahan organik tanah sedangkan komensalisme terjadi apabila satu populasi diuntungkan tetapi populasi lain tidak terpengaruh (Anonymous^b, 2011).

5. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

1. Kombinasi bakteri *Ochrobactrum sp*, *Bacillus megatirium* dan *Bacillus subtilis* (ABC) menghasilkan bobot kering pipil sebesar 39,79 % dan tidak berbeda nyata dengan kombinasi bakteri *Ochrobactrum sp* dan *Bacillus megatirium* (AB) sebesar 24,76 %; *Ochrobactrum sp* dan *Bacillus subtilis* sebesar 29,5 %; *Ochrobactrum sp* (A) sebesar 23,56% dan bakteri *Pseudomonas p* (D) sebesar 26,6% dibanding kontrol (NPK).
2. Pada masa vegetatif tanaman kombinasi bakteri *Ochrobactrum sp* dan *Bacillus megatirium* (AB), *Ochrobactrum sp* dan *Bacillus subtilis* (AC), *Ochrobactrum sp* dan *Pseudomonas putida* (AD), dan *Ochrobactrum sp*, *Bacillus megatirium* dan *Bacillus subtilis* (ABC) menunjukkan hasil yang lebih tinggi dibandingkan kombinasi bakteri yang lain.

5.2 Saran

Sebaiknya ada uji lapang untuk mengetahui tingkat hasil panen yang didapat dari aplikasi bakteri tunggal *Pseudomonas putida* dan *Ochrobactrum sp* serta kombinasi bakteri *Ochrobactrum sp*, *Bacillus megatirium* dan *Bacillus subtilis* sehingga diketahui kemampuan bakteri secara keseluruhan pada lokasi berbeda.

DAFTAR PUSTAKA

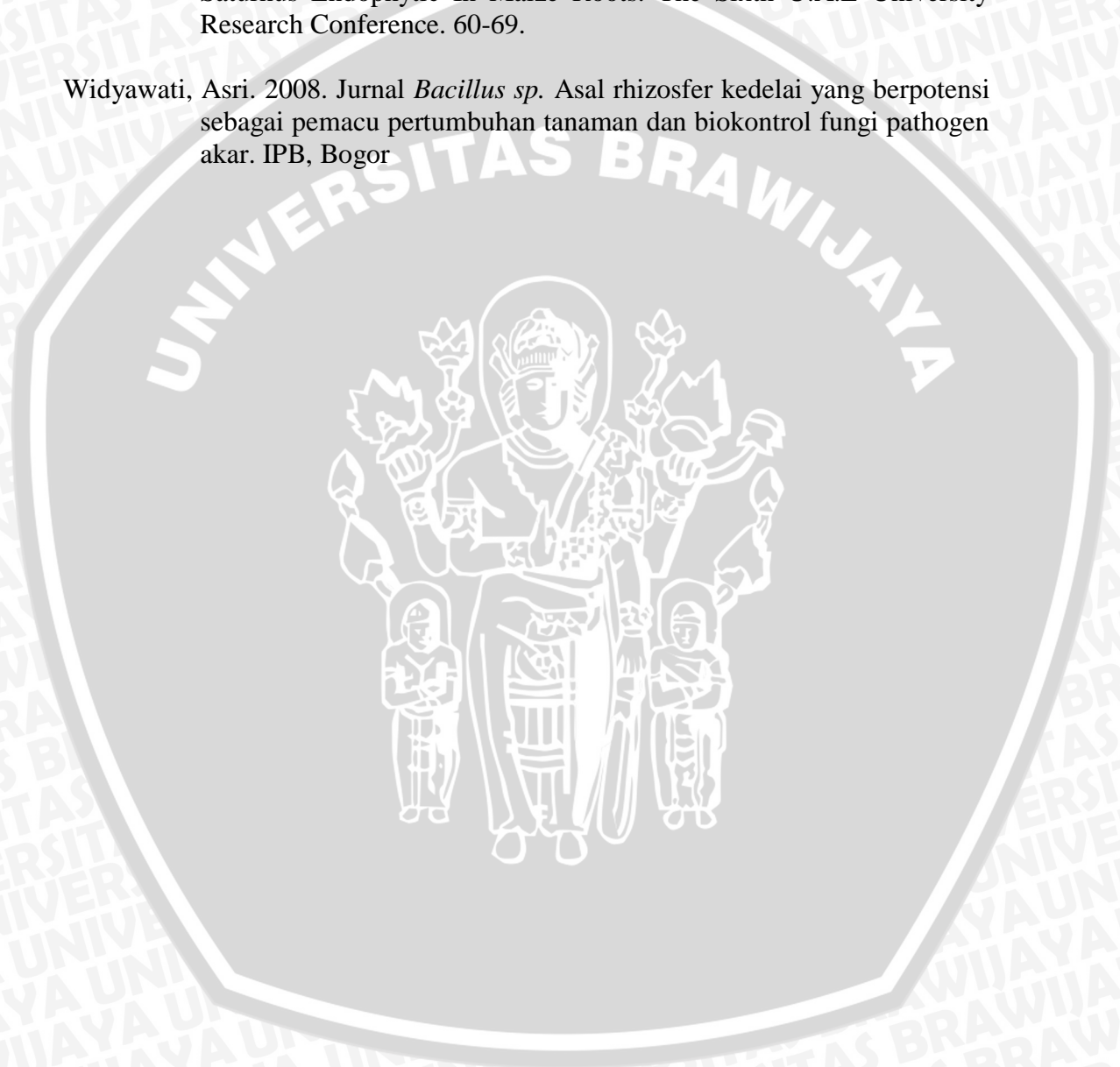
- Anonymous^a, 2010. Peran teknologi pertanian dalam meningkatkan produktivitas tanaman jagung. Available at: <http://www.setneg.go.id/2010/12/19>
- Anonymous^b, 2011. Makalah mikrobiologi lingkungan pengaruh lingkungan dan fisiologis terhadap pertumbuhan mikroba. Available at: <http://arudewangga.blog.uns.ac.id/2011/02/12/>
- Anonymous^c. 2011. Produksi dan luas lahan jagung di Indonesia. Available at: <http://www.badanpusatstatistik.com>
- Benhamou N, J.W. Kloepper, A. Quadt-hallman and S. Tuzun. 1996. Induction of defence – related ultrastructure modification of pea root tissues inoculated with endophytic bacteria. *Plant Physiol* 113: 919-929.
- Compant S, Duffy B, Nowak J, Clement C, Barka EA. 2005. Mini review : use of plant growth-promoting rhizobacteria for biokontrol of plant disease: principles, mechanism of action and future prospect. *Appl Environ Microbiol* 71 : 4951 – 4959.
- Ekowahyuni L. P. 2002. Fenomena vivipaty Labu Siam (*Sechium edule* jacq Swartz) Varietas Lokal Desa Barukupa Bawah Cipanas. Makalah Falsafah Sains. Bogor. Institut Pertanian Bogor.
- Elfiati, D. 2005. Peranan mikroba pelarut fosfat dalam pertumbuhan tanaman. www.library.us.id/download/fp/hutan.html. pada uji efektifitas Bio-organic fertilizer (pupuk organik hayati) dalam mensubsitusi kebutuhan pupuk pada tanaman caisin (*Brasica chinesis*) Alin Dwi Ananty. 2008. Faperta IPB. Bogor.
- Gardner, Pearce dan Mitchell. 1991. Fisiologi Tanaman Budidaya. UI Press. Jakarta.
- Hindersah, R and T. Simarmata 2002. Potensi Rizobakter dalam meningkatkan kesehatan tanah. *Jurnal nature Indonesia* 5(2): 127-133
- Holt, G John. 1994. *Bergey's Determinate Bacteriology* Ninth edition. William and Wilkins. USA.
- Isro'i. 2009. Bioteknologi Mikroba Untuk Pertanian Organik. Available at: <http://www.litbang.deptan.go.id> .
- Lafitte, H.R. 1994. Identifying production problems in tropical maize: a field guide. CIMMYT, Mexico , D.F. p.76-84.

- Leveau, J. H & S. E Lindow. 2004. Utilization Of Plant Hormone Indole 3 Acetic Acid For Growth By *P. Putida* Strain 1290. *American Society For Microbiology*. 1(5): 2365-2370
- Madigan MT, Martinko JK, Parker JW. 2001. *Brock Biology of Microorganism*. New jersey: Prentice Hall Inc.
- Madjid, A. 2009. Teknologi pupuk hayati fungi pelarut fosfat. Available at: http://dasar2ilmutanah.blogspot.com/2009/05/teknologi-pupuk-hayati-fungi-pelarut_4952.html
- Osche, J. J., M. J. Soule Jr., M. J. Dijkman and C. Wehlberg. 1961. *Tropical and Subtropical Agriculture*. Vol II. The Macmillan Company. New York.
- Patten CL, Glick BR. 2002. Role of *Pseudomonas putida* Indole acetic acid in development of the plant root system. *Appl Environ Microbiol* 68 (8) : 3795 – 3801.
- Pelczar, M. J & E. C.S. Chan 2006. *Dasar-dasar Mikrobiologi*, jilid 2. Jakarta : penerbit Universitas Indonesia.
- Premono, et al. 1991. *Jasad renik pelarut fosfat*. Pascasarjana IPB. Bogor.
- Rao, Subba.N.S. 1994. *Mikroorganisme Tanah Dan Pertumbuhan Tanaman (Edisi Kedua)*. UI Press. Jakarta. p. 107-110; 274-275.
- Rosmarkam, A dan N.Yuwono. 2002. *Ilmu Kesuburan Tanah*. Kanisius. Yogyakarta
- Simanungkalit, R.D.M. 2001. Pupuk hayati dan pupuk kimia; suatu pendekatan terpadu. *Bul. Agrobio4* (2) : 56-61
- Sitompul, S.M., dan B. Guritno. 1995. *Analisis Pertumbuhan Tanaman*. UGM press. Yogyakarta. p. 93-96
- Stevenson, F.J. 1986. *Cycles Of Soil Carbon, Nitrogen, Phosphorus, Sulphur, Micronutrients*. John wiley & Sons. New york. p. 380
- Sutejo, M. M. 2002. *Pupuk dan cara pemupukan*. Rineka Cipta. Jakarta. p. 23-24
- Sudjana, A.A. Rifin dan M. Sudjadi. 1991. *Jagung*. Puslitbang Tanaman Pangan Bogor. *Bul Tek*. 3:14-17.
- Sugito, Y. 1999. *Ekologi Tanaman*. Fakultas Pertanian. UB. pp.119

Thomasow, L.S. and weller. 1996. Molecular basis of pathogen supervision by antibiotics in rhizosphere. APS press The American Phytopathological So. St Paul. Minnesota, USA. p. 80-103

Tarabily, K, A. H. Nassar., K.Sivasithamparam. 2003. Promotion Of Plant Growth By An Auxin Production Isolate Of The Yeast Williopsis Saturnus Endophytic In Maize Roots. The Sixth U.A.E University Research Conference. 60-69.

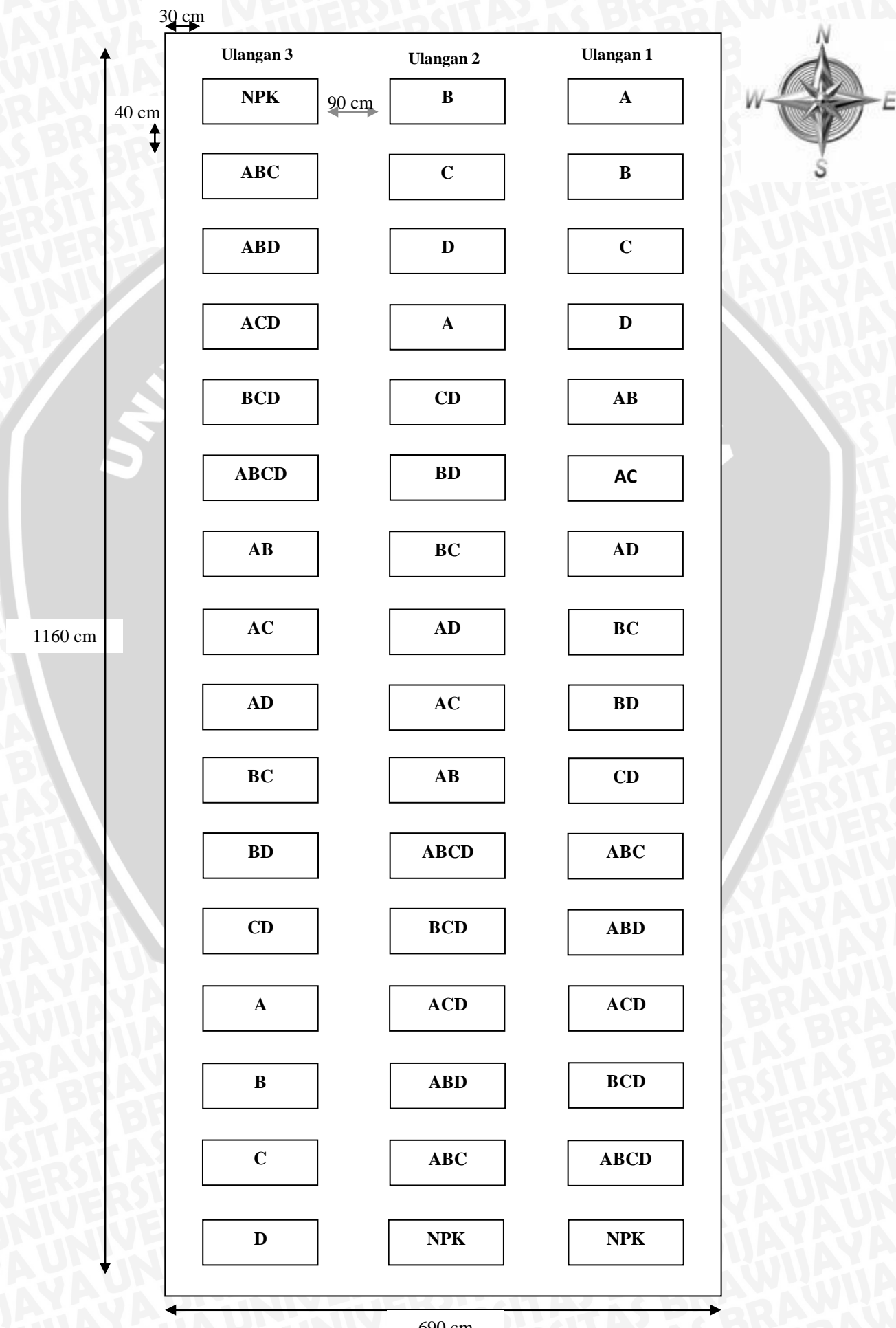
Widyawati, Asri. 2008. Jurnal *Bacillus sp.* Asal rhizosfer kedelai yang berpotensi sebagai pemacu pertumbuhan tanaman dan biokontrol fungi pathogen akar. IPB, Bogor



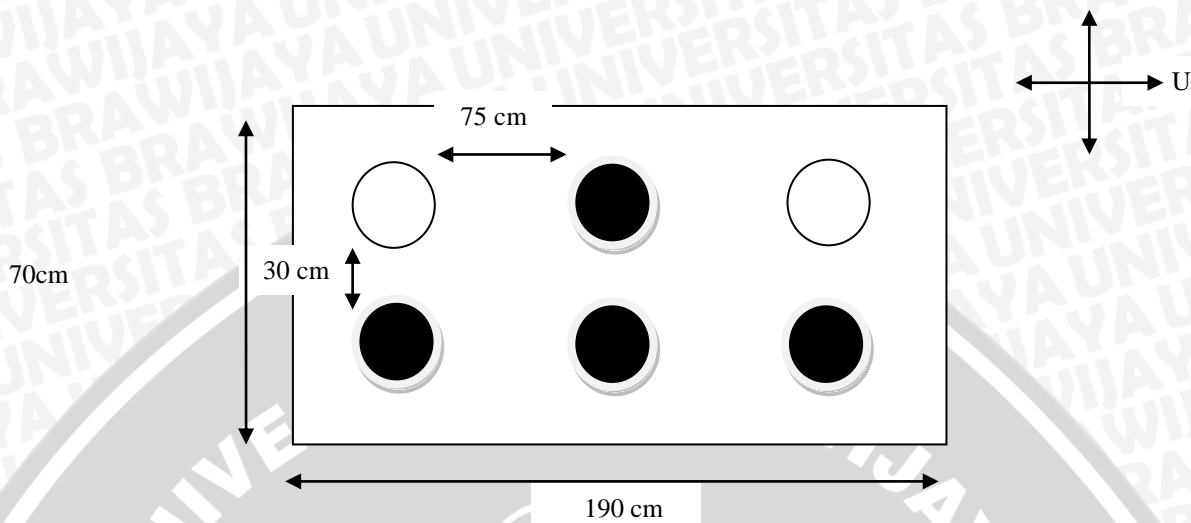
Lampiran 1. Deskripsi tanaman jagung varietas BISI 816

Asal	: Dikembangkan oleh PT BISI Kediri
Nama Varietas	: Bisi 816
Kategori	: Jagung pipil
SK	: 46/Kpts/TP.240/2/2000
Tahun	: 2009
Potensi Hasil	: 13,65 ton/ha pipilan kering dan rata-rata 10,44 ton/ha
Golongan	: Hibrida silang tunggal (single cross)
Umur 50% keluar rambut	: 55 hari di dataran rendah; 70 hari di dataran tinggi
Umur panen segar	: 101 hari di daearan rendah; 130 hari di dataran tinggi
Batang	: Besar, kokoh dan tegap
Warna batang	: Hijau gelap
Tinggi tanaman	: 203cm
Daun	: Sedang, agak terkulai
Warna daun	: Hijau gelap
Keragaman tanaman	: Seragam
Perakaran	: Baik
Bentuk malai	: Besar, terkulai
Warna sekam	: Hijau pucat
Warna rambut	: Kuning
Ukuran tongkol	: <i>Panjang besar (Long Big Ear)</i>
Klobot	: Menutup biji dengan baik
Warna biji	: Kuning
Baris biji	: Lurus dan rapat
Jumlah baris/tongkol	: 14-16 baris
Ketahanan terhadap penyakit	: Tahan terhadap karat daun, toleran terhadap bulai
Daerah adaptasi	: Beradaptasi baik di dataran rendah maupun di dataran tinggi hingga 700m

Lampiran 2. Gambar denah petak percobaan



Lampiran 2. Gambar denah petak percobaan



Gambar 2. Petak Percobaan

Keterangan : ○ = Tanaman jagung dalam polybag, (1 tanaman / polybag).

● = Polybag Panen.

Lampiran 3. Perhitungan pengairan

Umur tanaman 100 hari.

Ket Eto tiap bulan :

Bulan	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul
Eto (mm/hari)	4	5	5,8	6,3	6,8	7,1	6,5

Total periode tumbuh : 100 hari

Tanggal tanam 21 April	Masa	Nilai Kc
Fase awal, 20 hari	21 April – 10 Mei	0,45
Fase perkembangan, 35 hari	11 Mei – 15 Juni	0,80
Fase pertengahan, 30 hari	16 Juni – 15 Juli	1,15
Fase akhir, 15 hari	16 Juli – 30 Juli	0,70

Rumus perhitungan kebutuhan air tanaman.

$$\text{Etc} = \text{Eto} \times \text{Kc}$$

Perhitungan :

Bulan	Kebutuhan air tanaman	Bulan	Kebutuhan air tanaman
April	$\text{Kc} = \left(\frac{10}{30} \times 0,45\right) = 0,15$ $\text{Etc} = \text{Eto} \times \text{Kc}$ $= 6,3 \times 0,15$ $= 0,945 \text{ mm/hari}$	Juni	$\text{Kc} = \left(\frac{15}{30} \times 0,80\right) +$ $\left(\frac{15}{30} \times 1,15\right)$ $= 0,4 + 0,575 = 0,975$ $\text{Etc} = \text{Eto} \times \text{Kc}$ $= 7,1 \times 0,975$ $= 6,92 \text{ mm/hari}$
Mei	$\text{Kc} = \left(\frac{10}{31} \times 0,45\right) + \left(\frac{21}{31} \times 0,80\right)$ $= 0,14 + 0,54 = 0,68$ $\text{Etc} = \text{Eto} \times \text{Kc}$ $= 6,8 \times 0,68$ $= 4,62 \text{ mm/hari}$	Juli	$\text{Kc} = \left(\frac{15}{31} \times 1,15\right) + \left(\frac{15}{31} \times 0,70\right)$ $= 0,38 + 0,34 = 0,72$ $\text{Etc} = \text{Eto} \times \text{Kc}$ $= 6,5 \times 0,72$ $= 4,68 \text{ mm/hari}$

Bulan	April	Mei	Juni	Juli
Eto (mm/hari)	6,3	6,8	7,1	6,5
Fase Pertumb	F. awal	F. Perkembangan	F. Pertengahan	F. Akhir
Kc. Per FT	0,45	0,75	1,15	0,80
Kc. Per Bulan	0,15	0,68	0,975	0,72
ET tanaman (mm/hari)	0,945	4,62	6,92	4,68
ET tanaman (mm/bulan)	28,35	143,22	207,6	145,08
Kebutuhan air tanaman dalam 1 musim	524,25 mm			

Polybag yang digunakan berdiameter 20 cm dengan jari-jari 10 cm

$$\text{Luas polybag} : \pi \cdot r^2 = 3,14 \times 10^2 = 314 \text{ cm}^2$$

Air yang dibutuhkan tanaman per polybag selama pertumbuhan :

$$\text{Luas polybag} \times \text{kebutuhan air tanaman} = 314 \text{ cm}^2 \times 52,42 \text{ cm} = 16459,8 \text{ cm}^3$$

$$1. \text{ Bulan April} : 2,835 \times 16459,8 \text{ cm}^3 = 46087,4 \text{ cm}^3$$

$$\text{Pemberian air / hari} : 1/30 \times 46087,4 = 1536,24 \text{ cm}^3$$

$$2. \text{ Bulan Mei} : 14,32 \times 16459,8 \text{ cm}^3 = 235704,33 \text{ cm}^3$$

$$\text{Pemberian air / hari} : 1/30 \times 235704,33 = 7856,81 \text{ cm}^3$$

$$3. \text{ Bulan Juni} : 20,76 \times 16459,8 \text{ cm}^3 = 341705,44 \text{ cm}^3$$

$$\text{Pemberian air / hari} : 1/30 \times 341705,44 = 11390,18 \text{ cm}^3$$

$$4. \text{ Bulan Juli} : 14,50 \times 16459,8 \text{ cm}^3 = 238667,1 \text{ cm}^3$$

$$\text{Pemberian air / hari} : 1/30 \times 238667,1 = 7955,57 \text{ cm}^3$$

Catatan : $\text{cm}^3 = \text{ml}$

Dalam aplikasi hasil perhitungan kebutuhan air per hari karena terdapat satu tanaman dalam 1 polybag. Hal ini dilakukan untuk menghindari pengaruh lain (cekaman kekurangan air).

Lampiran 4. Perhitungan pupuk

$$\text{Rumus} = \frac{\text{Bobot tanah dalam polybag}}{\text{Berat 1 HLO}} \times \text{Dosis anjuran}$$

$$\begin{aligned} \text{Bobot 1 HLO} &= \text{luas lahan} \times \text{tebal lapisan olah tanah} \times \text{berat jenis tanah} \\ &= 10^8 \text{ cm}^2 \times 20 \text{ cm} \times 1.032 \\ &= 2,064 \times 10^9 \text{ g.ha}^{-1} \end{aligned}$$

Dosis anjuran pemupukan pada jagung untuk setiap ha.

- Urea = 300 kg ha⁻¹
- SP₃₆ = 100 kg ha⁻¹
- KCl = 100 kg ha⁻¹
- Bobot tanah = 7000 g

Kebutuhan Urea per tanaman

$$\begin{aligned} \text{Rumus} &= \frac{\text{Bobot tanah dalam polybag}}{\text{Berat 1 HLO}} \times \text{Dosis anjuran} \\ &= \frac{7 \times 10^3 \text{ g}}{2,064 \times 10^9 \text{ g.ha}^{-1}} \times 3 \times 10^5 \text{ g.ha}^{-1} \\ &= 1,017 \text{ g} \end{aligned}$$

Kebutuhan SP₃₆ per tanaman

$$\begin{aligned} \text{Rumus} &= \frac{\text{Bobot tanah dalam polybag}}{\text{Berat 1 HLO}} \times \text{Dosis anjuran} \\ &= \frac{7 \times 10^3 \text{ g}}{2,064 \times 10^9 \text{ g.ha}^{-1}} \times 1 \times 10^5 \text{ g.ha}^{-1} \\ &= 0,33 \text{ g} \end{aligned}$$

Kebutuhan KCl per tanaman

$$\begin{aligned} \text{Rumus} &= \frac{\text{Bobot tanah dalam polybag}}{\text{Berat 1 HLO}} \times \text{Dosis anjuran} \\ &= \frac{7 \times 10^3 \text{ g}}{2,064 \times 10^9 \text{ g.ha}^{-1}} \times 1 \times 10^5 \text{ g.ha}^{-1} \\ &= 0,33 \text{ g} \end{aligned}$$

Lampiran 5. Hasil perhitungan analisis ragam seluruh variable pengamatan pada berbagai umur pengamatan

Tabel 8. Analisis Ragam tinggi tanaman pada 15-75 hst

SK	db	F hitung pengamatan ke										F tabel	
		15		30		45		60		75		5%	1%
Ulangan	2	0.61	tn	1.00	tn	0.03	tn	0.24	tn	0.61	tn	3.29	5.33
Perlakuan	15	3.36	**	9.42	**	4.39	**	5.90	**	7.75	**	2.00	2.62
Galat	30												
Total	47												

Keterangan: Bilangan pada berbagai umur pengamatan tanpa didampingi tanda (*) menunjukkan tidak berbedanyata dan tanda (**) menunjukkan beda nyata pada taraf $\alpha = 0,05$ berdasarkan uji F

Tabel 9. Analisis Ragam jumlah daun pada 15-60 hst

SK	db	F hitung pengamatan ke								F tabel	
		15		30		45		60		5%	1%
Ulangan	2	1.04	tn	1.60	tn	0.38	tn	0.51	tn	3.29	5.33
Perlakuan	15	3.2	**	4.54	**	2.90	**	1.60	tn	2.00	2.62
Galat	30										
Total	47										

Keterangan : Bilangan pada berbagai umur pengamatan tanpa didampingi tanda (*) menunjukkan tidak berbedanyata dan tanda (**) menunjukkan beda nyata pada taraf $\alpha = 0,05$ berdasarkan uji F

Tabel 10. Analisis Ragam luas daun pada 30-75 hst

SK	db	F hitung pengamatan ke						F tabel	
		30		45		75		5%	1%
Ulangan	2	2.97	tn	3.03	tn	2.70	tn	3.29	5.33
Perlakuan	15	21.08	**	4.14	**	4.49	**	2.00	2.62
Galat	30								
Total	47								

Keterangan: Bilangan pada berbagai umur pengamatan tanpa didampingi tanda (*) menunjukkan tidak berbedanyata dan tanda (**) menunjukkan beda nyata pada taraf $\alpha = 0,05$ berdasarkan uji F

Tabel 11. Analisis Ragam bobot kering tanaman pada 45-80 hst

SK	db	F hitung pengamatan ke				F tabel	
		45		80		5%	1%
Ulangan	2	0.22	tn	2.77	tn	3.29	5.33
Perlakuan	15	3.55	**	2.91	**	2.00	2.62
Galat	30						
Total	47						

Keterangan: Bilangan pada berbagai umur pengamatan tanpa didampingi tanda (*) menunjukkan tidak berbedanyata dan tanda (**) menunjukkan beda nyata pada taraf $\alpha = 0,05$ berdasarkan uji F

Tabel 12. Analisis Ragam komponen hasil 95 hst

SK	db	F hitung parameter panen								F tabel	
		Panjang Tongkol		Diameter Batang		Bobot Tongkol		Bobot Pipilan		5%	1%
Ulangan	2	1.01	tn	1.93	tn	2.31	tn	2.20	tn	3.29	5.33
Perlakuan	15	1.28	tn	1.76	tn	6.58	**	3.77	**	2.00	2.62
Galat	30										
Total	47										

Keterangan: Bilangan pada berbagai umur pengamatan tanpa didampingi tanda (*) menunjukkan tidak berbeda nyata dan tanda (**) menunjukkan beda nyata pada taraf $\alpha = 0,05$ berdasarkan uji F



Lampiran 6. Dokumentasi penelitian



(a)



(b)



(c)



(d)



(e)



(f)



(g)



(h)

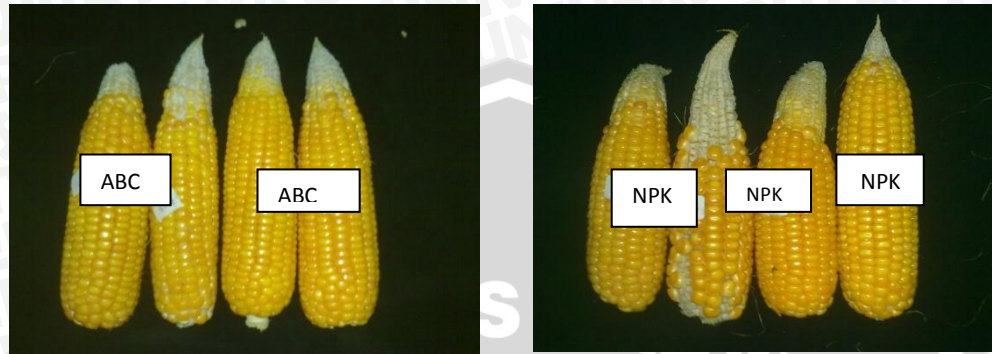


(i)

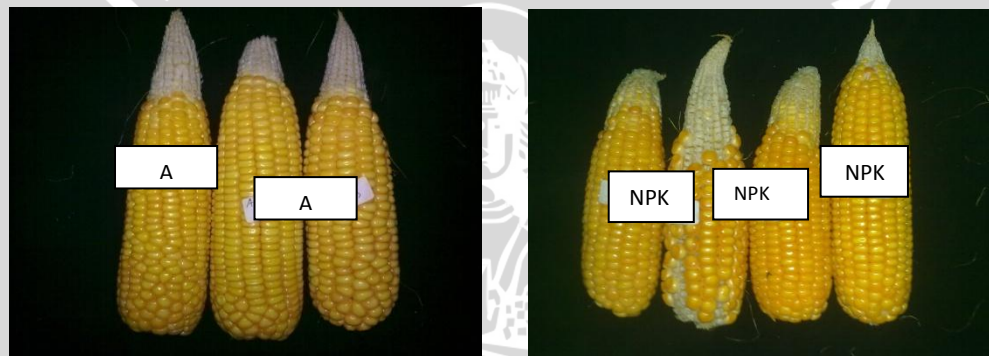
Keterangan:

- (a) Persiapan green house sebelum penelitian
- (b) Persiapan bakteri di laboratorium Departemen Bioteknologi PT. BISI international.
- (c) Aplikas bakteri pada seluruh polybag tanaman jagung
- (d) Perbedaan larutan yang berisi bakteri dan media pelarutnya (Tanpa bakteri)
- (e) Pertumbuhan tanaman jagung pada 15 hst
- (f) Pertumbuhan tanaman jagung pada 30 hst
- (g) Pertumbuhan tanaman jagung pada 65 hst
- (h) Pertumbuhan tanaman jagung pada 90 hst
- (i) Panen jagung pada umur 95 hari

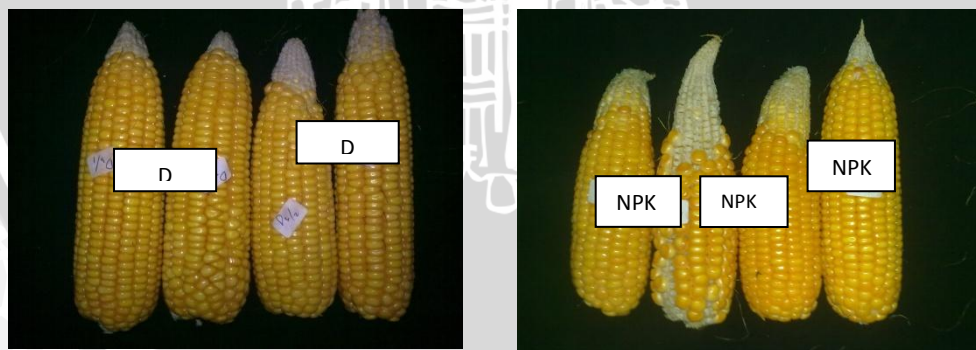
Lampiran 7. Dokumentasi hasil panen



A



B



C

Keterangan :

- A. Perbandingan hasil panen pada perlakuan kombinasi bakteri ABC dengan kontrol (NPK)
- B. Perbandingan hasil panen pada perlakuan bakterit tunggal *Ochrobactrum*sp (A) dengan kontrol (NPK)
- C. Perbandingan hasil panen pada perlakuan bakteri tunggal *Pseudomonas putida* (D) dengan kontrol (NPK)