

LAPORAN HASIL PENELITIAN

**PENGARUH PUPUK BIOLOGI TERHADAP POLA SERAPAN HARA,
KETAHANAN PENYAKIT, PRODUKSI DAN KUALITAS HASIL
BEBERAPA KOMODITAS TANAMAN PANGAN DAN SAYURAN
UNGGULAN**

SURAT PERJANJIAN PELAKSANAAN KEGIATAN

No. : 694 / LB.620/I.1/3/2008

TANGGAL : 4 Maret 2008

Oleh:

Dr. Ir. Hamim, M.Si

Dr. Nisa Rachmania, M.Si

Dr. Ida Hanarida Soemantri, M.S.

Ir. Nani Sumarni, M.S.

**INSTITUT PERTANIAN BOGOR
Bekerjasama dengan
SEKRETARIAT BADAN PENELITIAN DAN PENGEMBANGAN
PERTANIAN**

LAPORAN HASIL PENELITIAN

**PENGARUH PUPUK BIOLOGI TERHADAP POLA SERAPAN HARA,
KETAHANAN PENYAKIT, PRODUKSI DAN KUALITAS HASIL
BEBERAPA KOMODITAS TANAMAN PANGAN DAN SAYURAN
UNGGULAN**

SURAT PERJANJIAN PELAKSANAAN KEGIATAN

No. : 694 / LB.620/I.1/3/2008

TANGGAL : 4 Maret 2008

Oleh:

Dr. Ir. Hamim, M.Si

Dr. Nisa Rachmania, M.Si

Dr. Ida Hanarida Soemantri, M.S.

Ir. Nani Sumarni, M.S.

**INSTITUT PERTANIAN BOGOR
Bekerjasama dengan
SEKRETARIAT BADAN PENELITIAN DAN PENGEMBANGAN
PERTANIAN**

LEMBAR PENGESAHAN LAPORAN HASIL PENELITIAN

1. Judul penelitian : Pengaruh Pupuk Biologi terhadap Pola Serapan Hara, Ketahanan Penyakit, Produksi dan Kualitas Hasil Beberapa Komoditas Tanaman Pangan dan Sayuran Unggulan
2. Penanggungjawab Penelitian :
 - a. Nama : Dr. Ir. Hamim, M.Si.
 - b. Pangkat/golongan : Penata Tingkat I/III^d
 - c. Jabatan :
 - Struktural : -
 - Fungsional : Lektor Kepala
3. Lokasi Penelitian : Bogor (Institut Pertanian Bogor), dan Lembang, Bandung (Balitsa).
4. Biaya Penelitian : Rp. 103.678.000,-
5. Sumber Dana : Sekretariat Badan Litbang Pertanian Tahun Anggaran 2008

Mengetahui,
Kepala Lembaga Penelitian dan
Pemberdayaan Masyarakat
Institut Pertanian Bogor

Prof. Dr. Ir. Bambang Pramudya, MEng.
NIP. 130 541 469

Penanggung Jawab
Kegiatan,



Dr. Ir Hamim, M.Si.
NIP 131 878 946

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah, wassyukur lillah, segala puji bagi Allah Dzat yang Maha Kuasa atas rahmat-Nya sehingga pelaksanaan penelitian dengan judul: Pengaruh Pupuk Biologi terhadap Pola Serapan Hara, Ketahanan Penyakit, Produksi dan Kualitas Hasil Beberapa Komoditas Tanaman Pangan dan Sayuran Unggulan dapat terlaksanaan dengan baik hingga laporan tahun ke dua dapat disusun sesuai dengan target yang ditetapkan. Penelitian yang merupakan kerja sama antara INSTITUT PERTANIAN BOGOR dengan SEKRETARIAT BADAN PENELITIAN DAN PENGEMBANGAN PERTANIAN, DEPARTEMEN PERTANIAN ini merupakan program yang sangat baik sebagai jembatan antar lembaga penelitian dalam mengembangkan keilmuan di bidang pertanian. Pada bidang-bidang lainnya hal tersebut perlu untuk dilakukan sehingga produk-produk penelitian dari Perguruan Tinggi dapat diaplikasikan di masyarakat. Selain itu Kerja sama ini akan melahirkan saling mengetahui perkembangan masing-masing lembaga dalam mengembangkan penelitian.

Sehubungan dengan hal tersebut kami mengucapkan terima kasih kepada Departemen Pertanian, melalui Sekretariat Badan Litbang Pertanian, atas pembiayaan penelitian ini, semoga kerja sama ini bermanfaat bagi pengembangan pertanian dan berguna bagi masyarakat Indonesia. Terima kasih juga kami ucapkan kepada Pimpinan BB Biogen Bogor dan Balitsa Lembang atas diperkenalkannya kami dalam melakukan penelitian melalui keterlibatan peneliti dari kedua lembaga tersebut serta saran-sarana yang dapat digunakan selama penelitian berlangsung. Kami juga mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang baik langsung maupun tidak langsung membantu kami dalam menjalankan penelitian ini.

Kami menyadari masih banyak hal yang dapat disarankan untuk kesempurnaan laporan ini, sehingga saran-saran masih sangat kami butuhkan. Akhirnya kami berharap hasil penelitian ini dapat berguna bagi pengembangan pertanian dan semoga bermanfaat khususnya bagi bangsa ini. Amien!

DAFTAR ISI

	Halaman
DAFTAR TABEL	ii
DAFTAR GAMBAR/ILUSTRASI	iii
RINGKASAN EKSEKUTIF (Bahasan Inggris dan Indonesia)	iv
PENDAHULUAN	1
TINJAUAN PUSTAKA	6
PROSEDUR KERJA	8
HASIL DAN PEMBAHASAN	12
<i>Hasil Percobaan</i>	12
<i>Pembahasan</i>	46
KESIMPULAN	49
PERKIRAAN DAMPAK HASIL KEGIATAN	50
DAFTAR PUSTAKA	51
Lampiran	54

DAFTAR TABEL

Teks

No.	Keterangan Tabel	Halaman
1.	Tabel 1. Viabilitas Bakteri selama penyimpanan dalam media yang berbeda	45

Lampiran

1.	Tabel Data Hasil Analisis Tanah	54
2.	Tabel Data Hasil Analisis kompos	

3. DAFTAR GAMBAR/ILUSTRASI

No.	Keterangan Gambar	Halaman
1.	Grafik rata-rata tinggi tanaman jagung akibat pengaruh perlakuan tunggal penambahan nutrisi (kiri) dan aplikasi pupuk biologi (kanan)	13
2.	Pengaruh interaksi penambahan sumber nutrisi dan aplikasi pupuk biologi terhadap tinggi tanaman jagung.	13
3.	Pengaruh interaksi penambahan sumber nutrisi dan aplikasi pupuk biologi terhadap lingkaran batang tanaman jagung.	14
4.	Grafik rata-rata jumlah daun tanaman jagung akibat pengaruh perlakuan tunggal penambahan nutrisi (kiri) dan aplikasi pupuk biologi (kanan)	14
5.	Pengaruh interaksi penambahan sumber nutrisi dan aplikasi pupuk biologi terhadap rata-rata jumlah daun tanaman jagung.	15
6.	Grafik rata-rata bobot basah tanaman jagung akibat pengaruh perlakuan interaksi antar penambahan nutrisi (N) dan aplikasi pupuk biologi (B).	15
7.	Pengaruh interaksi penambahan sumber nutrisi dan aplikasi pupuk biologi terhadap rata-rata bobot kering total tanaman jagung.	16
8.	Grafik rata-rata produksi jagung pipilan per tanaman pada pengaruh perlakuan tunggal penambahan nutrisi (kiri) dan aplikasi pupuk biologi (kanan)	16
9.	Pengaruh interaksi penambahan sumber nutrisi dan aplikasi pupuk biologi terhadap rata-rata produksi jagung pipilan per tanaman.	17
10.	Tongkol jagung pada perlakuan kontrol B0N0 (kiri) dan perlakuan dengan penambahan pupuk NPK (B1N3).	17
11.	Pengaruh interaksi penambahan sumber nutrisi dan aplikasi pupuk biologi terhadap nilai bobot 100 biji jagung pipilan per tanaman	18
12.	Grafik rata-rata serapan hara makro (N, P, K, Ca, Mg) pada tanaman jagung pada pengaruh perlakuan tunggal sumber nutrisi, yaitu tanpa pupuk (N0), dengan NPK 100% (N1), dengan kompos (N2) dan dengan kombinasi kompos dan NPK dengan dosis masing-masing 50% (N3).	19
13.	Grafik rata-rata serapan hara makro (N, P, K, Ca, Mg) pada tanaman jagung pada pengaruh perlakuan tunggal pupuk biologi, yaitu tanpa pupuk (B0), dengan pupuk biologi cair (B1), dan dengan pupuk biologi padat (B2).	19

14.	Grafik rata-rata serapan hara mikro (Fe, Cu dan Zn) pada tanaman jagung pada berbagai pengaruh perlakuan tunggal sumber nutrisi, yaitu tanpa pupuk (N0), dengan NPK 100% (N1), dengan kompos (N2) dan dengan kombinasi kompos dan NPK dengan dosis masing-masing 50% (N3).	20
15.	Grafik rata-rata serapan hara mikro (Fe, Cu dan Zn) pada tanaman jagung pada pengaruh perlakuan tunggal pupuk biologi, yaitu tanpa pupuk (B0), dengan pupuk biologi cair (B1), dan dengan pupuk biologi padat (B2).	20
16.	Grafik rata-rata tinggi tanaman padi akibat pengaruh kombinasi perlakuan penambahan nutrisi (N) dan aplikasi pupuk biologi (B).	21
17.	Grafik jumlah daun tanaman padi akibat pengaruh perlakuan tunggal penambahan nutrisi (kiri) dan aplikasi pupuk biologi (kanan).	21
18.	Grafik jumlah anakan tanaman padi akibat pengaruh perlakuan tunggal penambahan nutrisi (kiri) dan aplikasi pupuk biologi (kanan)	22
19.	Pertanaman padi gogo pada percobaan penambahan nutrisi dan aplikasi pupuk biologi. Pada akhir masa perumbuhan tanaman dibungkus dengan kain kasa untuk menghindari serangan burung.	22
20.	Grafik rata-rata bobot basah tanaman padi per rumpun akibat pengaruh kombinasi perlakuan penambahan nutrisi (N) dan aplikasi pupuk biologi (B)	23
21.	Grafik rata-rata bobot kering total tanaman padi per rumpun akibat pengaruh kombinasi perlakuan penambahan nutrisi (N) dan aplikasi pupuk biologi (B).	23
22.	Grafik rata-rata jumlah malai per rumpun tanaman padi pada pengaruh perlakuan tunggal penambahan nutrisi (kiri) dan aplikasi pupuk biologi (kanan)	24
23.	Grafik rata-rata bobot produksi per rumpun tanaman padi pada pengaruh kombinasi perlakuan penambahan nutrisi (N) dan aplikasi pupuk biologi (B).	24
24.	Grafik rata-rata Bobot 1000 butir biji tanaman padi akibat pengaruh kombinasi perlakuan penambahan nutrisi (N) dan aplikasi pupuk biologi (B).	25
25.	Grafik rata-rata butir hijau per malai tanaman padi akibat pengaruh kombinasi perlakuan penambahan nutrisi (N) dan aplikasi pupuk biologi (B).	25
26.	Grafik rata-rata serapan hara makro (N, P, K, Ca dan Mg) tanaman padi pada pengaruh perlakuan tunggal penambahan sumber nutrisi.	26

27.	Grafik rata-rata serapan hara makro (N, P, K, Ca dan Mg) tanaman padi pada pengaruh perlakuan tunggal aplikasi pupuk biologi.	26
28.	Grafik rata-rata serapan hara mikro (Fe, Cu dan Zn) tanaman padi pada pengaruh perlakuan tunggal penambahan sumber nutrisi.	27
29.	Grafik rata-rata serapan hara mikro (Fe, Cu dan Zn) tanaman padi pada pengaruh perlakuan tunggal aplikasi pupuk biologi.	27
30.	Grafik tinggi tanaman kedelai pada kombinasi perlakuan aplikasi pupuk biologi dan penambahan nutrisi.	28
31.	Grafik jumlah daun tanaman kedelai akibat pengaruh perlakuan tunggal aplikasi pupuk biologi (kiri) dan penambahan nutrisi (kanan)	28
32.	Grafik bobot kering tanaman kedelai akibat pengaruh perlakuan tunggal aplikasi pupuk biologi (kiri) dan penambahan nutrisi (kanan)	29
33.	Grafik jumlah polong isi per tanaman kedelai akibat pengaruh perlakuan tunggal penambahan nutrisi (kiri) dan aplikasi pupuk biologi (kanan).	29
34.	Grafik produksi biji kedelai pertanaman pada kombinasi perlakuan aplikasi pupuk biologi dan penambahan nutrisi.	30
35.	Grafik rata-rata serapan hara makro (N, P, K, Ca dan Mg) tanaman kedelai pada pengaruh perlakuan tunggal penambahan sumber nutrisi.	30
36.	Grafik rata-rata serapan hara makro (N, P, K, Ca dan Mg) tanaman kedelai pada pengaruh perlakuan tunggal aplikasi pupuk biologi.	31
37.	Grafik rata-rata serapan hara mikro (Fe, Zn dan Cu) tanaman kedelai pada pengaruh perlakuan tunggal penambahan sumber nutrisi.	31
38.	Grafik bobot segar tanaman kentang pada kombinasi perlakuan aplikasi pupuk biologi dan penambahan nutrisi.	32
39.	Grafik tinggi tanaman kentang pada perlakuan penambahan nutrisi (kiri) dan aplikasi pupuk biologi (Kanan).	32
40.	Grafik jumlah dan ukuran umbi kentang per tanaman pada perlakuan sumber nutrisi (kiri) dan aplikasi pupuk biologi (kanan).	33
41.	Grafik bobot umbi kentang per tanaman sampel pada perlakuan penambahan nutrisi (kiri) dan aplikasi pupuk biologi (kanan).	33
42.	Grafik persen daya simpan umbi kentang pada kombinasi perlakuan aplikasi pupuk biologi dan penambahan nutrisi.	34

43.	Grafik rata-rata serapan hara makro (N, P, K, Ca dan Mg) tanaman kentang pada pengaruh perlakuan tunggal penambahan sumber nutrisi.	35
44.	Grafik rata-rata serapan hara makro (N, P, K, Ca dan Mg) tanaman kentang pada pengaruh perlakuan tunggal aplikasi pupuk biologi.	35
45.	Grafik rata-rata serapan hara mikro (Fe, Cu dan Zn) tanaman kentang pada pengaruh perlakuan tunggal sumber nutrisi.	36
46.	Grafik rata-rata serapan hara mikro (Fe, Cu dan Zn) tanaman kentang pada pengaruh perlakuan tunggal aplikasi pupuk biologi.	36
47.	Grafik tinggi tanaman tomat pada perlakuan penambahan nutrisi (kiri) dan aplikasi pupuk biologi (Kanan).	37
48.	Grafik jumlah cabang tanaman tomat pada kombinasi perlakuan aplikasi pupuk biologi dan penambahan nutrisi.	37
49.	Grafik bobot segar tanaman tomat pada perlakuan penambahan nutrisi (kiri) dan aplikasi pupuk biologi (Kanan).	38
50.	Grafik jumlah buah tomat per tanaman pada kombinasi perlakuan aplikasi pupuk biologi dan penambahan nutrisi.	38
51.	Grafik bobot buah tomat per tanaman pada kombinasi perlakuan aplikasi pupuk biologi dan penambahan nutrisi.	39
52.	Grafik rata-rata jumlah buah tomat per kluster pada kombinasi perlakuan aplikasi pupuk biologi dan penambahan sumber nutrisi.	39
53.	Grafik rata-rata diameter buah tomat pada kombinasi perlakuan aplikasi pupuk biologi dan penambahan nutrisi.	40
54.	Grafik nilai daya simpan buah tomat pada perlakuan penambahan nutrisi (kiri) dan aplikasi pupuk biologi (Kanan).	41
55.	Grafik rata-rata serapan hara makro (N, P, K, Ca dan Mg) tanaman tomat pada pengaruh perlakuan tunggal sumber nutrisi.	41
56.	Grafik rata-rata serapan hara makro (N, P, K, Ca dan Mg) tanaman tomat pada pengaruh perlakuan tunggal aplikasi pupuk biologi.	42
57.	Grafik rata-rata serapan hara mikro (Fe, Cu dan Zn) tanaman tomat pada pengaruh perlakuan tunggal sumber nutrisi.	42
58.	Grafik rata-rata serapan hara mikro (Fe, Cu dan Zn) tanaman tomat pada pengaruh perlakuan tunggal aplikasi pupuk biologi.	43

59. Daun (kiri) dan buah tomat yang busuk akibat terserang *Alternaria solani* 44
60. Grafik bobot buah tomat yang busuk pada kombinasi perlakuan aplikasi pupuk biologi dan penambahan nutrisi. 44

EXECUTIVE SUMMARY

Utilization of anorganic fertilizer on intensive crop cultivation for a long time causes a decrease in soil fertility, physical properties, and microbe activities, which results in decrease of land productivity. To improve this kind of soil, it is important to take a systematic action to increase soil organic material (SOM). SOM is very important material to improve soil structure as well as to increase the supply of mineral nutrition required for plant growth and production. Organic matter is also important for microbes activity within the soil, so that it can enhance soil fertility and productivity. In addition, soil microbes are important to help the processes of organic mineralization in the soil component which is required for plant to take up mineral nutrition.

Indonesia has a very reach resources of biodiversity including many potential microbes called plant growth promoting rhyzobacteria (PGPR). Kinds of bacteria such as *Azospirillum* and *Azotobacter* has been known have a role in N₂ fixation in tha nature, while another bacteria such as *Bacillus* and *Pseudomonas* have been known to be able to help the plant to absorb phosphorus and potassium. Utilization of organic matter and application of biofertilizer is a potential technology that is important to be developed to improve sustainable and renewable agriculture.

This research is aimed to study the effectiveness of a biofertilizer consists of several PGPR bacteria on upland-rice, corn, soybean, tomato, and potato, based on mineral absorption, vegetative and reproductive growth, disease tolerant and yield quality.

The research was performed in IPB field laboratory, Cikabayan (for upland-rice, maize and soybean), and Balitsa Lembang (for potatoes and tomatoes). The research was developed using a Factorial Block Randomized Design with two factors with 3 replication blocks. The first factor was nutrient sources including N0, withouth fertilizer, N1, with anorganic fertilizer, N2, with organic fertilizer (compost) and N3 a combination of half dosage of organic and anorganic fertilizers. The second factor was biofertilizer application including B0, without biofertilizer, B1 with liquid biofertilizer and B2, with solid biofertilizer. To support the requirement of vegetative and reproductive data, and for distructive tissue analysis, 10 plants was determined as sample plant in every block.

The result indicated that application of biofertilizer was able to improve vegetative and reproductive growth esspecially for maize, upland rice, tomato and potato plant. This application did not significantly improve growth of soybean, even though it tended to improve

the the number of leaves, dry weight and yield. Biofertilizer application increased size of corn ear and total corn seed, total number and weight of tomato fruit per plant. For potato, the application of biofertilizer was not only increase potato tuber number, but also was able to improve tuber size. The best result was a combination of organic and anorganic fertilizer together with biofertilizer application.

An increase of vegetative and reproductive growth due to application of biofertilizer was in accordance to an increase of macro and micro nutrient absorption by the plants. Absorption of macro and micro element by corn, rice, potato and tomato plant was increased dramatically due to application of biofertilizer suggested that this fertilizer was able to improve nutrient absorption by the plants. The increase of nutrient uptake cause an increase in plant growth under organic application both solitarily as well as in a combination with anorganic fertilizer. However, the biofertilizer was not able to reduce development of leaf spot disease on tomato that was possibly caused by *Alternaria solani*.

RINGKASAN EKSEKUTIF

Pemanfaatan lahan pertanian secara intensif dengan pemakaian pupuk anorganik yang terus menerus berakibat pada menurunnya fertilitas lahan, sehingga sifat fisik lahan memburuk, tanah menjadi padat, aktivitas mikroba tanah menurun, sehingga produktivitas lahan semakin menurun. Untuk meningkatkan kondisi lahan tersebut perlu dilakukan langkah yang sistematis untuk meningkatkan kandungan bahan organik tanah. Kandungan bahan organik tanah sangat penting untuk memperbaiki struktur tanah dan sebagai bahan untuk mensuplai hara bagi tanaman. Selain itu bahan organik juga penting bagi aktivitas mikroba tanah, sehingga dapat meningkatkan fertilitas tanah. Mikroba tanah penting untuk membantu proses mineralisasi bahan organik di dalam tanah dan dapat membantu tanaman dalam penyerapan unsur hara.

Indonesia memiliki kekayaan sumber keanekaragaman hayati yang sangat tinggi yang diantaranya adalah mikroba potensial yang tergolong dalam kelompok PGPR (*plant growth promoting rhizobacteria*). Bakteri seperti *Azospirillum* dan *Azotobacter* diketahui berperan penting dalam fiksasi nitrogen di alam, sementara yang lainnya seperti *Bacillus* dan *Pseudomonas* diketahui dapat membantu proses pelarutan har P dan K bagi tanaman. Pemanfaatan bahan organik dan aplikasi pupuk biologi merupakan suatu teknologi yang cukup potensial untuk dikembangkan pada pertanian ke depan, mengingat teknologi ini dapat menjamin peningkatan produksi pertanian dengan tetap menjaga kelestarian lingkungan.

Penelitian ini dimaksudkan untuk melihat efektifitas dari pupuk biologi yang mengandung bakteri PGPR potensial hasil seleksi dari penelitian terdahulu pada tanaman padi gogo, jagung, kedelai, tomat, dan kentang di lapangan didasarkan pada tingkat serapan hara, pertumbuhan vegetatif dan reprodktif, ketahanan pada penyakit serta kualitas produk yang dihasilkan. Dari penelitian ini diharapkan didapatkan data tentang efektivitas pupuk biologi tersebut pada kelima komoditas yang dicobakan di lapangan.

Percobaan dilakukan di kebun percobaan Cikabayan IPB, Bogor (untuk jagung, padi dan kedelai), dan Balitsa Lembang (untuk kentang dan tomat). Percobaan dilakukan dengan menggunakan Rancangan Acak kelompok faktorial yang terdiri dari dua faktor dengan 3 blok ulangan. Faktor I adalah sumber nutrisi, yaitu N0, tanpa pemupukan, N1, dengan pupuk NPK, N2 dengan kompos dan N3 dengan kombinasi kompos dan NPK 50% dosis. Faktor kedua adalah penggunaan pupuk biologi, yaitu: B0, tanpa pupuk biologi, B1 dengan pupuk biologi cair dan B2

dengan pupuk biologi padat. Untuk memenuhi kebutuhan pengamatan pertumbuhan vegetatif dan reproduktif, ditetapkan 10 tanaman sampel pada setiap petak perlakuan.

Hasil percobaan menunjukkan bahwa penggunaan pupuk biologi dengan menggunakan bakteri *Azospirillum*, *Azotobacter*, *Pseudomonas* dan *Bacillus* dapat memacu pertumbuhan vegetatif dan reproduktif tanaman jagung, padi gogo, kenang dan tomat. Respon tanaman kedelai terhadap aplikasi pupuk biologi tidak terlalu besar walaupun hal itu cenderung meningkatkan jumlah daun dan bobot kering tanaman. Pupuk biologi dapat meningkatkan ukuran tongkol dan bobot biji jagung, bobot gabah padi gogo, jumlah dan bobot umbi kentang serta buah tomat. Pada tanaman kentang penambahan pupuk biologi selain meningkatkan produksi umbi, juga dapat meningkatkan jumlah umbi berukuran besar. Aplikasi pupuk biologi bersama dengan perlakuan kombinasi 50% kompos dan NPK memberikan hasil yang paling baik pada semua tanaman yang dicobakan.

Peningkatan pertumbuhan vegetatif maupun hasil tanaman akibat perlakuan dengan pupuk biologi adalah selaras dengan peningkatan serapan hara tanaman. Pada jagung, padi, kentang dan tomat, penggunaan pupuk biologi dapat meningkatkan serapan hara makro dan mikro secara tajam. Namun, aplikasi pupuk biologi belum bisa menahan serangan penyakit bercak daun dan busuk tomat yang disebabkan oleh *Alternaria solani*.

PENDAHULUAN

Salah satu tujuan pembangunan pertanian sebagaimana disebutkan dalam Rencana Strategis Departemen Pertanian (2005-2009) adalah meningkatkan pemanfaatan sumberdaya pertanian secara berkelanjutan. Oleh karenanya, membangun usaha pertanian harus ditunjang oleh kelestarian sumberdaya pertanian. Salah satu permasalahan yang saat ini dihadapi dalam pembangunan pertanian Indonesia adalah terjadinya penurunan kualitas lahan pertanian, akibat pemakaian pupuk anorganik yang berlebihan dan terus menerus. Selain itu luas lahan pertanian juga semakin sempit akibat konversi lahan pertanian menjadi kawasan perumahan atau industri. Sementara itu tuntutan pemenuhan kebutuhan akan pangan harus selalu tercukupi sejalan dengan pertambahan jumlah penduduk yang terus meningkat. Oleh karenanya, usaha peningkatan produksi pertanian masih sangat dibutuhkan khususnya yang mengarah pada aplikasi teknologi pertanian yang berwawasan lingkungan dan lestari.

Pemanfaatan bahan organik dan pupuk biologi melalui aplikasi mikroba potensial seperti bakteri *Rhizobium*, *Azotobacter*, *Pseudomonas* dan *Azospirillum* merupakan salah satu alternatif yang baik bagi pengembangan pertanian intensif yang berwawasan lingkungan. Hal tersebut karena, selain dapat mengurangi dampak negatif akibat penggunaan pupuk anorganik, aplikasi bahan organik juga dapat meningkatkan kualitas lahan melalui perbaikan kandungan air, hara, dan pemacuan kehidupan mikroba tanah (Sabiham dan Mulyanto 2005).

Mengingat kondisi iklimnya, Indonesia memiliki kekayaan hayati mikroba termasuk bakteri yang prospektif sebagai agen biologis untuk dekomposisi bahan organik atau sebagai aktivator kompos (Goenadi dan Away, 1994). Banyak mikroba yang juga berperan potensial sebagai agen yang memperkaya tanah. Beberapa contoh mikroba tersebut adalah bakteri pengikat Nitrogen simbiotik dan non simbiotik (*Rhizobium* sp, *Azotobacter* sp dan *Azospirillum* sp), dan bakteri pelarut fosfat dan Kalium (*Aspergillus* sp dan *Pseudomonas* sp) (Paul dan Clark, 1989; Altomare et al., 1999). Bahkan beberapa spesies bakteri tersebut dapat memacu pertumbuhan tanaman melalui kemampuannya memproduksi zat pengatur tumbuh tanaman. Jenis-jenis bakteri tersebut dikenal dengan istilah Plant Growth Promoting Rhizobacteria (PGPR), yang selain berperan dalam merombak kembali unsur hara dari bahan organik juga dapat memacu pertumbuhan tanaman bahkan beberapa jenis bakteri dapat berperan

sebagai agen hayati yang dapat mengendalikan serangan patogen (Weller and Thomashow, 1993; Glick, 1995; Elo et al., 2000; Vessey, 2003; Guo et al., 2004). Selain itu pemanfaatan mikroba tersebut sebagai pupuk biologi juga dapat meningkatkan fertilitas lahan termasuk kandungan bahan organik, P dan N total dalam tanah (Dey et al., 2004; Wu et al., 2005).

Pemanfaatan pupuk organik dan aplikasi teknologi pupuk hayati hingga saat ini masih belum mendapat perhatian yang serius. Sementara itu berbagai jenis pupuk hayati dari luar negeri mulai membanjir di pasaran lokal, yang sering kali membingungkan petani. Oleh karenanya upaya penelitian tentang teknologi dan aplikasi pupuk hayati masih perlu didorong, khususnya untuk menyongsong program Departemen Pertanian menuju Pertanian Organik 2010.

Suatu penelitian kerjasama antara Direktorat Pengelolaan Lahan dan Air, Departemen Pertanian dan LPPM Institut Pertanian Bogor tahun 2006 yang lalu telah berhasil mendapatkan beberapa mikroba yang potensial sebagai pupuk biologi dari kelompok *Bacillus*, *Azotobacter*, *Azospirillum*, dan *Pseudomonas* (Ditjen PLA Deptan-LPPM IPB, 2006). Diantara mikroba-mikroba tersebut selain diketahui dapat meningkatkan penyerapan N melalui simbiosis maupun non-simbiosis dengan tanaman, juga dapat memacu kelarutan P dan K. Bahkan sebagiannya diketahui dapat mensintesis hormon tumbuhan seperti IAA, sehingga diharapkan dapat memacu pertumbuhan tanaman (Ditjen PLA Deptan-LPPM IPB, 2006).

Aplikasi mikroba tersebut sebagai pupuk hayati untuk tanaman padi, jagung, kentang dan tomat dalam percobaan di rumah kaca (Penelitian KKP3T tahun I, Hamim et al., 2007) juga mendapatkan hasil yang sangat baik. Serapan hara pada tanaman yang mendapat perlakuan pupuk biologi tersebut mengalami peningkatan yang nyata. Penggunaan pupuk biologi dapat meningkatkan rata-rata produksi jagung dan padi hingga 40%, dengan peningkatan tertinggi pada aplikasi pupuk hayati pada tanaman yang mendapat perlakuan kombinasi antara campuran pupuk organik dan anorganik 50% dosis. Pada tanaman kentang penggunaan pupuk biologi mampu meningkatkan bobot umbi rata-rata hingga 89%. Selain itu aplikasi pupuk biologi dapat meningkatkan ukuran kentang yang dihasilkan dan mampu mengurangi jumlah umbi yang busuk hingga 70% saat panen.

Walupun aplikasi PGPR mampu meningkatkan pertumbuhan dan produksi tanaman, namun secara umum pertumbuhan dan produksi tanaman yang tanpa pemupukan sangat rendah jika dibandingkan dengan tanaman yang mendapat pupuk organik atau pupuk anorganik. Hal tersebut membuktikan bahwa aplikasi pupuk biologi perlu dipadu dengan sumber nutrisi yang diperlukan tanaman baik yang berasal dari pupuk organik maupun pupuk anorganik, khususnya jika diaplikasikan pada tanah yang kesuburannya rendah (Hamim *et al.*, 2007). Walaupun demikian, apakah respon tersebut sama jika kita aplikasikan pada tanaman di lapangan, masih diperlukan penelitian lebih lanjut. Selain mengalami keterbatasan sumber hara, tanaman yang ada di dalam pot mengalami fluktuasi kandungan air yang besar dan memiliki keterbatasan dalam keragaman sumber mikroba jika dibandingkan dengan tanaman yang ada di lapangan.

Oleh karenanya pengujian lebih lanjut dari aplikasi PGPR ini di lapangan untuk beberapa komoditas unggulan dari berbagai jenis tanaman pangan maupun hortikultura sangat dibutuhkan, sehingga teknologi tersebut dapat dimanfaatkan oleh masyarakat.

Tujuan Kegiatan

Penelitian ini bertujuan untuk:

- a. Mengetahui efektivitas pemanfaatan pupuk biologi terhadap pertumbuhan dan produksi tanaman padi gogo, jagung, kedelai, kentang dan tomat di lapangan.
- b. Membandingkan pola serapan hara antara tanaman yang mendapat pupuk biologi dan kombinasinya dengan pupuk organik dan anorganik serta implikasinya terhadap serangan penyakit tanaman.
- c. Melihat pengaruh pemupukan biologi di lapangan terhadap kualitas hasil tanaman pangan dan sayuran.
- d. Mencari formula yang tepat sebagai pembawa PGPR sehingga pupuk biologi dapat digunakan dengan mudah dan praktis
- e. Melakukan uji viabilitas bakteri PGPR dalam pupuk hayati selama penyimpanan dalam media padat hingga 9 bulan.

Luaran yang diharapkan

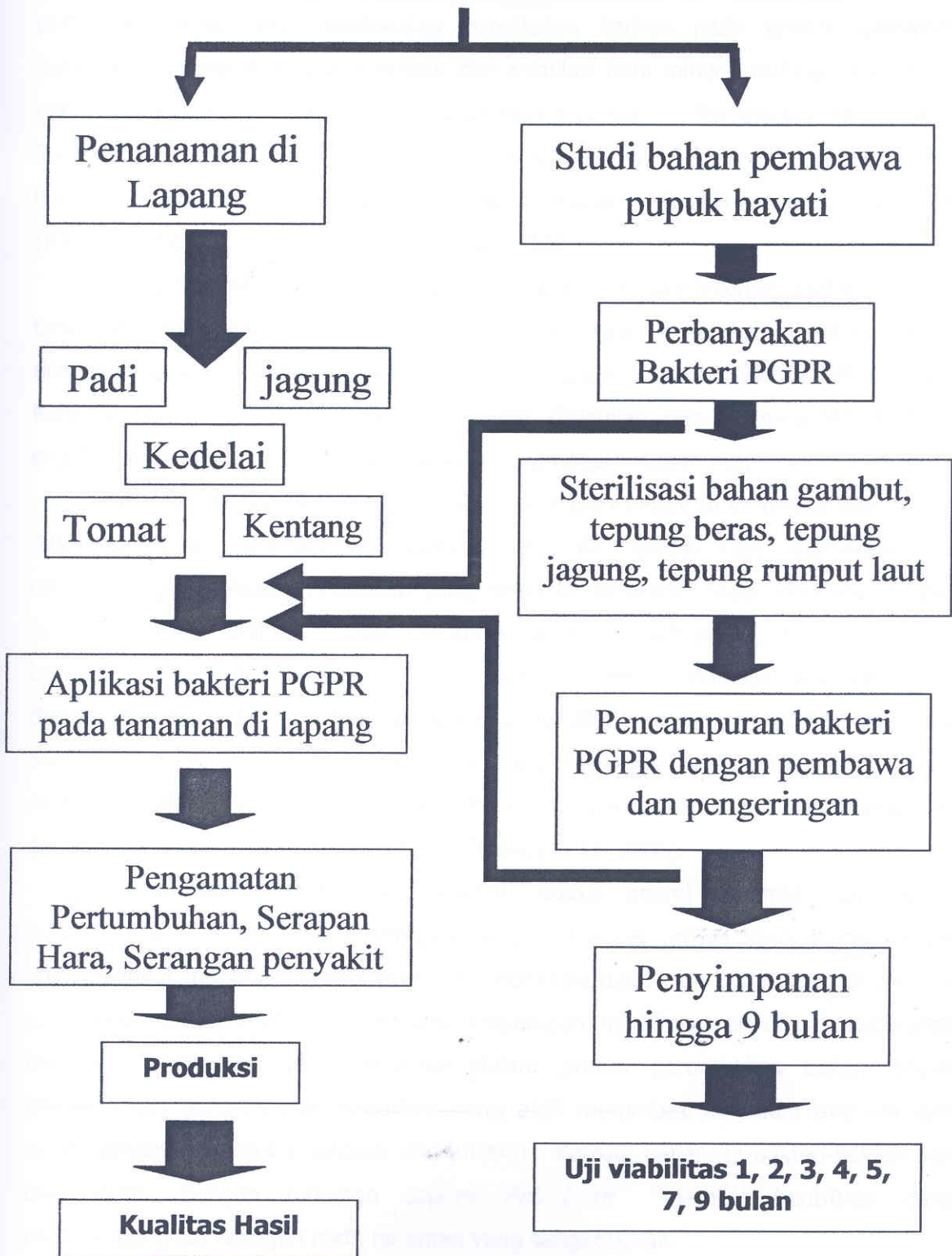
- **Luaran Jangka Panjang**

Dalam dua tahun diharapkan diperoleh produk pupuk hayati yang cocok untuk jenis-jenis tanaman pangan dan sayuran yang dapat dimanfaatkan oleh petani. Di akhir tahun ke 3 diharapkan dapat diusulkan paten dari produk yang dihasilkan.

- **Luaran tahun yang berjalan**

Pada tahun 2 diharapkan telah diperoleh data tentang respon pertumbuhan vegetatif dan reproduktif dan pola serapan hara makro dan mikro dari tanaman padi gogo, jagung, kedelai, kentang dan tomat yang mendapat perlakuan dengan pupuk biologi maupun pupuk anorganik. Selain itu diharapkan juga didapatkan data dampak pemupukan biologi pada ketahanan tanaman terhadap penyakit. Diharapkan pada tahun ini juga diperoleh informasi tentang kompatibilitas bahan pembawa bagi bakteri PGPR berdasarkan viabilitas dari bakteri yang dibawa.

ROAD MAP Penelitian Tahun II



TINJAUAN PUSTAKA

Paling tidak tumbuhan memerlukan 16 jenis unsur hara esensial makro dan mikro yang diperoleh dari lingkungannya (Taiz dan Zeiger 2002). Untuk proses pertumbuhannya, selain melakukan pengikatan karbon pada proses fotosintesis, tanaman juga melakukan penyerapan dan asimilasi hara mineral melalui akar. Proses penyerapan hara oleh tanaman dari lingkungannya sangat dipengaruhi oleh beberapa faktor antara lain (a) jenis tanah, (b) derajat kesamaan (pH) tanah, dan (c) tingkat kesuburan (ketersediaan hara) tanah yang ditentukan oleh nilai kapasitas tukar kation (KTK) (Lambers *et al.* 1998; Taiz dan Zeiger 2002).

Pada tanah-tanah pertanian yang diusahakan secara intensif tingkat kesuburan tanah umumnya akan menurun dengan cepat, sehingga jika tambahan unsur hara tidak dilakukan akan berakibat terjadinya defisiensi pada tanaman (Havlin *et al.* 2005). Penambahan unsur hara pada tanah dapat dilakukan dengan penambahan bahan organik atau dengan aplikasi pupuk anorganik tunggal maupun majemuk.

Dewasa ini penggunaan pupuk anorganik oleh petani di Indonesia telah banyak dilakukan, bahkan dengan dosis yang kadang kala melebihi dosis rekomendasi yang ditetapkan pemerintah. Perlakuan yang demikian berakibat pada penurunan fertilitas lahan pertanian, sifat fisik tanah menurun, tanah menjadi padat, mikrobiologi tanah berkurang (Bekti dan Surdianto 2001), sehingga produktivitasnya menurun dengan drastis (Miharja 2004)). Oleh karenanya perlu dilakukan upaya pengembalian lahan tersebut dengan penambahan bahan organik, sehingga kehidupan mikroba tanah membaik. Aktivitas mikroba dan siklus hara di dalam tanah sangat berhubungan erat dengan kandungan bahan organik tanah (Havlin *et al.* 2005)

Selain faktor lingkungan tersebut, status energi tanaman juga sangat berpengaruh terhadap tingkat serapan hara, mengingat proses absorpsi hara secara umum dilakukan melalui proses transport aktif (Taiz dan Zeiger 2002). Aspek yang lain yang juga ikut berkontribusi terhadap penyerapan hara tanaman adalah keberadaan mikroba tanah baik yang berperan dalam proses perombakan bahan organik (mineralisasi) maupun bakteri-bakteri yang aktif merombak amonium menjadi nitrat dalam proses nitrifikasi (Lambers *et al.* 1998). Bahkan beberapa bakteri-bakteri yang bersimbiosis dengan tanaman seperti *Rhizobium* memiliki kontribusi dalam menyumbangkan nitrogen pada tanaman yang sangat besar.

Beberapa bakteri yang banyak berkembang pada perakaran tanaman juga telah dikenal memiliki peran penting dalam membantu pertumbuhan tanaman, sehingga dikenal dengan bakteri perangsang pertumbuhan tanaman (*plant growth promoting rhizobacteria*, PGPR). PGPR dapat meningkatkan pertumbuhan tanaman melalui banyak hal antara lain melalui asosiasi dengan tanaman dalam mengikat N₂, peningkatan kelarutan fosfat, memacu fungsi dari mikoriza, mengatur produksi etilen di akar, melepaskan fitohormon dan menurunkan toksisitas logam berat (Whips 2001). Diantara kelompok bakteri PGPR, *Bacillus* dan *Pseudomonas* termasuk yang cukup dominan (Podile dan Kishor 2006)). Selain itu beberapa bakteri PGPR juga ikut berperan dalam melindungi tanaman dari serangan patogen melalui mekanisme antibiosis, parasitisme dan persaingan nutrisi, atau melalui peningkatan respon ketahanan tanaan (Podile dan Kishor 2006).

Hasil percobaan yang terdahulu juga membuktikan bahwa bakteri-bakteri PGPR yang digunakan (*Azospirillum*, *Azotobacter*, *Bacillus* dan *Pseudomonas*) memiliki kemampuan untuk memproduksi auksin yang tinggi di dalam media (Tim Kerjasama LPPM IPB- Deptan 2006). Beberapa peneliti telah membuktikan bahwa ada korelasi positif antara produksi Auksin yang diinduksi oleh bakteri PGPR dengan kemampuan tanaman membentuk cabang dan produksi beberapa tanaman termasuk *Brassica napus* (Asghar *et al.* 2004). Pada tanaman jagung dan caisim, penggunaan bakteri PGPR di atas juga dapat memacu peningkatan kandungan auksin dan peningkatan perumbuhan dan produksi tanaman (Wibowo 2007). Pada percobaan tahun pertama di rumah kaca menunjukkan bahwa aplikasi pupuk biologi dengan bakteri PGPR mampu meningkatkan perumbuhan dan produksi tanaman jagung, tomat dan kentang, namun pengaruhnya kurang terlihat pada tanaman padi sawah (Hamim *et al.* 2007).

Ada korelasi yang baik antara aplikasi pupuk biologi dengan peningkatan serapan hara makro dan mikro pada tanaman sehingga memacu pertumbuhan dan produksi tanaman (Hamim *et al.* 2007). Beberapa bakteri PGPR memiliki peran penting dalam membantu tanaman menyerap hara, karena kemampuannya dalam melarutkan hara taaman seperti fosfor dan kalium (Podile dan Kishor 2006). Peningkatan serapan hara akan memacu pertumbuhan tanaman dan berakibat pada peningkatan produksi.

PROSEDUR KERJA

Waktu dan Lokasi Kegiatan

- Waktu pelaksanaan penelitian adalah 4 Maret – 4 Desember 2008
- Lokasi kegiatan:
 1. Laboratorium Fisiologi Tumbuhan dan Mikrobiologi, Departemen Biologi dan Lab Terpadu FMIPA – IPB.
 2. Kebun Percobaan – IPB Farm, Darmaga, Bogor
 3. Kebun Percobaan Balai Penelitian Tanaman Sayuran, Lembang.

5. Metodologi

Percobaan Lapang

Lahan yang digunakan dalam percobaan ini adalah lahan dengan tingkat kesuburan yang rendah hingga sedang di Kebun Percobaan Cikabayan, IPB Farm, Darmaga, Bogor. Pada awal percobaan dilakukan persiapan lahan terlebih dahulu dengan mengambil sampel untuk analisis pH dan kandungan haranya.

Pada percobaan ini akan dilakukan penanaman **3 jenis tanaman pangan** yaitu padi gogo, jagung dan kedelai, dan **2 jenis tanaman hortikultura**, yaitu kentang dan tomat untuk ditanam di lapang. Untuk padi gogo akan digunakan varietas Situbagendit, jagung varietas Bisma dan kedelai varietas Slamet, yang akan ditanam di kebun percobaan IPB Farm Cikabayan, Bogor. Untuk kentang digunakan varietas Granola, sedangkan untuk tomat digunakan varietas Marta. Keduanya di tanam di kebun percobaan Balitsa, Lembang.

Masing masing tanaman ditanam di lapang dengan **Rancangan Acak Kelompok** faktorial dua faktor dengan 3 ulangan. **Faktor I** adalah sumber nutrisi, yaitu **N0** tanpa penambahan pupuk (kontrol), **N1** dengan pupuk anorganik (N, P dan K dengan dosis sesuai dengan rekomendasi masing-masing tanaman), **N2** dengan pupuk organik (kompos), dan **N3** campuran kompos dan NPK dengan masing-masing 50% dosis. Dosis bahan organik yang digunakan adalah 5 ton/Ha untuk tanaman pangan dan 10 ton/Ha untuk tanaman hortikultura. **Faktor II** adalah aplikasi pupuk biologi, yaitu **B0** tanpa pupuk biologi, **B1** dengan pupuk biologi hasil pebanyakan dengan

media cair dan **B2** dengan pupuk biologi yang telah diikat dalam media padat. Dengan demikian masing-masing tanaman akan terdapat 36 petak penanaman (4 perlakuan sumber nutrisi x 3 perlakuan pupuk biologi x 3 ulangan).

Masing-masing tanaman ditanam dalam petak berukuran 3x3 m² dengan jarak tanaman untuk padi, jagung, dan kedelai masing-masing berturut-turut 30x15, 60x20, dan 50x15 cm². Adapun jarak tanam untuk tomat dan kentang adalah 70x50 dan 50x30 cm². Tiap petak penanaman akan diambil **10 sampel** tanaman untuk pengukuran laju pertumbuhan dan produksinya. Untuk keperluan analisis serapan hara akan diambil 3 tanaman sebagai sampel saat tanaman berumur kira-kira 2 bulan. Adapun bobot kering tanaman akan dianalisis saat akhir penanaman dengan menggunakan 5 sampel tanaman.

Pemberian sumber nutrisi dilakukan pada awal penanaman untuk pupuk organik (kompos), sedangkan perlakuan dengan pupuk NPK diberikan 2 kali, yaitu pada awal tanam dan 3 minggu setelah tanam. Pupuk biologi yang digunakan terdiri dari 4 jenis bakteri PGPR (untuk padi gogo, jagung, tomat dan kentang), yaitu *Bacillus*, *Azospirillum*, *Azotobacter* dan *Pseudomonas* hasil seleksi Tim Kerjasama antara Ditjen PLA Deptan dengan LPPM IPB (Ditjen PLA Deptan dan LPPM-IPB, 2006). Sedangkan untuk kedelai, selain keempat jenis bakteri diatas, juga ditambahkan bakteri *Rhizobium* sp. Perlakuan dengan pupuk biologi dilakukan 2 kali, yaitu 1 dan 3 minggu setelah tanam. Untuk mikroba yang berasal dari media cair, 1 L media yang berisi masing-masing mikroba diencerkan 4 kali, kemudian keempatnya dicampur menjadi satu (komposit). Selanjutnya larutan pupuk tersebut disiramkan pada tanaman dengan dosis lebih kurang 4000 ml/petak pada umur 1 minggu dan 6000 ml per/petak pada umur 3 minggu. Penyiraman dilakukan secara merata dekat dengan pangkal batang tanaman pada pagi hari antar pukul 6-8 wib. Untuk pupuk yang telah dipadatkan, 250 g bahan yang mengandung bakteri tertentu dilarutkan dalam 1 L air kemudian dicampurkan dengan ketiga bakteri lainnya untuk diaplikasikan sebagaimana perlakuan sebelumnya.

Pengamatan

Pada awal percobaan akan diambil sampel tanah yang akan ditanami dan dianalisis kandungan hara tanah untuk melihat tingkat ketersediaan hara dari tanah

yang digunakan. Selain itu juga dilakukan analisis hara pada kompos yang akan digunakan.

Pengamatan pertumbuhan tanaman dilakukan pada tinggi tanaman, jumlah daun, jumlah anakan (untuk padi), lingkaran batang (untuk jagung), jumlah cabang (untuk tomat), dan bobot basah dan bobot kering tanaman. Pengamatan terhadap penampakan pertumbuhan secara visual dilakukan selama fase pertumbuhan vegetatif dan reproduktif. Pengamatan produksi dilakukan terhadap bobot produksi, rata-rata jumlah malai (padi), rata-rata jumlah buah per kluster (tomat) dan ukuran serta bobot buah atau umbi untuk tomat dan kentang.

Untuk melihat pengaruh pemupukan biologi terhadap kualitas produk, akan diamati persen butir hijau dan bobot 1000 butir (untuk padi), bobot 100 biji (untuk jagung), bobot, ukuran buah (untuk tomat), kadar air, dan ukuran umbi (untuk kentang). Selain itu, untuk melihat kualitas produk, juga akan dilakukan uji daya simpan hasil untuk tomat dan kentang. Selama fase pertumbuhan dan reproduksi juga dilakukan pengamatan terhadap serangan penyakit pada batang, daun maupun buah/biji.

Analisis unsur hara makro (N, P, K, Ca, Mg) dan mikro (Fe, Cu, dan Zn) dilakukan dengan mengambil sampel daun tanaman untuk melihat pola serapan hara tanaman dan tingkat defisiensi hara. Daun yang berkembang penuh (fully expanded leaf) diambil kemudian dikeringkan segera di dalam oven pada suhu 70°C selama 3 hari kemudian dianalisis. Analisis hara makro dan mikro dilakukan dengan menggunakan spektroskopi serapan atom (AAS).

Percobaan formula pupuk hayati

Persiapan bahan

Sebagai bahan pembawa pupuk hayati digunakan gambut, tepung beras, tepung jagung dan tepung rumput laut. Bahan-bahan tersebut disterilisasi terlebih dahulu dengan oven 100°C selama 4 jam, kemudian didinginkan kembali dan disimpan. Sementara itu, bakteri PGPR yang akan digunakan diperbanyak dengan media kaldu King's B dalam erlenmeyer. Masing-masing bakteri yang telah siap dicampur dengan bahan pembawa dengan rasio 1 L untuk 3 Kg bahan, sehingga diperoleh 16 kombinasi

perlakuan (4 jenis bakteri x 4 jenis bahan pembawa). Selanjutnya campuran tersebut dikeringkan dengan freezdyer hingga diperoleh bahan yang telah kering dan siap untuk disimpan.

Perlakuan penyimpanan

Untuk perlakuan penyimpanan, setiap kombinasi perlakuan diambil 100 g sebanyak 3 ulangan dan dikemas dalam botol plastik untuk disimpan pada waktu 0, 1, 2, 3, 4, 5, 7, dan 9 bulan. Bahan selanjutnya disimpan di laboratorium pada ruang penyimpanan ber AC dengan suhu rata-rata 25°C.

Pengamatan viabilitas bakteri PGPR yang terkandung di dalam pupuk biologi diamati secara periodik selama penyimpanan (0, 1, 2, 3, 4, 5, 7, dan 9 bulan). Pengamatan viabilitas dilakukan dengan melarutkan pupuk biologi dengan air pada berbagai tingkat pengenceran mulai dari 10^{-3} - 10^{-6} , dan diamati pada cawan petri yang telah diberi media NA. Hasil pengamatan dibandingkan dengan kontrol.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Percobaan

Percobaan Penanaman di Lapang

Berdasarkan data hasil analisis tanah dan kompos yang digunakan dalam percobaan ini menunjukkan bahwa tanah yang digunakan memiliki kandungan hara yang relatif rendah (Tabel Lampiran 1) sehingga diharapkan pemberian kompos memiliki kontribusi yang nyata. Ada sedikit perbedaan kandungan hara dari kompos yang digunakan, karena perbedaan sumber tambahan pupuk kandang. Untuk percobaan padi, kedelai dan jagung tambahan pupuk kandangnya adalah kotoran sapi, sedangkan untuk percobaan kentang dan tomat digunakan pupuk kandang dari kotoran kuda (Tabel Lampiran 2).

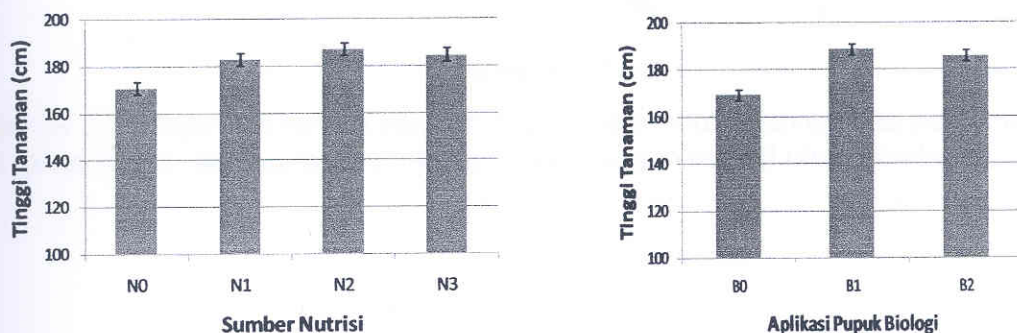
Hasil percobaan menunjukkan bahwa perlakuan yang diberikan di lapang baik pemberian sumber nutrisi yang terdiri dari 4 taraf yaitu tanpa pemupukan (N0), dengan pupuk NPK (N1), dengan kompos (N2) dan kombinasi NPK dan kompos dengan dosis masing-masing 50% (N3), maupun aplikasi pupuk biologi yaitu tanpa pupuk biologi (B0), dengan pupuk biologi cair (B1), dan pupuk biologi padat (B2) menunjukkan respon yang nyata pada pertumbuhan dan produksi. Penambahan pupuk baik pupuk anorganik (NPK) maupun pupuk organik (kompos) dan kombinasi kompos dan anorganik menunjukkan respon yang hampir sama pada pertumbuhan vegetatif dan generatif, dan nyata lebih tinggi dari perlakuan kontrol. Hal yang sama juga terjadi dengan aplikasi pupuk biologi. Walaupun demikian ada perbedaan respon antar tumbuhan terkait dengan aplikasi dengan menggunakan pupuk hayati dalam bentuk cair dan penggunaan pupuk hayati dalam bentuk padat. Untuk melihat respon secara lebih spesifik akan dijelaskan berdasarkan komoditas yang ada.

Tanaman Jagung

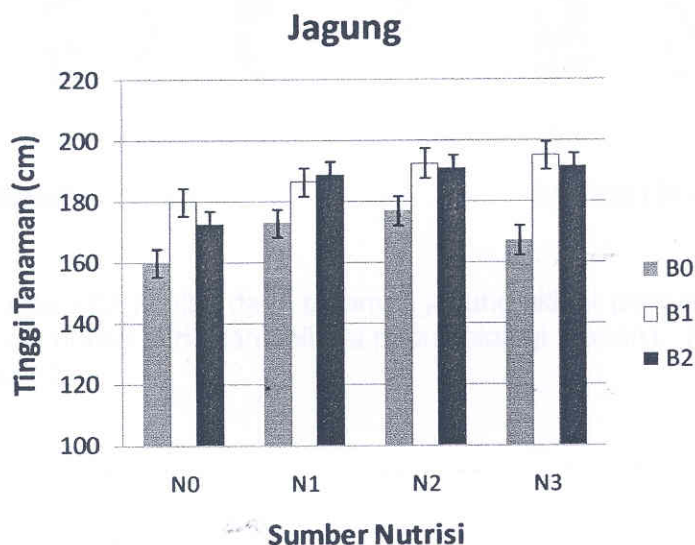
Berdasarkan data pengamatan tinggi tanaman pada jagung, penambahan sumber nutrisi dan pupuk biologi dapat meningkatkan tinggi tanaman jagung hingga rata-rata 7%. Variasi sumber pemupukan maupun jenis aplikasi pupuk hayati tidak berpengaruh secara nyata (gambar 1). Kalau diperhatikan pada tingkat interaksi kedua perlakuan tersebut terlihat bahwa respon jenis sumber nutrisi terlihat pada perlakuan kontrol tanpa pupuk biologi (Gambar 2).

Respon yang sama juga ditunjukkan oleh parameter pertumbuhan rata-rata, jumlah daun, dan bobot kering total tanaman (Gambar 4, 5 dan 6), sedangkan lingkaran batang tidak terpengaruh secara nyata oleh perlakuan (Gambar 3). Aplikasi berbagai sumber nutrisi dan pupuk biologi meningkatkan rata-rata jumlah daun hingga 13% (4 dan 5).

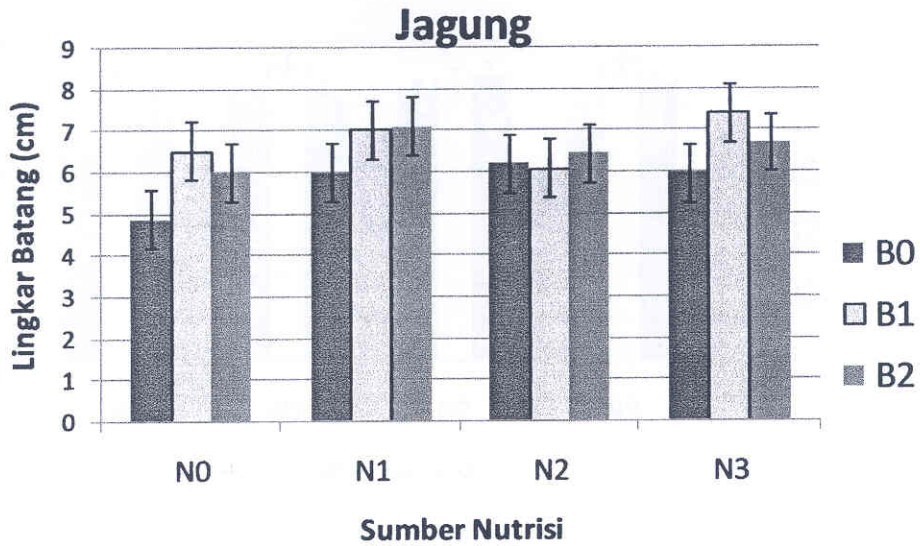
Tinggi tanaman, jumlah daun, dan bobot kering tumbuhan merupakan parameter pertumbuhan yang penting untuk mendukung kemampuan tanaman dalam memproduksi buah dan biji. Hal ini sejalan dengan peningkatan total fotosintesis pada skala tumbuhan secara utuh, sehingga kemampuan produksi tanaman akan meningkat.



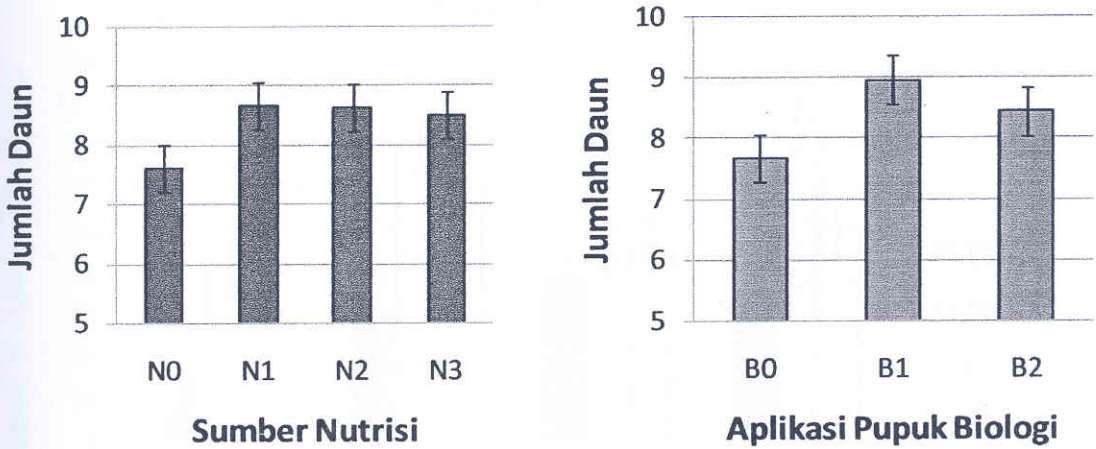
Gambar 1. Grafik rata-rata tinggi tanaman jagung akibat pengaruh perlakuan tunggal penambahan nutrisi (kiri) dan aplikasi pupuk biologi (kanan). Keterangan: N0, tanpa penambahan pupuk, N1 dengan pupuk NPK, N2 dengan kompos 5 ton/Ha, N3 kombinasi NPK dan kompos dengan dosis masing-masing 50%, B0 tanpa pupuk biologi, B1 dengan pupuk biologi cair dan B2 dengan pupuk biologi padat



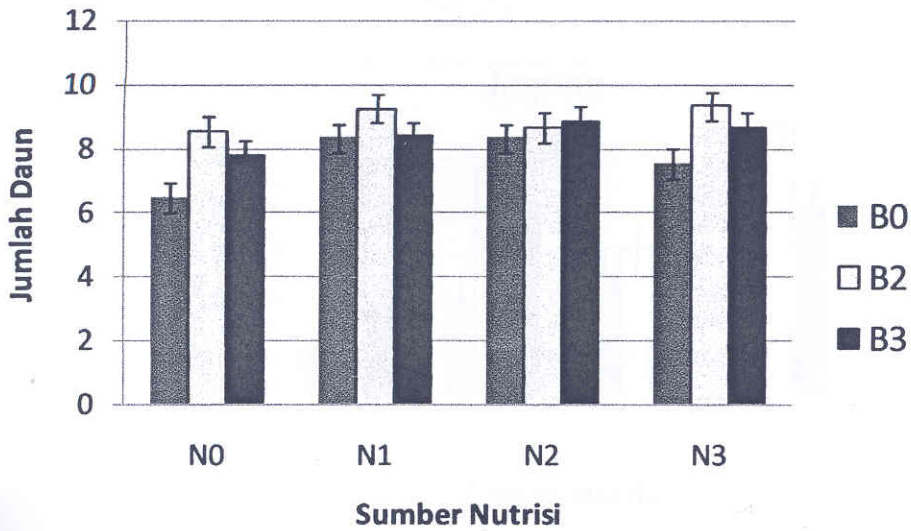
Gambar 2. Pengaruh interaksi penambahan sumber nutrisi dan aplikasi pupuk biologi terhadap tinggi tanaman jagung. Keterangan seperti pada Gambar 1.



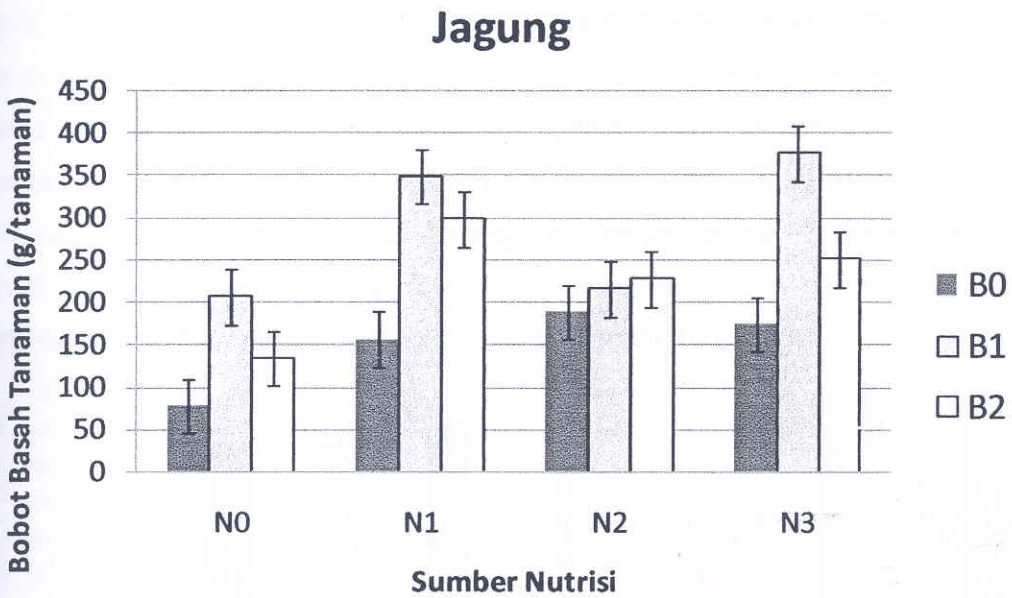
Gambar 3. Pengaruh interaksi penambahan sumber nutrisi dan aplikasi pupuk biologi terhadap lingkar batang tanaman jagung. Keterangan seperti pada Gambar 1.



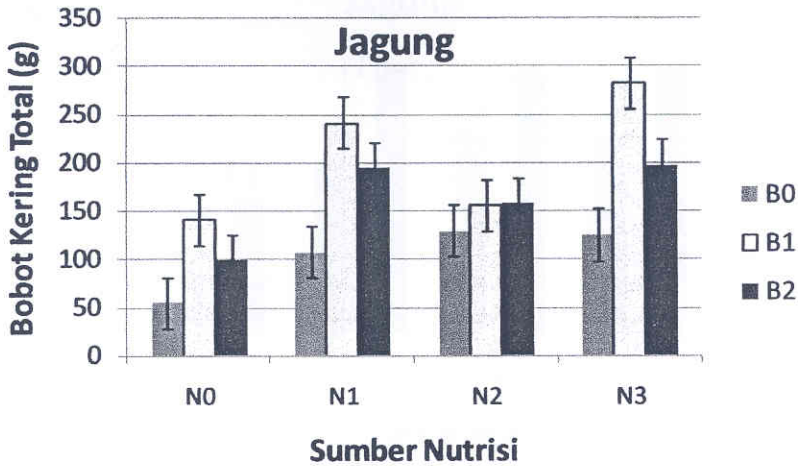
Gambar 4. Grafik rata-rata jumlah daun tanaman jagung akibat pengaruh perlakuan tunggal penambahan nutrisi (kiri) dan aplikasi pupuk biologi (kanan). Keterangan sama seperti pada Gambar 1.



Gambar 5. Pengaruh interaksi penambahan sumber nutrisi dan aplikasi pupuk biologi terhadap rata-rata jumlah daun tanaman jagung. Keterangan sama seperti pada Gambar 1.

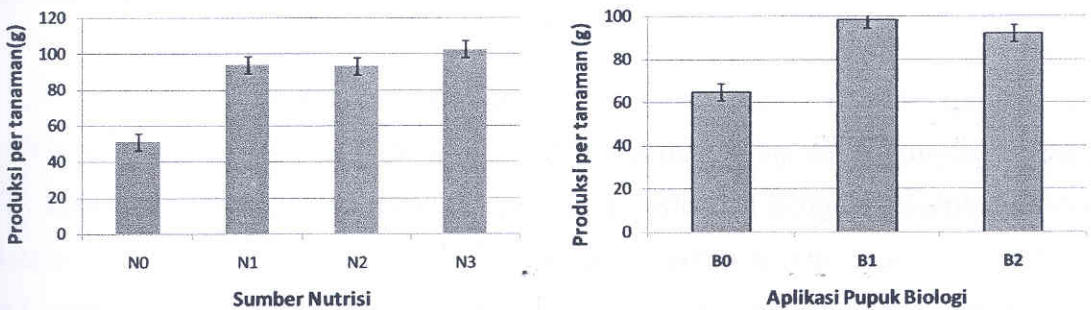


Gambar 6. Grafik rata-rata bobot basah tanaman jagung akibat pengaruh perlakuan interaksi antar penambahan nutrisi (N) dan aplikasi pupuk biologi (B). Keterangan sama seperti pada Gambar 1.

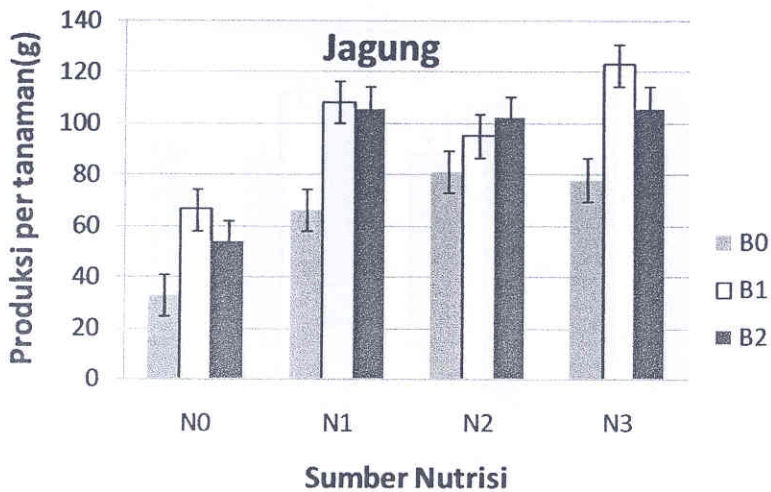


Gambar 7. Pengaruh interaksi penambahan sumber nutrisi dan aplikasi pupuk biologi terhadap rata-rata bobot kering total tanaman jagung. Keterangan sama seperti pada Gambar 1.

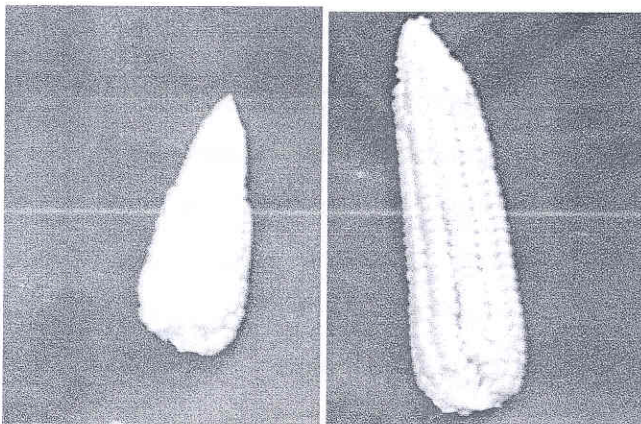
Pada parameter pertumbuhan generatif, perlakuan sumber nutrisi dan aplikasi pupuk hayati juga menunjukkan respon yang nyata baik pada tingkat pembungaan maupun produksi tongkol dan biji jagung. Data-data kuantitatif produksi menunjukkan bahwa perlakuan sumber nutrisi maupun aplikasi pupuk biologi secara sangat nyata mampu meningkatkan produksi pipil kering jagung per tanaman (gambar 8 dan 9) dan tentunya meningkatkan produksi jagung per hektar antara 40-60%. Secara visual bentuk tongkol antara tanaman kontrol tanpa sumber nutrisi dan yang mendapatkan perlakuan tambahan nutrisi dapat dilihat pada Gambar 10 berikut.



Gambar 8. Grafik rata-rata produksi jagung pipil per tanaman pada pengaruh perlakuan tunggal penambahan nutrisi (kiri) dan aplikasi pupuk biologi (kanan)

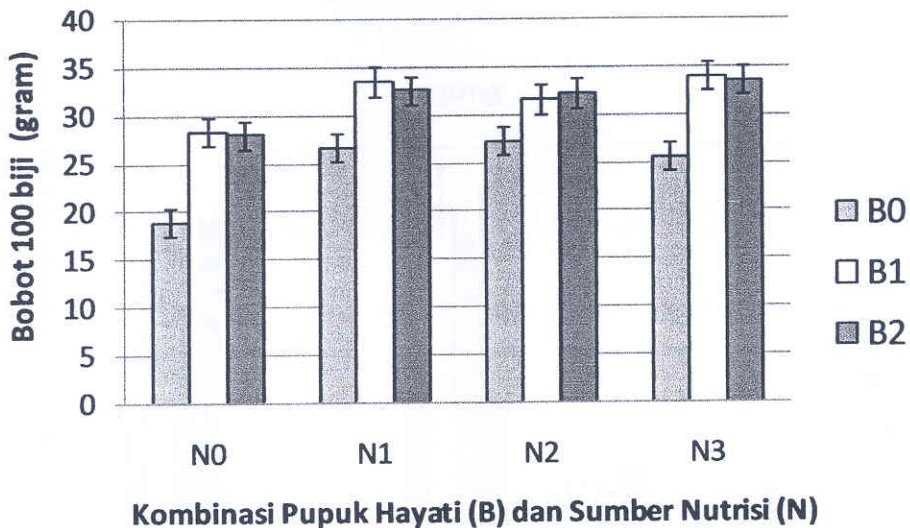


Gambar 9. Pengaruh interaksi penambahan sumber nutrisi dan aplikasi pupuk biologi terhadap rata-rata produksi jagung pipilan per tanaman.



Gambar 10. Tongkol jagung pada perlakuan kontrol B0N0 (kiri) dan perlakuan dengan penambahan pupuk NPK (B1N3).

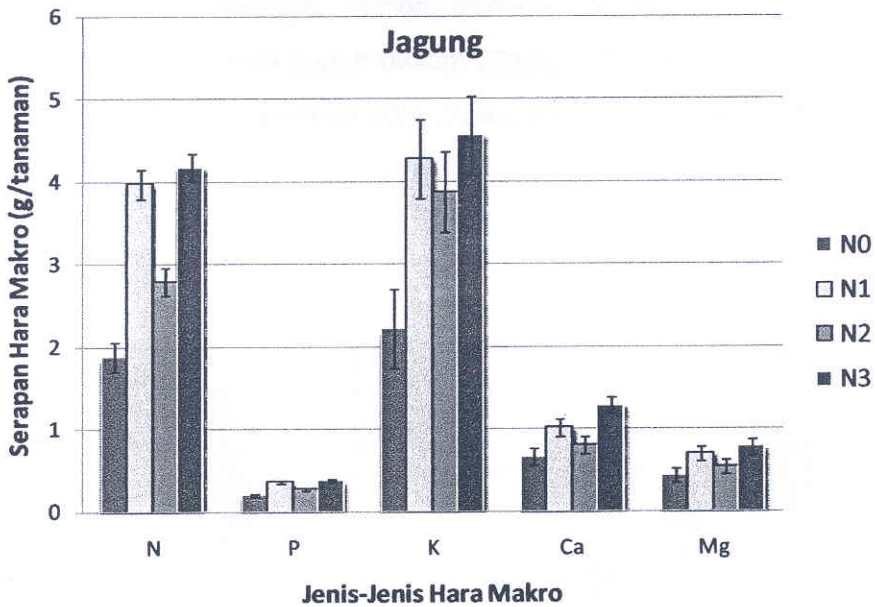
Perbedaan produksi disebabkan karena perbedaan ukuran tongkol antar perlakuan (Gambar 10) maupun karena perbedaan ukuran biji yang ditunjukkan dengan nilai bobot per 100 butir biji (Gambar 11). Baik perlakuan dengan penambahan nutrisi maupun aplikasi pupuk biologi meningkatkan bobot 100 butir biji jagung antara 21-29% dari perlakuan kontrol (Gambar 11). Hal ini menunjukkan bahwa kedua jenis perlakuan mempengaruhi produksi tanaman jagung melalui peningkatan kemampuan pengisian biji jagung.



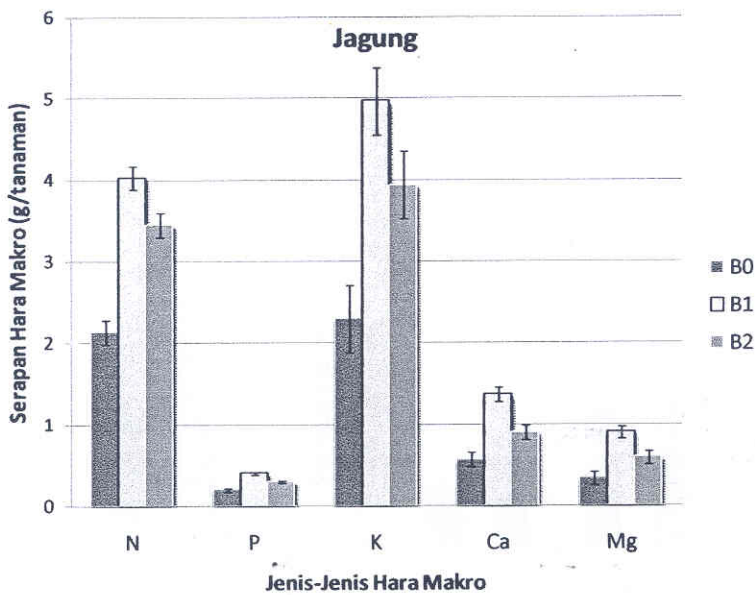
Gambar 11. Pengaruh interaksi penambahan sumber nutrisi dan aplikasi pupuk biologi terhadap nilai bobot 100 biji jagung pipilan per tanaman.

Hasil Analisis serapan hara pada jagung menunjukkan bahwa serapan hara makro dan mikro secara nyata dipengaruhi oleh perlakuan penambahan nutrisi maupun oleh pupuk biologi. Secara umum serapan hara makro tertinggi terdapat pada N dan K. Pengaruh tunggal dari sumber nutrisi terhadap serapan seluruh hara makro menunjukkan bahwa penambahan pupuk NPK memacu serapan hara N jauh lebih tinggi dari pada penggunaan pupuk kompos. Sementara itu terhadap serapan hara makro lainnya, aplikasi pupuk NPK tidak terlampaui mencolok pengaruhnya dibandingkan dengan perlakuan kompos (Gambar 12). Diantara perlakuan yang ada, sumber nutrisi campuran pupuk NPK dan kompos dengan dosis 50% menunjukkan hasil yang paling baik, walaupun secara umum tidak berbeda nyata dengan perlakuan NPK 100% (Gambar 12).

Pengaruh perlakuan tunggal pupuk biologi menunjukkan bahwa aplikasi pupuk biologi baik yang dalam bentuk cair (B1) maupun padat (B2) secara nyata meningkatkan serapan hara makro pada tanaman jagug (Gambar 13). Peningkatan serapan hara makro dari perlakuan pupuk biologi dalam bentuk cair nyata lebih tinggi daripada serapan hara pada perlakuan dengan pupuk biologi dalam bentuk padat. Hal ini menunjukkan adanya sedikit penurunan efektivitas dari pupuk biologi yang dikemas dalam bentuk padat.

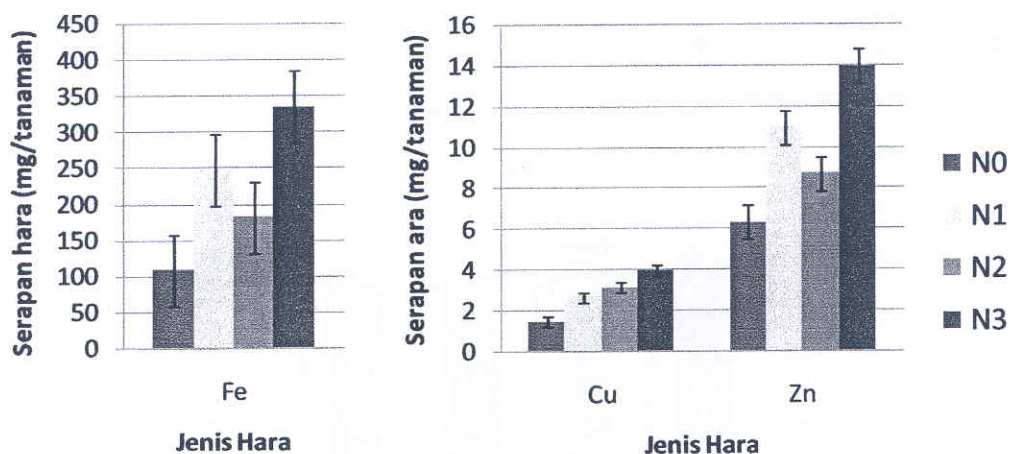


Gambar 12. Grafik rata-rata serapan hara makro (N, P, K, Ca, Mg) pada tanaman jagung pada pengaruh perlakuan tunggal sumber nutrisi, yaitu tanpa pupuk (N0), dengan NPK 100% (N1), dengan kompos (N2) dan dengan kombinasi kompos dan NPK dengan dosis masing-masing 50% (N3).

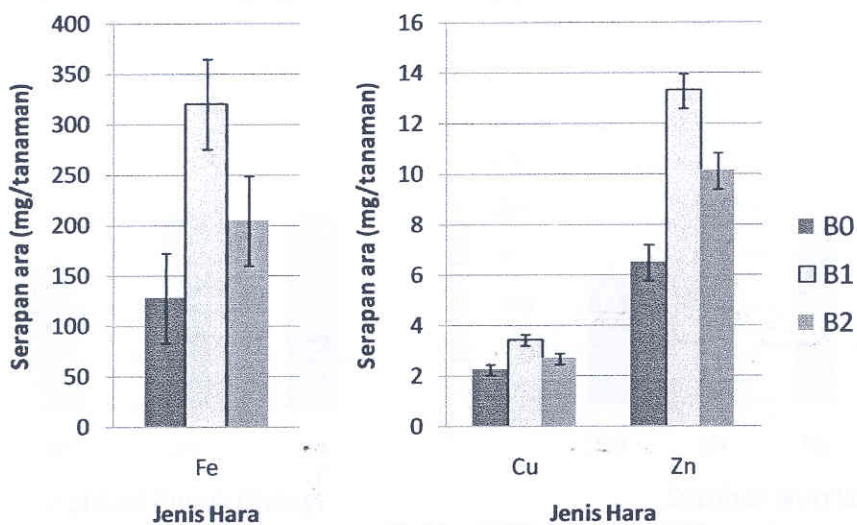


Gambar 13. Grafik rata-rata serapan hara makro (N, P, K, Ca, Mg) pada tanaman jagung pada pengaruh perlakuan tunggal pupuk biologi, yaitu tanpa pupuk (B0), dengan pupuk biologi cair (B1), dan dengan pupuk biologi padat (B2).

Hampir sama dengan unsur hara makro, serapan hara mikro juga mengalami peningkatan yang nyata sebagai respon terhadap perlakuan dengan penambahan sumber nutrisi maupun aplikasi pupuk biologi (Gambar 14 dan 15). Efektivitas tertinggi ditunjukkan oleh kombinasi perlakuan 50% pupuk NPK dan kompos serta aplikasi pupuk biologi dalam bentuk cair.



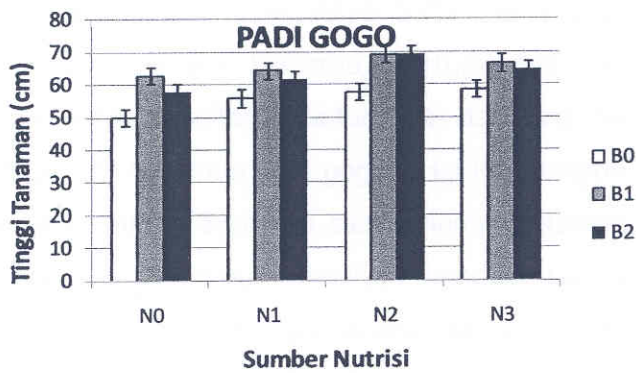
Gambar 14. Grafik rata-rata serapan hara mikro (Fe, Cu dan Zn) pada tanaman jagung pada berbagai pengaruh perlakuan tunggal sumber nutrisi, yaitu tanpa pupuk (N0), dengan NPK 100% (N1), dengan kompos (N2) dan dengan kombinasi kompos dan NPK dengan dosis masing-masing 50% (N3).



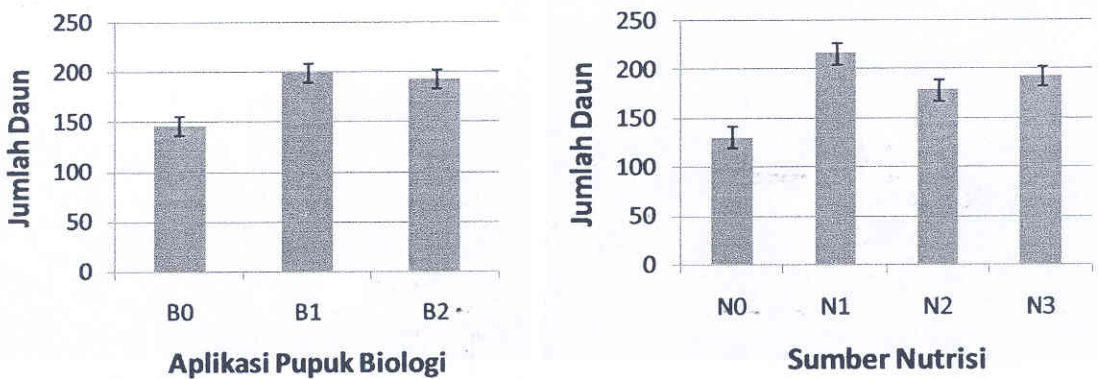
Gambar 15. Grafik rata-rata serapan hara mikro (Fe, Cu dan Zn) pada tanaman jagung pada pengaruh perlakuan tunggal pupuk biologi, yaitu tanpa pupuk (B0), dengan pupuk biologi cair (B1), dan dengan pupuk biologi padat (B2).

Tanaman Padi Gogo

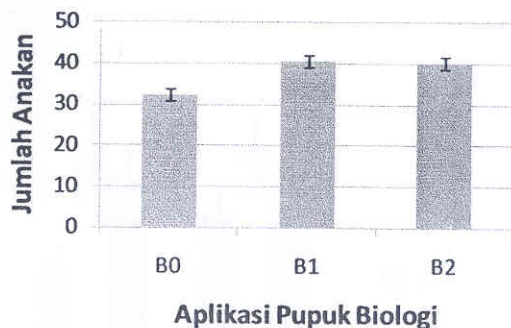
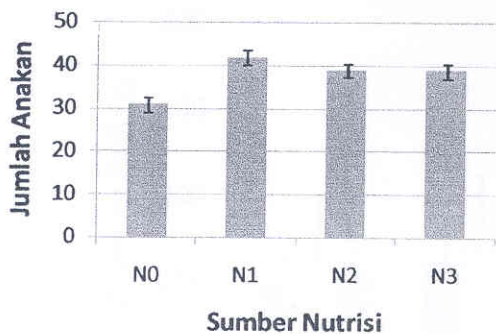
Pada tanaman padi gogo, perlakuan yang diberikan berpengaruh nyata terhadap tinggi tanaman, jumlah daun, jumlah anakan dan bobot total tanaman per rumpun (Gambar 16, 17, 18, 20 dan 21). Tinggi tanaman meningkat antara 13 hingga 18% sedangkan jumlah anakan dan jumlah daun meningkat rata-rata antara 25 dan 30% dengan penambahan sumber nutrisi dan aplikasi pupuk biologi. Selain luasan daun yang dibutuhkan untuk proses fotosintesis, kemampuan produksi dari tanaman padi juga ditentukan pula oleh jumlah anakan yang terbentuk. Hal itu karena jumlah anakan akan sangat menentukan jumlah malai padi yang akan dihasilkan per rumpun padi.



Gambar 16. Grafik rata-rata tinggi tanaman padi akibat pengaruh kombinasi perlakuan penambahan nutrisi (N) dan aplikasi pupuk biologi (B). Keterangan sama seperti pada Gambar 1.



Gambar 17. Grafik jumlah daun tanaman padi akibat pengaruh perlakuan tunggal penambahan nutrisi (kiri) dan aplikasi pupuk biologi (kanan). Keterangan sama seperti pada Gambar 1.

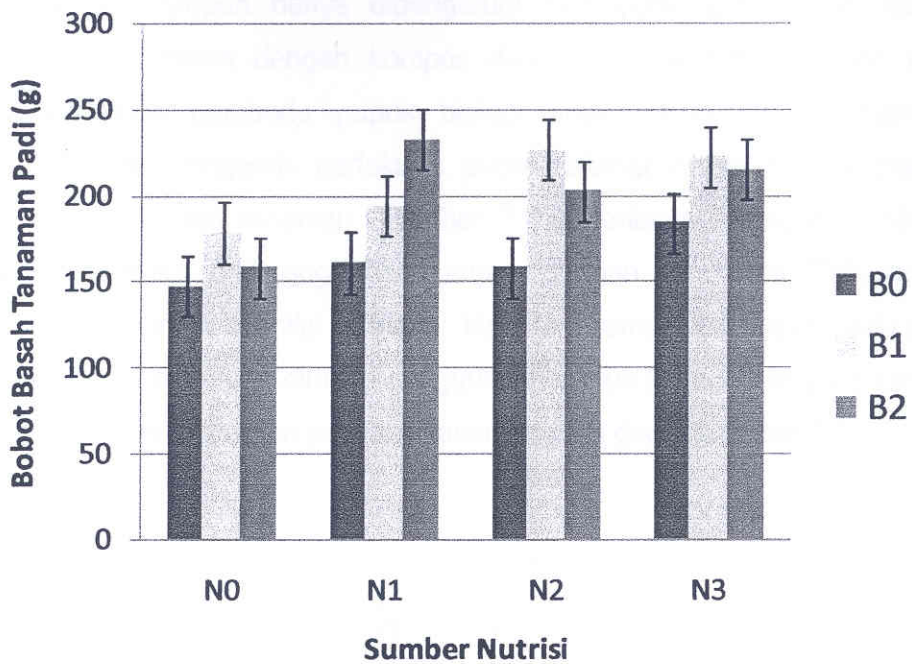


Gambar 18. Grafik jumlah anakan tanaman padi akibat pengaruh perlakuan tunggal penambahan nutrisi (kiri) dan aplikasi pupuk biologi (kanan). Keterangan sama seperti pada Gambar 1.

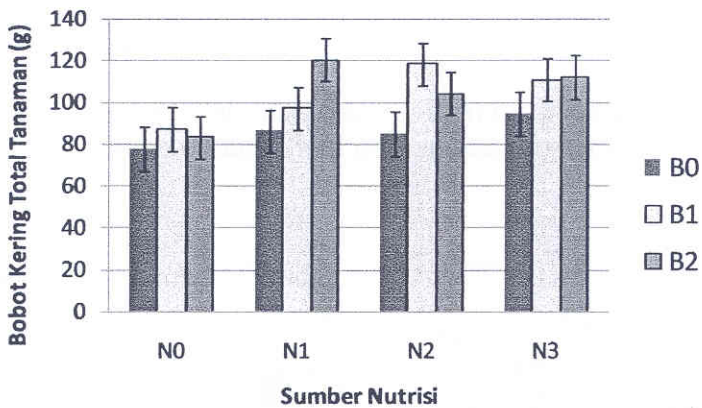
Pengamatan secara visual menunjukkan bahwa walaupun tanaman padi gogo ditanam pada pertengahan musim kemarau, pertumbuhannya terlihat cukup baik dengan penampakan visual yang sehat serta terbebas dari serangan penyakit blast yang biasanya banyak menyerang tanaman padi gogo. Hal ini mungkin karena diuntungkan oleh kering dan panasnya musim kemarau saat tanaman ditanam, sehingga menekan resiko serangan penyakit. Walaupun demikian kendala lain yang ditemui adalah serangan hama burung. Untuk mengantisipasi hal ini dilakukan pembungkusan tanaman contoh dengan menggunakan kain kasa putih. Beberapa gambar tanaman padi gogo pada akhir masa pertumbuhan dapat dilihat pada gambar 19 berikut.



Gambar 19. Pertanaman padi gogo pada percobaan penambahan nutrisi dan aplikasi pupuk biologi umur 3 bulan setelah sebar. Tanaman padi gogo sudah keluar malainya. Untuk menghindari serangan burung, pada akhir masa pertumbuhan, tanaman dibungkus dengan kain kasa.



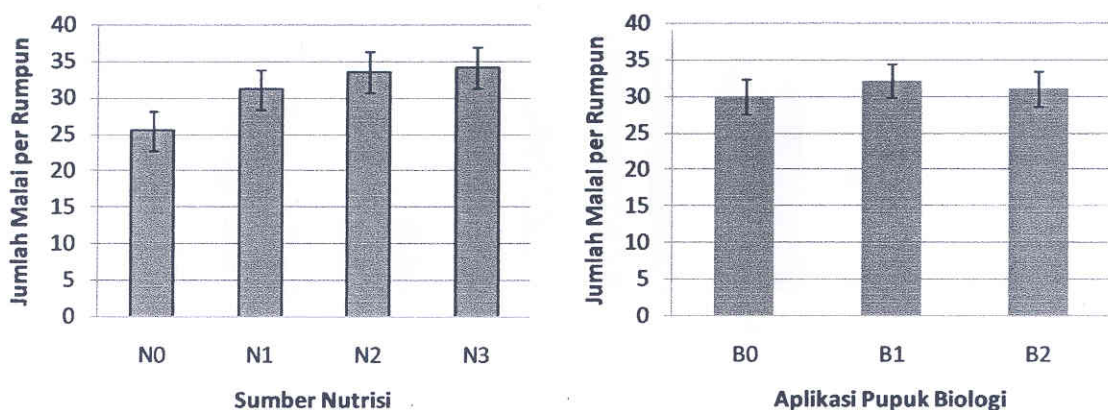
Gambar 20. Grafik rata-rata bobot basah tanaman padi per rumpun akibat pengaruh kombinasi perlakuan penambahan nutrisi (N) dan aplikasi pupuk biologi (B). Keterangan sama seperti pada Gambar 1.



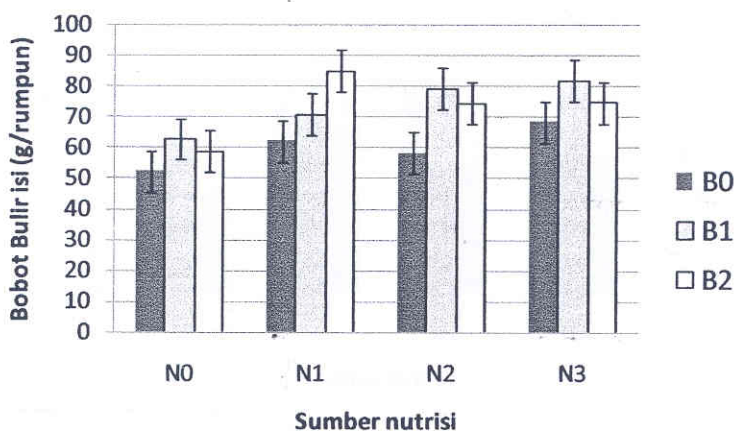
Gambar 21. Grafik rata-rata bobot kering total tanaman padi per rumpun akibat pengaruh kombinasi perlakuan penambahan nutrisi (N) dan aplikasi pupuk biologi (B). Keterangan sama seperti pada Gambar 1.

Perlakuan yang diberikan juga berpengaruh nyata terhadap parameter reproduktif tanaman yang ditunjukkan oleh jumlah malai per rumpun dan produksi tanaman yang ditunjukkan oleh bobot biji per rumpun tanaman (Gambar 22 dan 23).

Jumlah malai per rumpun hanya dipengaruhi oleh perlakuan sumber nutrisi saja khususnya pada perlakuan dengan kompos dan kombinasi 50% kompos dan NPK, sementara pengaruh pemberia pupuk biologi tidak terlihat nyata (Gambar 22). Walaupun demikian pengaruh perlakuan pupuk biologi nyata terlihat pada bobot produksi biji per rumpun tanaman (Gambar 23). Perlakuan dengan sumber nutrisi meningkatkan produksi padi gogo per rumpun dengan kombinasi 50% pupuk NPK dengan kompos menunjukkan nilai tertinggi. Hal yang sama juga terjadi pada perlakuan dengan aplikasi pupuk biologi, dimana penggunaan pupuk biologi baik yang cair maupun yang padat dapat meningkatkan produksi tanaman padi gogo (Gambar 23).

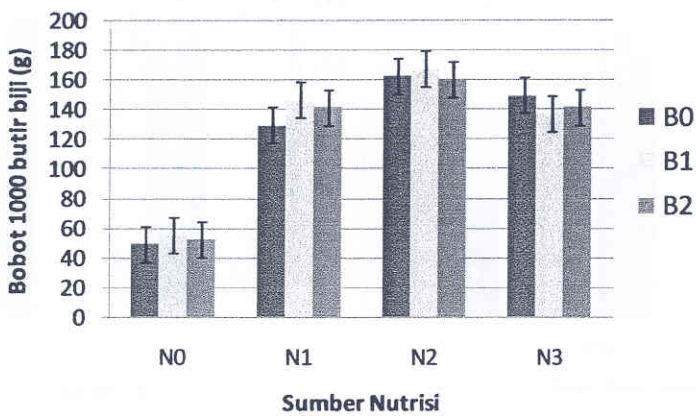


Gambar 22. Grafik rata-rata jumlah malai per rumpun tanaman padi pada pengaruh perlakuan tunggal penambahan nutrisi (kiri) dan aplikasi pupuk biologi (kanan)

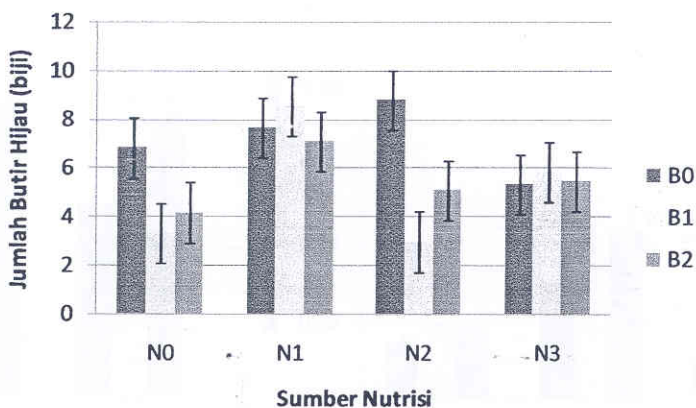


Gambar 23. Grafik rata-rata bobot produksi per rumpun tanaman padi pada pengaruh kombinasi perlakuan penambahan nutrisi (N) dan aplikasi pupuk biologi (B).

Untuk melihat pengaruh perlakuan terhadap kualitas hasil tanaman padi dilakukan pengukuran bobot 1000 butir biji dan bobot butir hijau per malai (Gambar 24 dan 25). Penambahan nutrisi baik dalam bentuk pupuk anorganik (NPK) maupun dalam bentuk pupuk organik (kompos) meningkatkan bobot 1000 butir biji padi, sedangkan aplikasi pupuk biologi tidak berpengaruh nyata terhadap bobot 1000 butir biji padi (Gambar 24). Adapun jumlah butir hijau tidak menunjukkan data yang konsisten pada perlakuan penambahan nutrisi. Namun aplikasi pupuk biologi pada pupuk kompos menurunkan jumlah butir hijau per malai (Gambar 25).

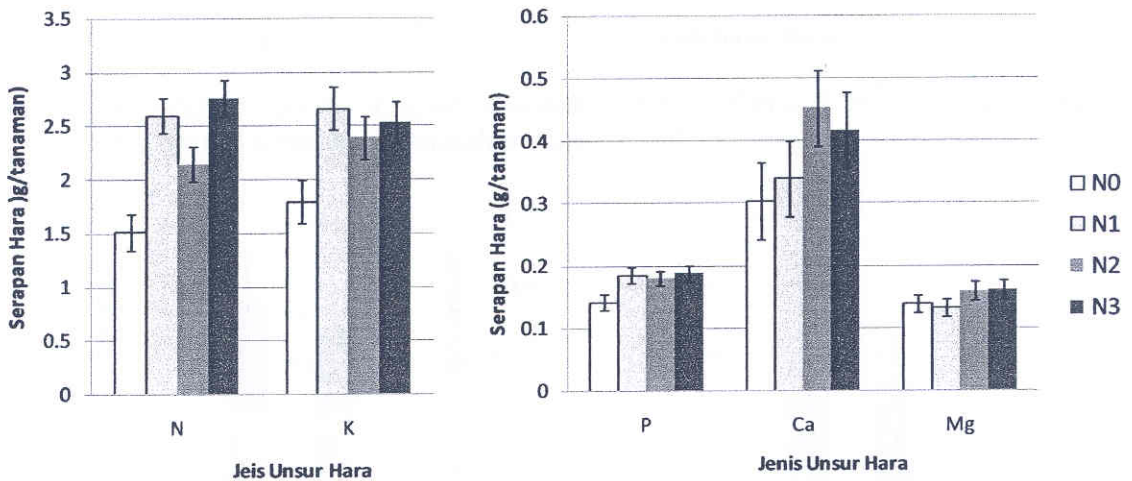


Gambar 24. Grafik rata-rata Bobot 1000 butir biji tanaman padi akibat pengaruh kombinasi perlakuan penambahan nutrisi (N) dan aplikasi pupuk biologi (B). Keterangan sama seperti pada Gambar 1.

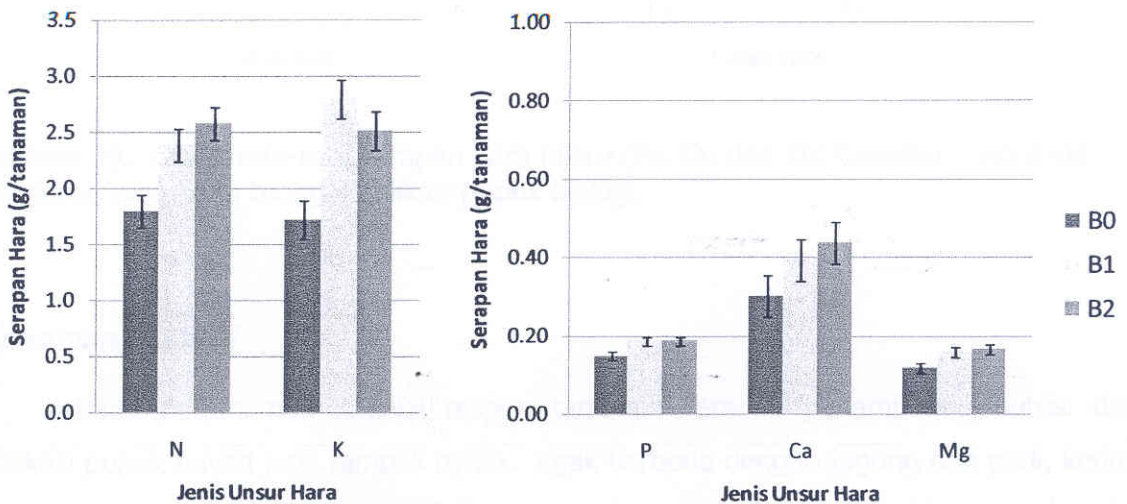


Gambar 25. Grafik rata-rata butir hijau per malai tanaman padi akibat pengaruh kombinasi perlakuan penambahan nutrisi (N) dan aplikasi pupuk biologi (B). Keterangan sama seperti pada Gambar 1.

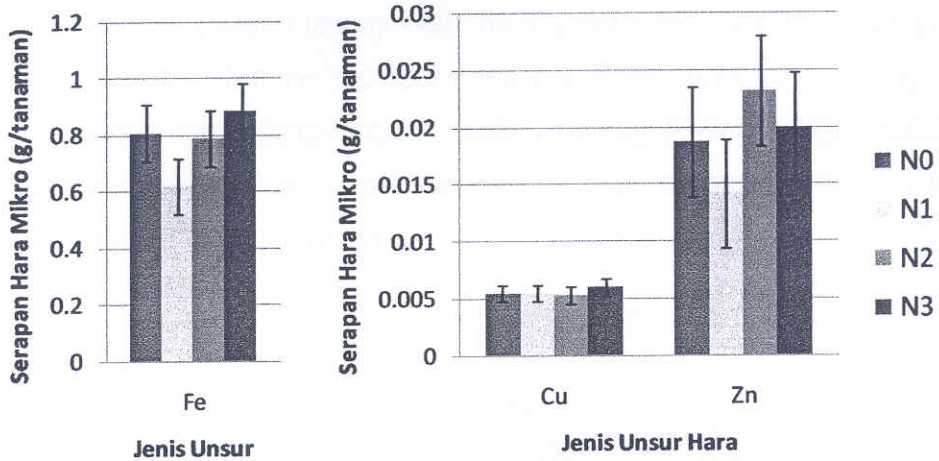
Pada tanaman padi perlakuan sumber nutrisi berpengaruh terhadap serapan hara makro (N, P dan K), namun tidak pada Ca dan Mg (Gambar 26). Hal itu agak berbeda dengan aplikasi pupuk biologi yang menyebabkan peningkatan serapan hara dari seluruh komponen hara makro (Gambar 27). Lain halnya dengan unsure hara makro, hara mikro (Fe, Cu dan Zn) tidak terpengaruh secara nyata baik oleh perlakuan dengan penambahan sumber nutrisi maupun dengan perlakuan aplikasi pupuk biologi (Gambar 28 dan 29).



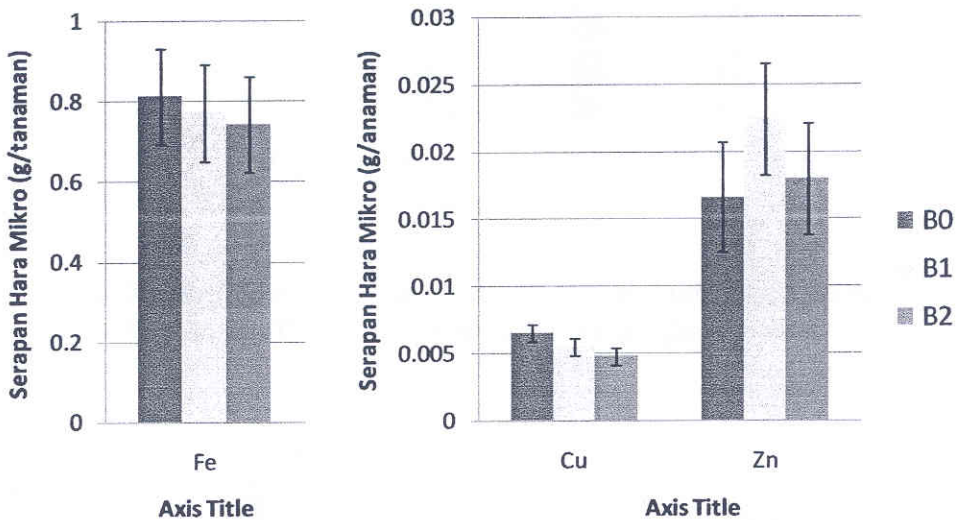
Gambar 26. Grafik rata-rata serapan hara makro (N, P, K, Ca dan Mg) tanaman padi pada pengaruh perlakuan tunggal penambahan sumber nutrisi.



Gambar 27. Grafik rata-rata serapan hara makro (N, P, K, Ca dan Mg) tanaman padi pada pengaruh perlakuan tunggal aplikasi pupuk biologi.



Gambar 28. Grafik rata-rata serapan hara mikro (Fe, Cu dan Zn) tanaman padi pada pengaruh perlakuan tunggal penambahan sumber nutrisi.

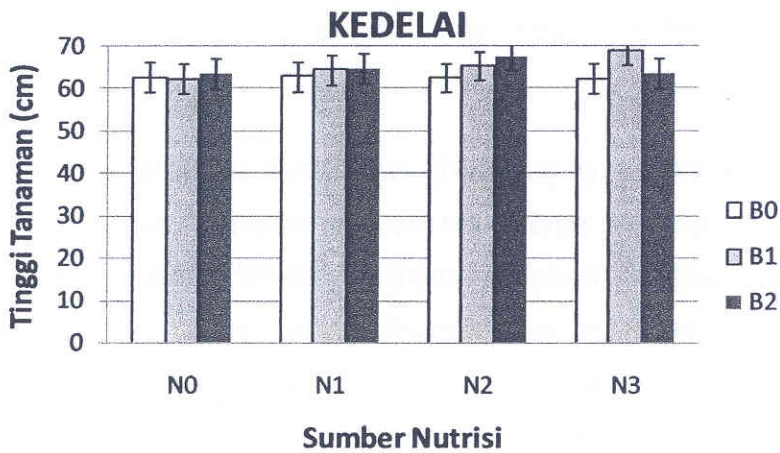


Gambar 29. Grafik rata-rata serapan hara mikro (Fe, Cu dan Zn) tanaman padi pada pengaruh perlakuan tunggal aplikasi pupuk biologi.

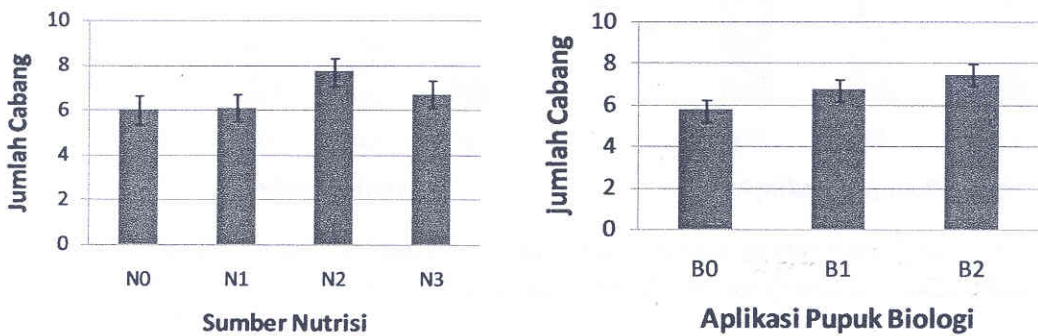
Tanaman Kedelai

Pada pertanaman kedelai respon tanaman terhadap penambahan nutrisi dan aplikasi pupuk hayati juga tampak nyata. Agak berbeda dengan jagung dan padi, kedua jenis perlakuan yang diberikan tidak berpengaruh nyata terhadap tinggi tanaman kedelai (Gambar 30). Pada perlakuan sumber nutrisi hanya pupuk kompos yang secara nyata

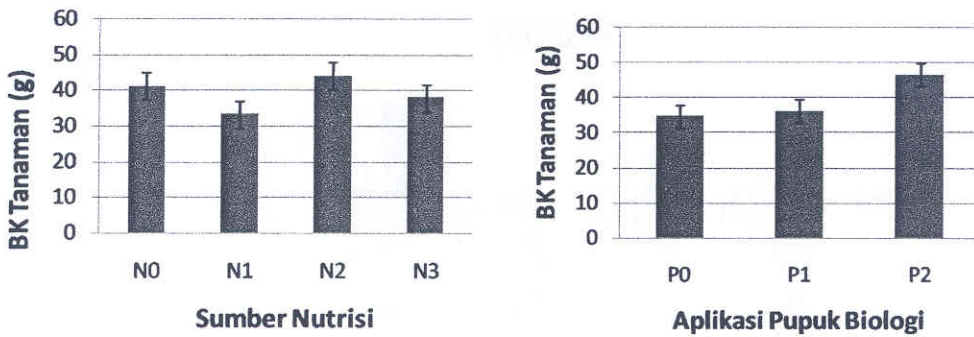
meningkatkan jumlah cabang tanaman kedelai (Gambar 31), sedangkan aplikasi pupuk biologi dalam bentuk padat menunjukkan hasil yang lebih baik daripada yang cair (Gambar 31). Hal tersebut berimplikasi pada bobot kering tanaman, yang memiliki respon yang hampir sama dengan grafik jumlah cabang (Gambar 32). Bobot kering tanaman menggambarkan tingkat pertumbuhan tanaman secara vegetative yang akan menopang pertumbuhan generatifnya.



Gambar 30. Grafik tinggi tanaman kedelai pada kombinasi perlakuan aplikasi pupuk biologi dan penambahan nutrisi. Keterangan sama seperti pada Gambar 1.

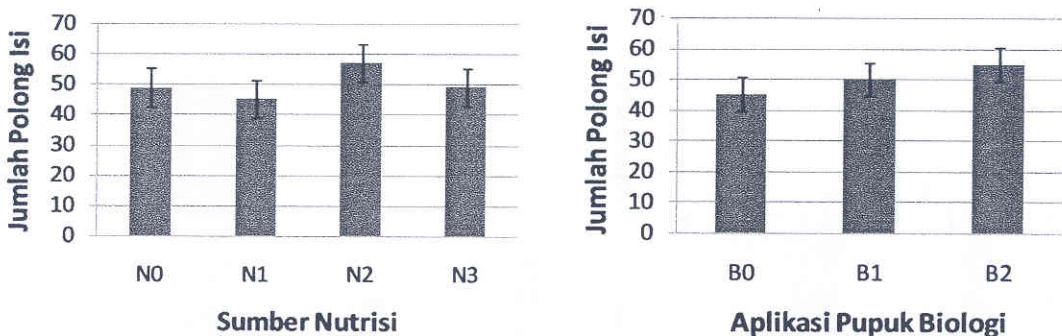


Gambar 31. Grafik jumlah daun tanaman kedelai akibat pengaruh perlakuan tunggal aplikasi pupuk biologi (kiri) dan penambahan nutrisi (kanan). Keterangan sama seperti pada Gambar 1.



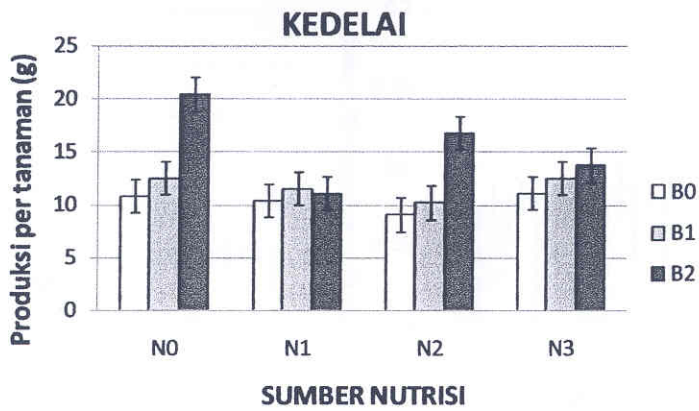
Gambar 32. Grafik bobot kering tanaman kedelai akibat pengaruh perlakuan tunggal penambahan nutrisi (kiri) dan aplikasi pupuk biologi (kanan). Keterangan sama seperti pada Gambar 1.

Pada parameter produksi diamati jumlah polong isi, polong kosong dan jumlah total produksi per tanaman. Perlakuan sumber nutrisi tidak berpengaruh nyata terhadap jumlah polong isi dari tanaman kedelai, walaupun perlakuan dengan kompos cenderung memiliki jumlah polong isi paling banyak dibandingkan perlakuan lainnya (Gambar 33 kiri). Aplikasi pupuk biologi khususnya yang dalam bentuk padat cenderung memiliki jumlah polong yang lebih tinggi dari kontrol (Gambar 33 kanan).



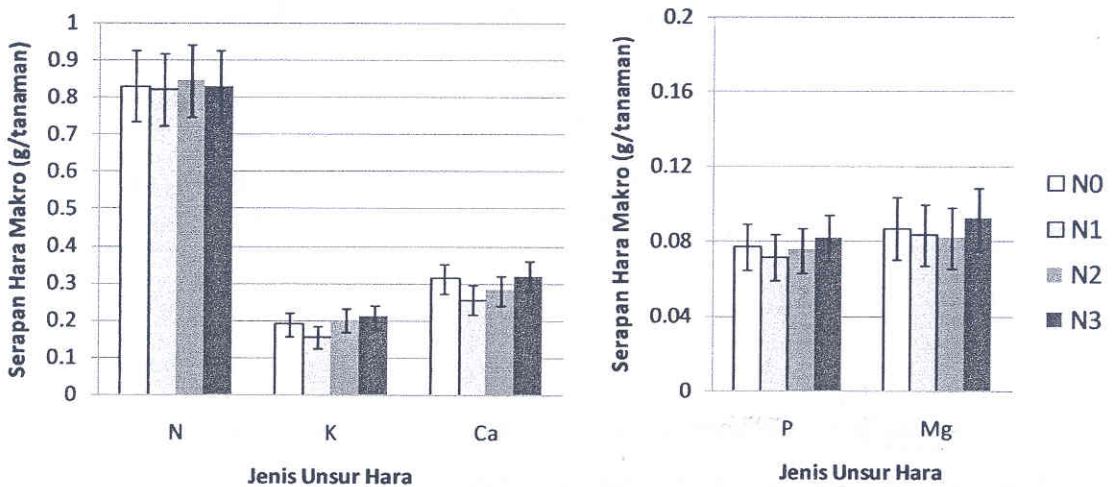
Gambar 33. Grafik jumlah polong isi per tanaman kedelai akibat pengaruh perlakuan tunggal penambahan nutrisi (kiri) dan aplikasi pupuk biologi (kanan). Keterangan sama seperti pada Gambar 1.

Walaupun peningkatan jumlah polong isi tidak berbeda nyata akibat perlakuan yang diberikan, namun pengaruhnya terhadap produksi biji berbeda nyata. Aplikasi dengan pupuk biologi padat secara nyata meningkatkan produksi biji kedelai per tanaman yang berimplikasi pada peningkatan produksi per hektar (Gambar 34).

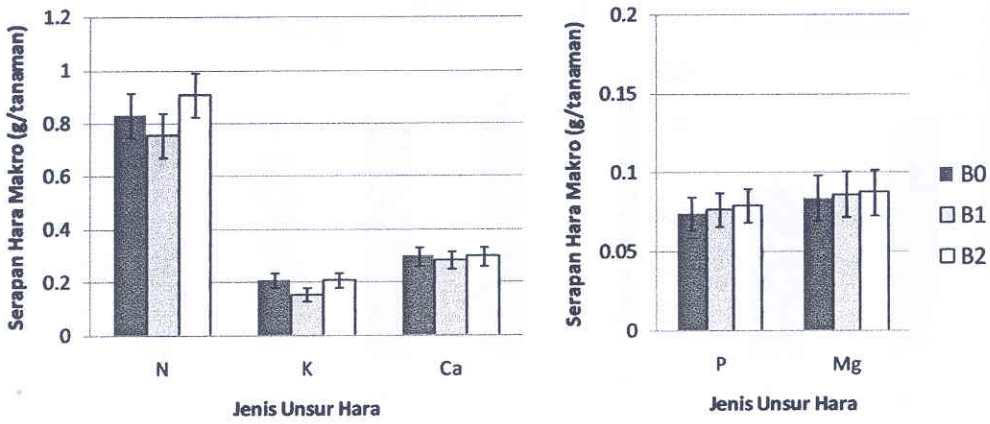


Gambar 34. Grafik produksi biji kedelai pertanaman pada kombinasi perlakuan aplikasi pupuk biologi dan penambahan nutrisi. Keterangan sama seperti pada Gambar 1.

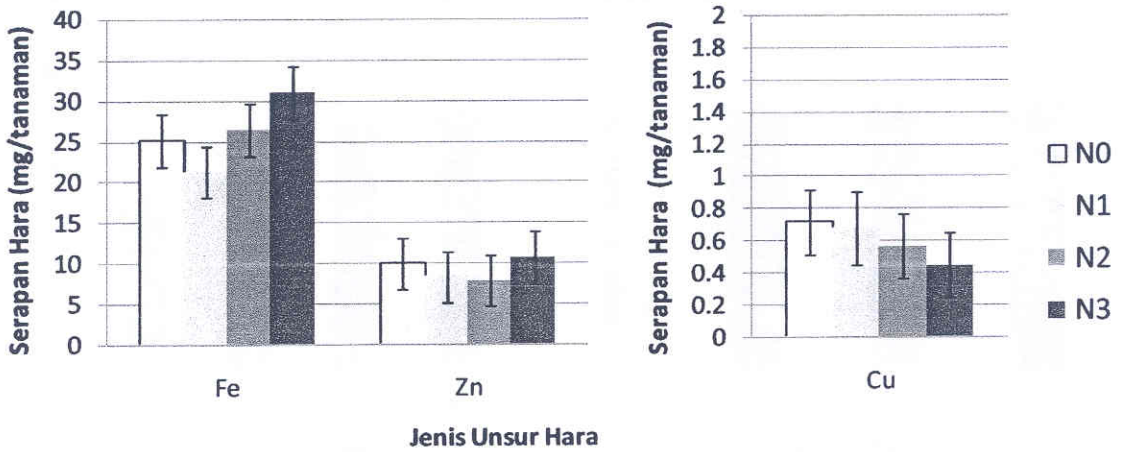
Dari pengamatan terhadap serapan hara tanaman menunjukkan bahwa perlakuan penambahan nutrisi maupun aplikasi pupuk biologi tidak berpengaruh nyata terhadap tingkat serapan hara makro dan mikro pada tanaman kedelai. Tingka serapan hara K juga relative rendah dibandingkan dengan pada jagung dan kedelai, dan serapan N menunjukkan nilai yang paling tinggi diantara hara makro lainnya.



Gambar 35. Grafik rata-rata serapan hara makro (N, P, K, Ca dan Mg) tanaman kedelai pada pengaruh perlakuan tunggal penambahan sumber nutrisi.



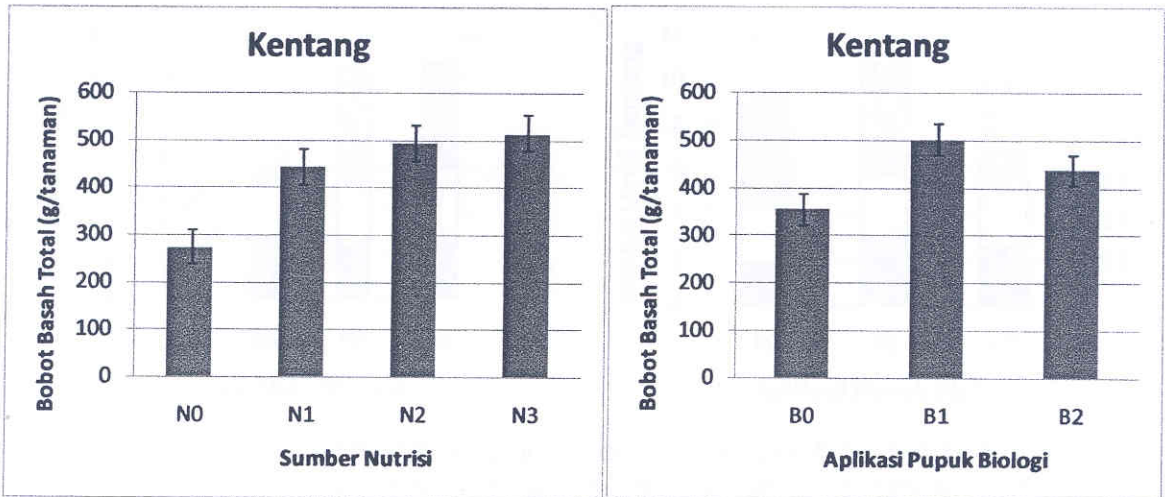
Gambar 36. Grafik rata-rata serapan hara makro (N, P, K, Ca dan Mg) tanaman kedelai pada pengaruh perlakuan tunggal aplikasi pupuk biologi.



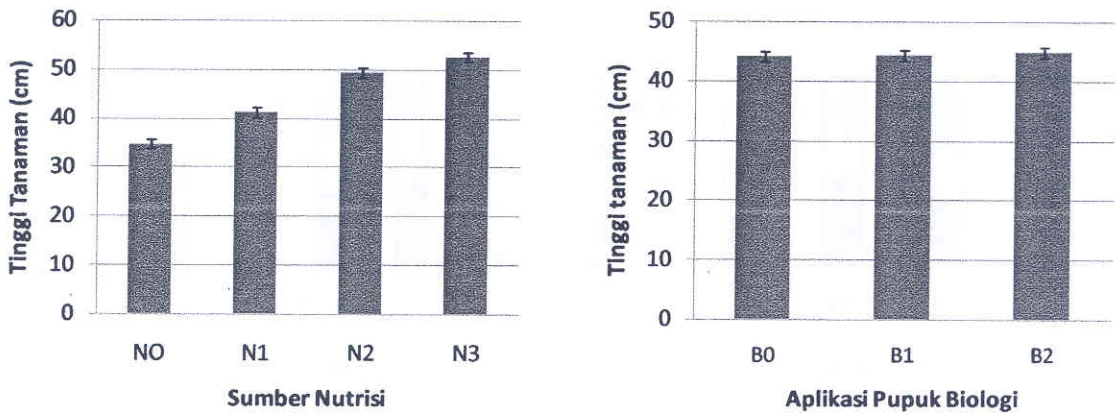
Gambar 37. Grafik rata-rata serapan hara mikro (Fe, Zn dan Cu) tanaman kedelai pada pengaruh perlakuan tunggal penambahan sumber nutrisi.

Tanaman Kentang

Pada tanaman Kentang perlakuan sumber nutrisi dan aplikasi pupuk biologi meningkatkan pertumbuhan secara nyata. Perlakuan dengan kompos dan kombinasi kompos pupuk NPK memacu pertumbuhan tanaman yang ditunjukkan dengan bobot segar tanaman (Gambar 38), namun tinggi tanaman hanya dipengaruhi oleh adanya penambahan sumber nutrisi, sedangkan aplikasi pupuk biologi tidak berdampak nyata (Gambar 39).

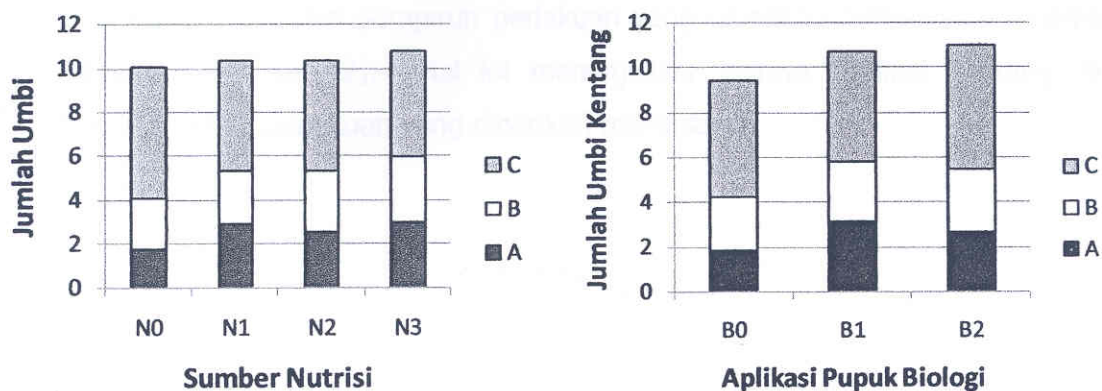


Gambar 38. Grafik bobot segar tanaman kentang pada perlakuan penambahan nutrisi (kiri) dan aplikasi pupuk biologi (Kanan). Keterangan sama seperti pada Gambar 1.

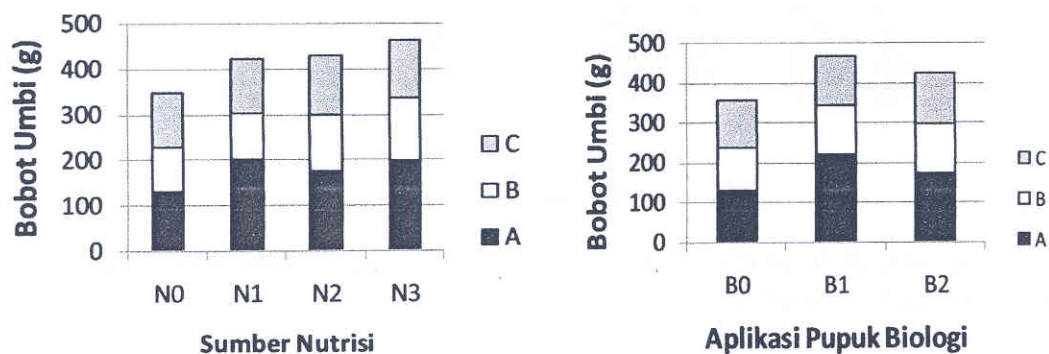


Gambar 39. Grafik tinggi tanaman kentang pada perlakuan penambahan nutrisi (kiri) dan aplikasi pupuk biologi (Kanan). Keterangan sama seperti pada Gambar 1.

Walaupun memacu pertumbuhan vegetative tanaman perlakuan dengan penambahan sumber nutrisi baik dengan pupuk NPK maupun pupuk organic tidak berpengaruh besar terhadap jumlah umbi kentang yang dihasilkan (Gambar 40). Penggunaan pupuk biologi memacu peningkatan jumlah umbi kentang per tanaman termasuk jumlah kentang yang berukuran besar, yang diharapkan mampu meningkatkan total produksi kentang per hektar (Gambar 40).



Gambar 40. Grafik jumlah dan ukuran umbi kentang per tanaman pada perlakuan sumber nutrisi (kiri) dan aplikasi pupuk biologi (kanan). Keterangan A: kentang berukuran besar, B: kentang berukuran sedang dan C: kentang berukuran kecil, sedangkan keterangan lainnya sama dengan Gambar 1.

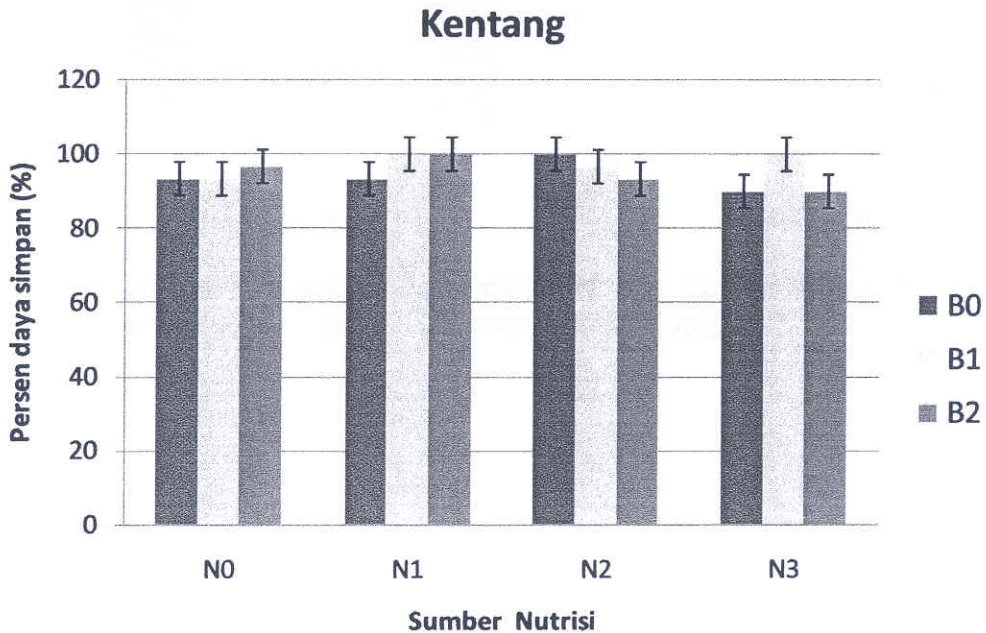


Gambar 41. Grafik bobot umbi kentang per tanaman sampel pada perlakuan penambahan nutrisi (kiri) dan aplikasi pupuk biologi (kanan). Keterangan A: kentang berukuran besar, B: kentang berukuran sedang dan C: kentang berukuran kecil, sedangkan keterangan lainnya sama dengan Gambar 1.

Berdasarkan bobot umbi pertanaman diketahui bahwa perlakuan sumber nutrisi maupun pupuk biologi memacu peningkatan bobot umbi per tanaman (Gambar 41). Selain memacu produksi, aplikasi pupuk biologi juga meningkatkan bobot umbi yang masuk kategori kualitas A dibandingkan dengan tanpa pupuk biologi (Gambar 41). Hal ini juga membuktikan bahwa aplikasi pupuk biologi meningkatkan kualitas hasil tanaman kentang.

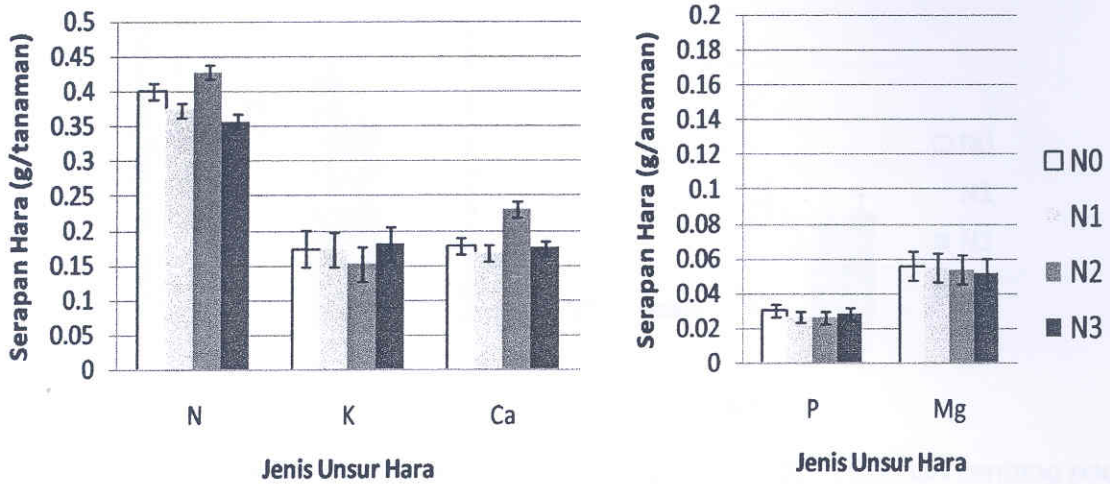
Berdasarkan nilai uji daya simpan, hingga 45 hari jumlah umbi kentang yang masih bertahan dalam penyimpanan pada suhu ruang adalah lebih dari 95%. Tidak ada

perbedaan yang nyata dari pengaruh perlakuan yang diberikan terhadap daya simpan umbi kentang (Gambar 42). Hal ini menunjukkan bahwa kualitas kentang yang dihasilkan dari setiap perlakuan yang diberikan relatif sama.

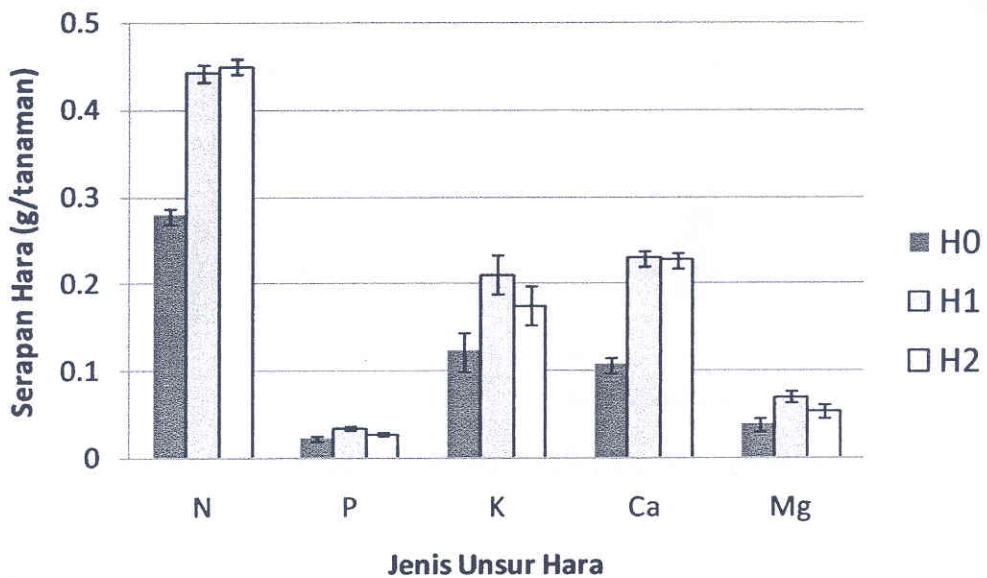


Gambar 42. Grafik persen daya simpan umbi kentang pada kombinasi perlakuan aplikasi pupuk biologi dan penambahan nutrisi. Keterangan sama dengan Gambar 1.

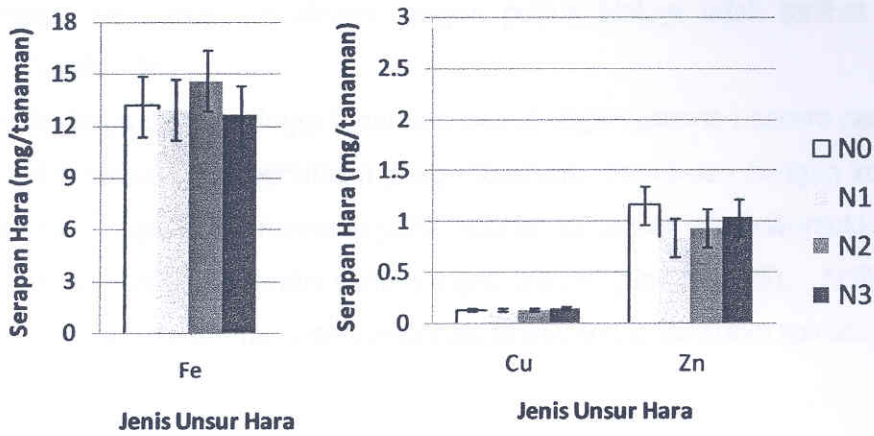
Hasil analisis serapan hara makro dan mikro pada tanaman kentang menunjukkan bahwa peningkatan serapan hara makro dan mikro tidak dipengaruhi secara nyata oleh sumber nutrisi yang diberikan, namun pengaruh pemberian pupuk biologi cukup nyata dalam meningkatkan serapan hara tanaman (Gambar 43-46). Peningkatan serapan hara sangat nyata terjadi pada unsur N dan Ca akibat penggunaan pupuk biologi (gambar 44).



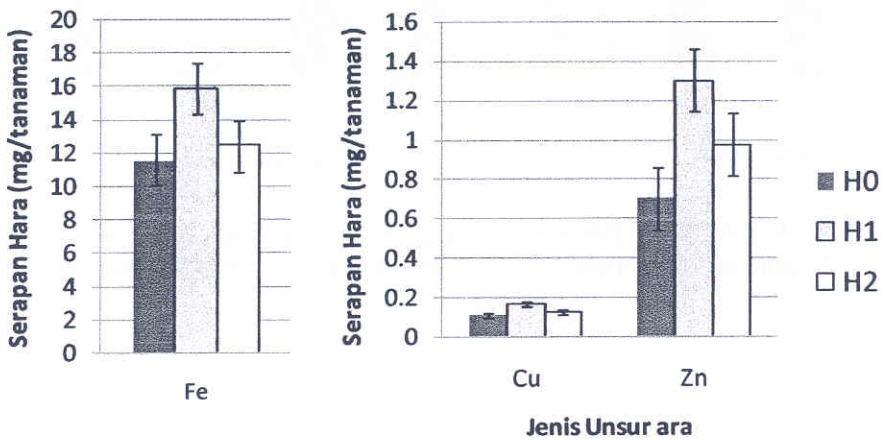
Gambar 43. Grafik rata-rata serapan hara makro (N, P, K, Ca dan Mg) tanaman kentang pada pengaruh perlakuan tunggal penambahan sumber nutrisi.



Gambar 44. Grafik rata-rata serapan hara makro (N, P, K, Ca dan Mg) tanaman kentang pada pengaruh perlakuan tunggal aplikasi pupuk biologi.



Gambar 45. Grafik rata-rata serapan hara mikro (Fe, Cu dan Zn) tanaman kentang pada pengaruh perlakuan tunggal sumber nutrisi.



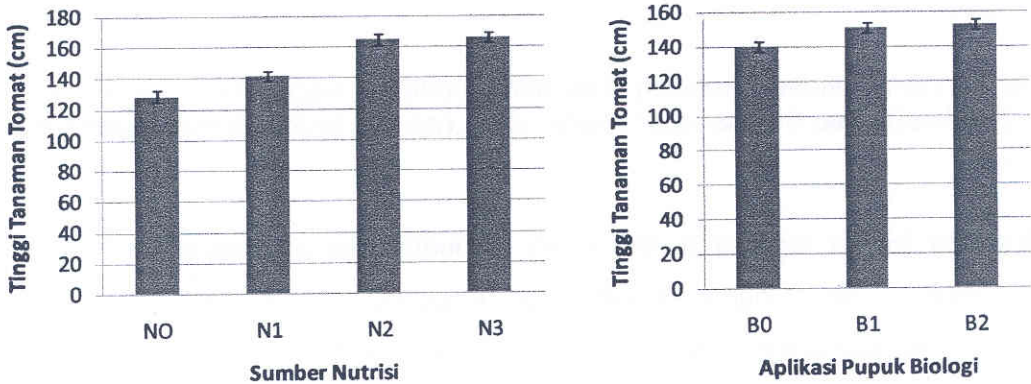
Gambar 46. Grafik rata-rata serapan hara mikro (Fe, Cu dan Zn) tanaman kentang pada pengaruh perlakuan tunggal aplikasi pupuk biologi.

Tanaman Tomat

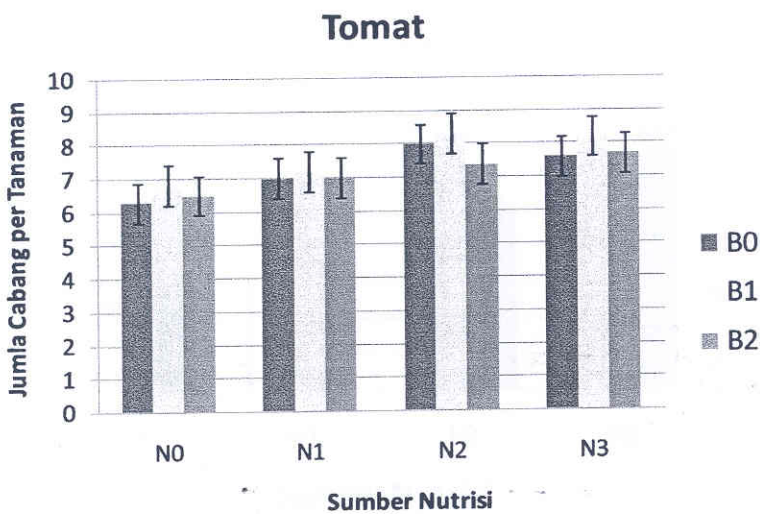
Pada tanaman tomat perlakuan sumber nutrisi dan aplikasi pupuk biologi juga mampu meningkatkan pertumbuhan secara nyata. Perlakuan sumber nutrisi mampu meningkatkan tinggi tanaman tomat 10-29% (Gambar 47), namun walaupun berbeda nyata pengaruh aplikasi pupuk biologi relative lebih kecil. Walaupun tidak berbeda nyata perlakuan penambahan nutrisi cenderung memacu pertumbuhan jumlah cabang

tanaman tomat, sedangkan perlakuan dengan pupuk biologi tidak terlihat pengaruh yang nyata (Gambar 48)

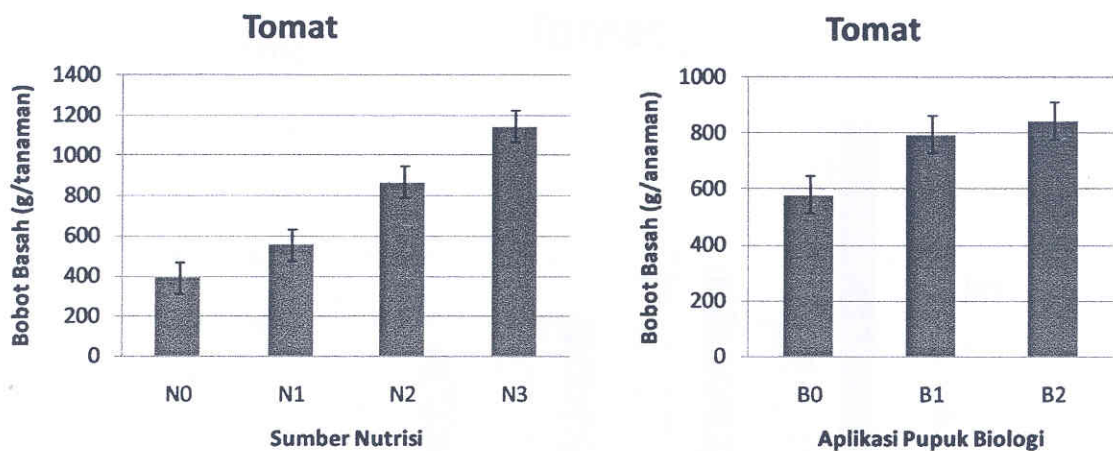
Agak berbeda dengan tinggi tanaman, bobot segar tanaman secara sangat nyata dipengaruhi oleh kedua jenis perlakuan yang diberikan. Perlakuan dengan kompos dan kombinasi kompos pupuk NPK memacu pertumbuhan tanaman yang ditunjukkan dengan peningkatan bobot segar tanaman yang sangat drastic (Gambar 49). Aplikasi pupuk biologi juga secara nyata memacu pertumbuhan bobot segar tanaman tomat.



Gambar 47. Grafik tinggi tanaman tomat pada perlakuan penambahan nutrisi (kiri) dan aplikasi pupuk biologi (Kanan). Keterangan sama seperti pada Gambar 1.

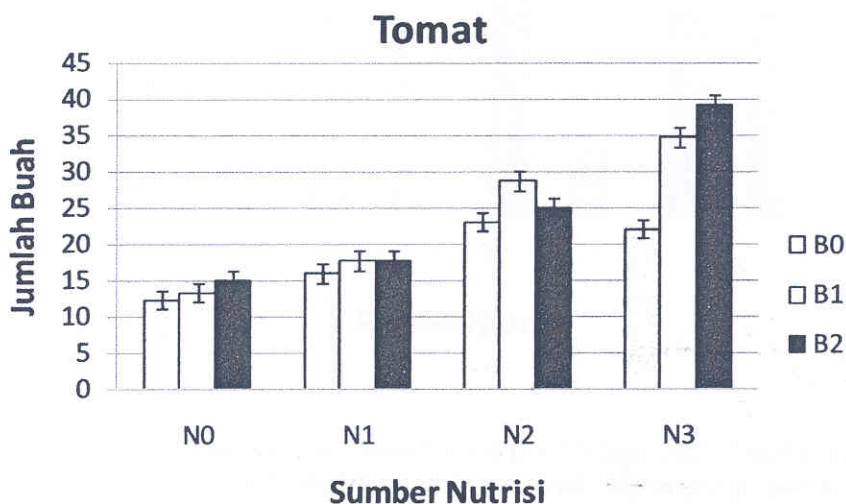


Gambar 48. Grafik jumlah cabang tanaman tomat pada kombinasi perlakuan aplikasi pupuk biologi dan penambahan nutrisi. Keterangan sama dengan Gambar 1.

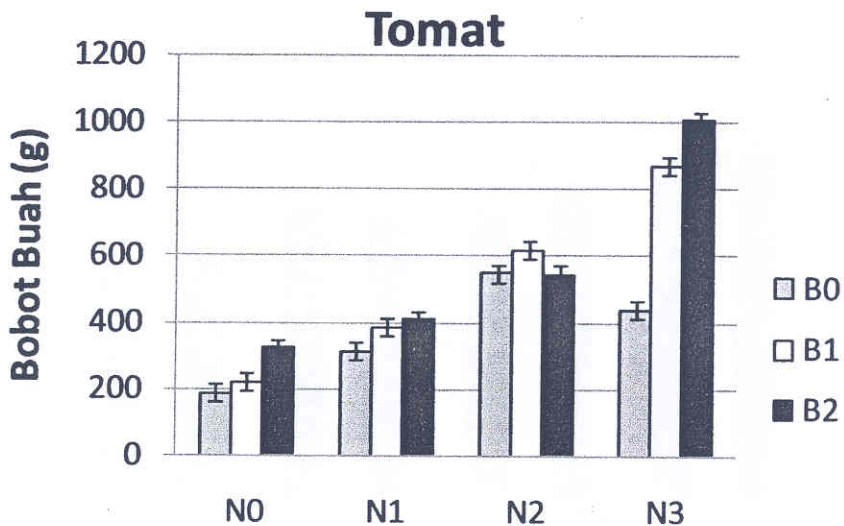


Gambar 49. Grafik bobot segar tanaman tomat pada perlakuan penambahan nutrisi (kiri) dan aplikasi pupuk biologi (Kanan). Keterangan sama seperti pada Gambar 1.

Selain meningkatkan pertumbuhan, penambahan sumber nutrisi dan aplikasi pupuk biologi juga memacu pertumbuhan generative tanaman tomat. Jumlah buah dan bobot buah per tanaman mengalami peningkatan yang nyata akibat perlakuan yang diberikan (Gambar 50 dan 51). Peningkatan jumlah dan bobot buah disebabkan karena peningkatan jumlah buah per kluster dan ukuran buah yang diunjukkan dengan nilai diameter buah (Gambar 48 dan 49).

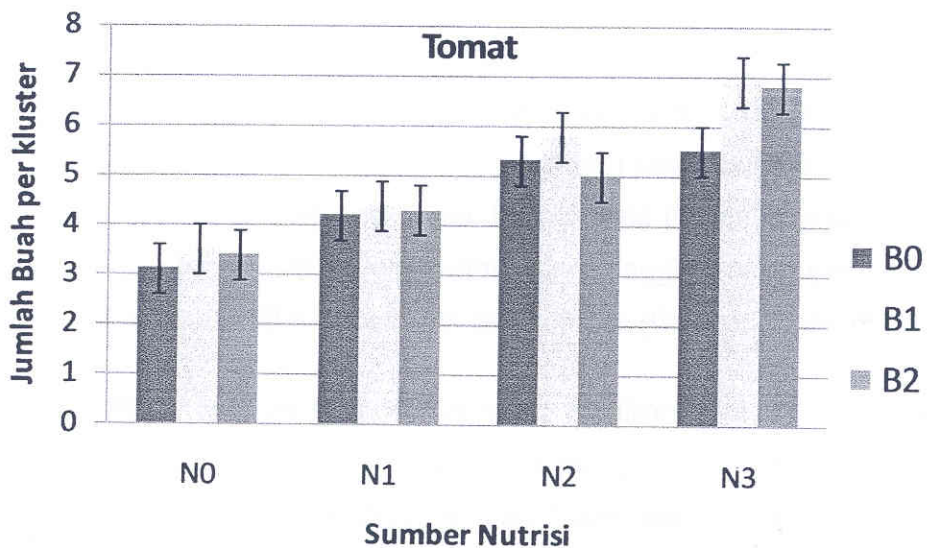


Gambar 50. Grafik jumlah buah tomat per tanaman pada kombinasi perlakuan aplikasi pupuk biologi dan penambahan nutrisi. Keterangan sama seperti pada Gambar 1.

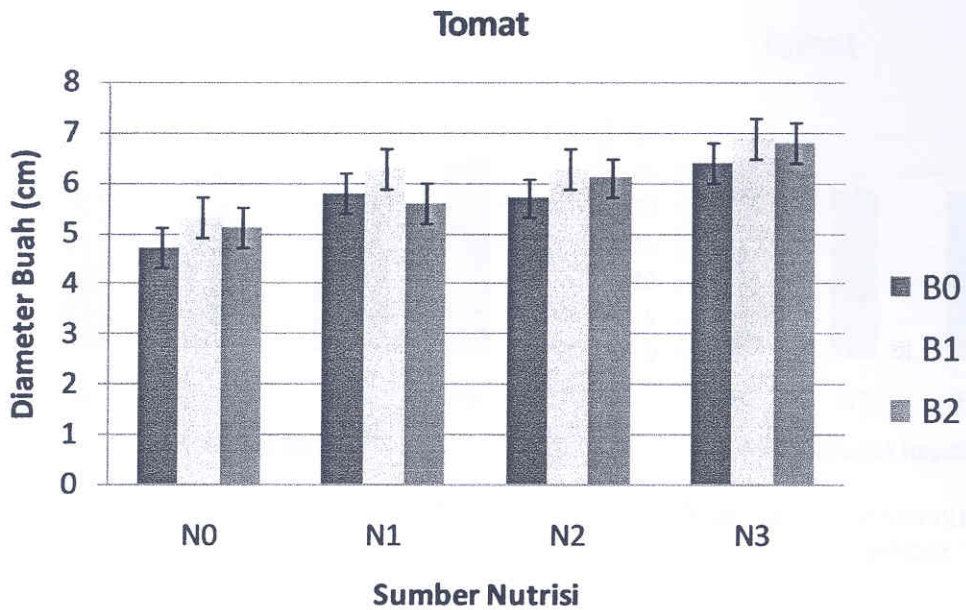


Sumber Nutrisi

Gambar 51. Grafik bobot buah tomat per tanaman pada kombinasi perlakuan aplikasi pupuk biologi dan penambahan nutrisi. Keterangan sama seperti pada Gambar 1.



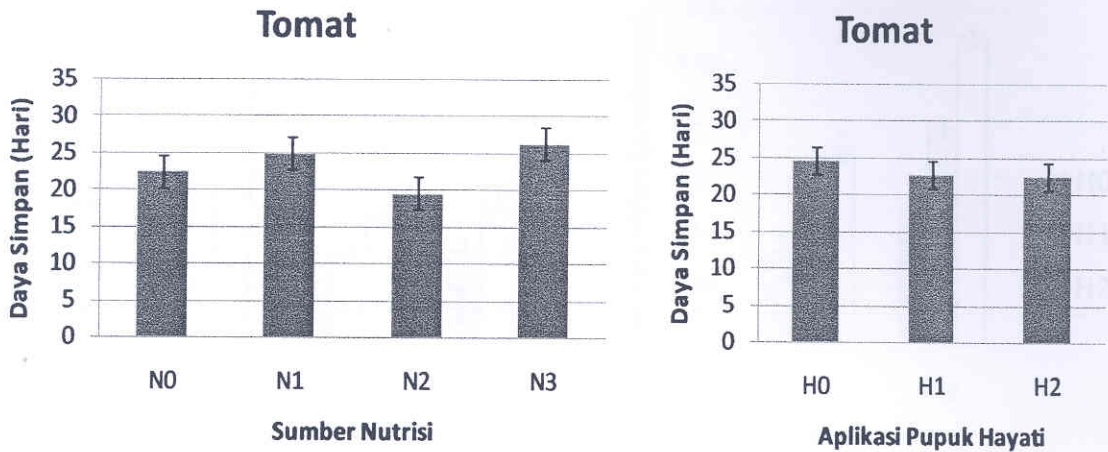
Gambar 52. Grafik rata-rata jumlah buah tomat per kluster pada kombinasi perlakuan aplikasi pupuk biologi dan penambahan sumber nutrisi. Keterangan sama seperti pada Gambar 1.



Gambar 53. Grafik rata-rata diameter buah tomat pada kombinasi perlakuan aplikasi pupuk biologi dan penambahan nutrisi. Keterangan sama seperti pada Gambar 1.

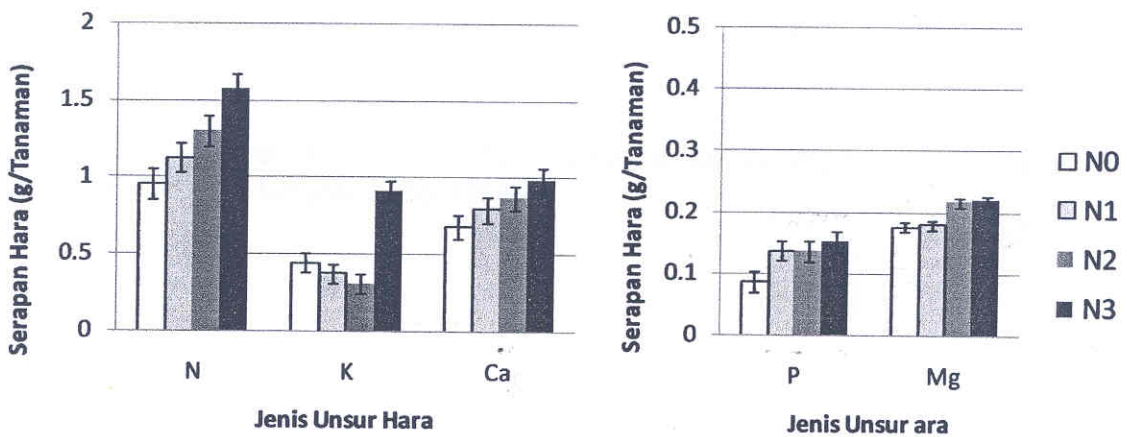
Pada perlakuan kombinasi pupuk NPK dan kompos dengan aplikasi pupuk biologi memberikan hasil yang terbaik dari sisi jumlah maupun bobot buah tomat per tanaman. Kurang begitu jelas mengapa aplikasi pupuk biologi pada perlakuan pupuk tunggal NPK atau kompos tidak menunjukkan efektivitas yang tinggi seperti yang terjadi pada perlakuan kombinasi antar 50% pupuk NPK dan kompos (Gambar 50 dan 51).

Untuk melihat kualitas buah tomat yang dihasilkan dilakukan uji daya simpan dengan cara menyimpan buah tomat pada kondisi ruang selama beberapa waktu. Hasil percobaan menunjukkan bahwa daya simpan buah tomat lebih dipengaruhi oleh perlakuan sumber nutrisi dari pada oleh perlakuan dengan pupuk Biologi (Gambar 54). Perlakuan dengan kombinasi 50% NPK dengan kompos menunjukkan nilai daya simpan yang paling lama, yaitu selama 26 hari, sedangkan perlakuan dengan kompos saja memiliki nilai daya simpan yang paling rendah yaitu selama 19 hari (Gambar 54).

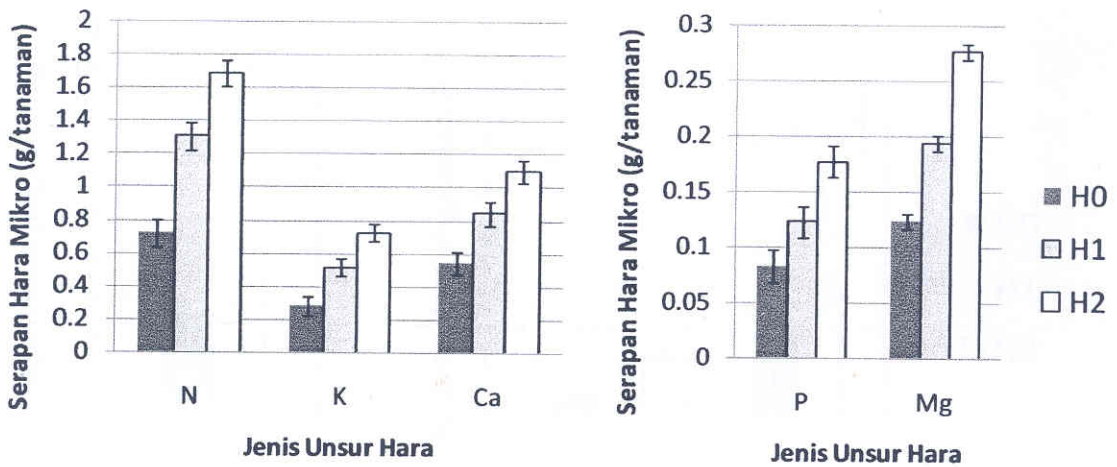


Gambar 54. Grafik nilai daya simpan buah tomat pada perlakuan penambahan nutrisi (kiri) dan aplikasi pupuk biologi (Kanan). Keterangan sama seperti pada Gambar 1.

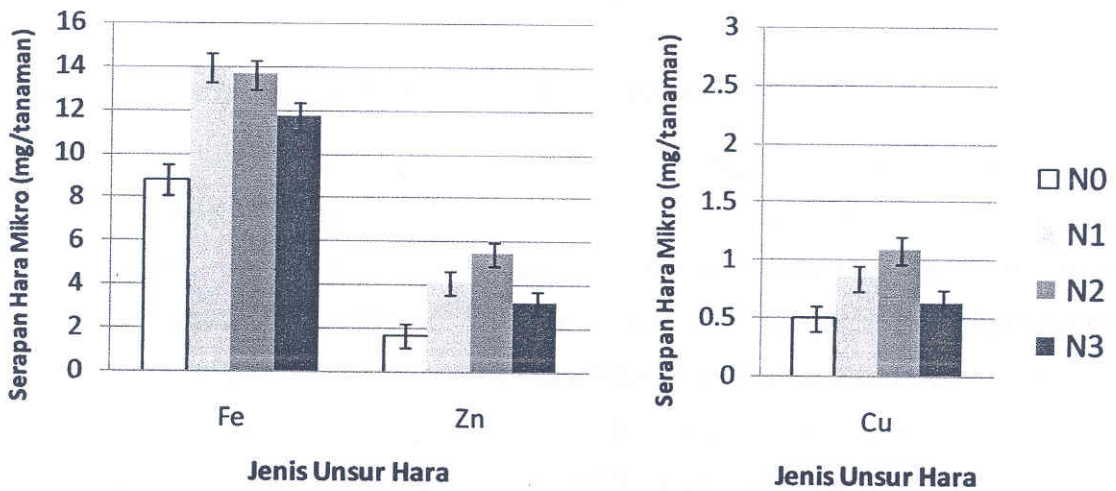
Data serapan hara menunjukkan bahwa baik perlakuan sumber nutrisi maupun aplikasi pupuk biologi berpengaruh nyata terhadap serapan hara tanaman kentang (gambar 55-58). Pada hara makro, penambahan pupuk kombinasi antara 50% NPK dan kompos menunjukkan nilai serapan yang paling tinggi, sedangkan pada unsur hara mikro, serapan hara tertinggi dicapai pada perlakuan kompos (Gambar 55 dan 57). Aplikasi pupuk biologi memacu tingkat serapan hara makro maupun mikro secara nyata dengan aplikasi pupuk dalam bentuk padat menunjukkan tingkat serapan yang paling tinggi (Gambar 56 dan 58)



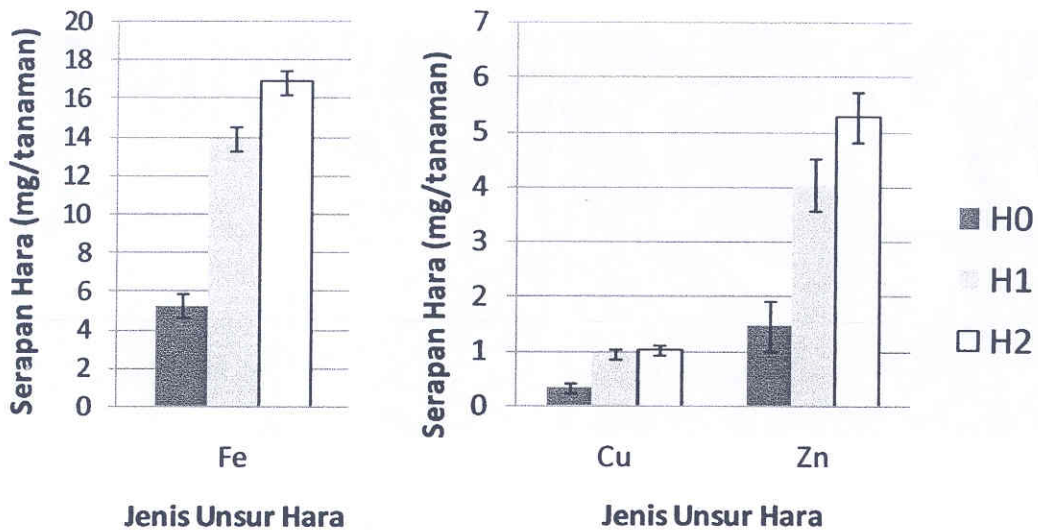
Gambar 55. Grafik rata-rata serapan hara makro (N, P, K, Ca dan Mg) tanaman tomat pada pengaruh perlakuan tunggal sumber nutrisi.



Gambar 56. Grafik rata-rata serapan hara makro (N, P, K, Ca dan Mg) tanaman tomat pada pengaruh perlakuan tunggal aplikasi pupuk biologi.



Gambar 57. Grafik rata-rata serapan hara mikro (Fe, Cu dan Zn) tanaman tomat pada pengaruh perlakuan tunggal sumber nutrisi.

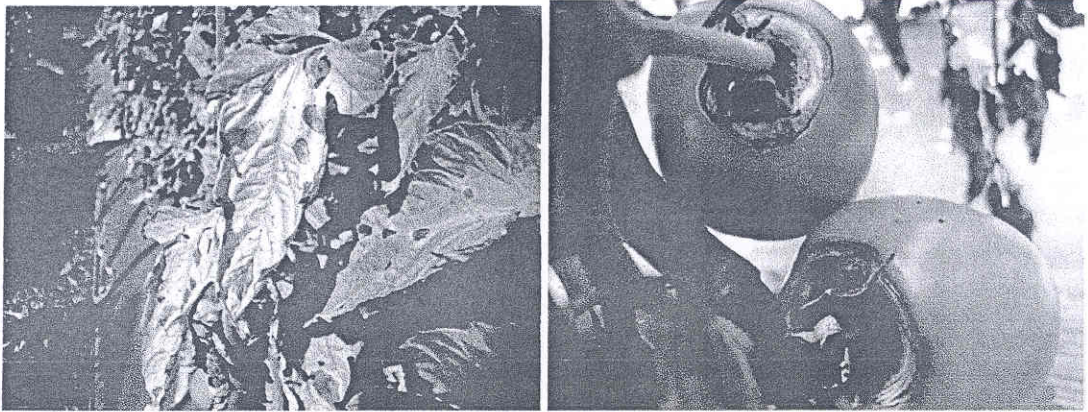


Gambar 58. Grafik rata-rata serapan hara mikro (Fe, Cu dan Zn) tanaman tomat pada pengaruh perlakuan tunggal aplikasi pupuk biologi.

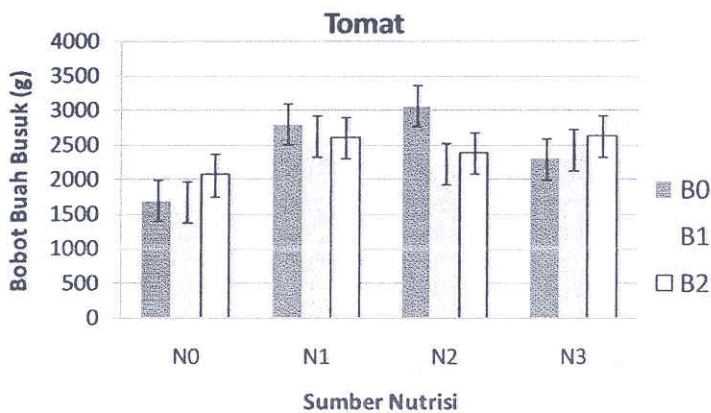
Pengamatan terhadap serangan penyakit tanaman

Secara umum baik tanaman padi gogo, jagung, kedelai dan kentang tidak menunjukkan adanya gejala serangan penyakit yang cukup berarti, kecuali pada tanaman tomat. Setelah fase pertengahan pembuahan (pada umur 3 bulan), daun-daun bagian bawah dan sebagian buah terserang oleh penyakit yang berdasarkan pengamatan lapangan dan studi pustaka disebabkan oleh cendawan *Alternaria solani* (Gunawan *et al.* 1997). Serangan cendawan ini cukup merata di semua perlakuan, sehingga tidak ada perlakuan yang secara spesifik tahan terhadap serangannya. Contoh gambar daun tanaman dan buah yang diserang oleh cendawan *Alternaria solani* dapat dilihat pada Gambar 59 berikut.

Walaupun tidak merusak tanaman secara keseluruhan namun serangan penyakit tersebut cukup mengurangi produksi tanaman. Bobot buah tomat yang busuk akibat serangan penyakit secara umum merata dan tidak dipengaruhi oleh faktor perlakuan yang diberikan (Gambar 60), walaupun pada perlakuan dengan kompos pemberian pupuk biologi dapat menekan jumlah buah busuk (Gambar 60), namun perlakuan sumber nutrisi lainnya tidak terlihat.



Gambar 59. Daun (kiri) dan buah tomat yang busuk akibat terserang *Alternaria solani*



Gambar 60. Grafik bobot buah tomat yang busuk pada kombinasi perlakuan aplikasi pupuk biologi dan penambahan nutrisi. Keterangan sama seperti pada Gambar 1.

Percobaan Uji viabilitas bakteri

Hasil percobaan uji viabilitas bakteri selama proses penyimpanan dapat dilihat pada Tabel 1 berikut. Dari data terlihat bahwa secara umum penyimpanan bakteri dengan media gambut adalah yang paling baik, yang ditunjukkan dengan tetap tingginya viabilitas bakteri selama penyimpanan. Media yang berasal dari tepung beras, tepung jagung, dan tepung rumput laut tidak mampu mempertahankan viabilitas bakteri selama penyimpanan. Pada ketiga media tersebut, terlihat adanya cendawan yang menyerang dan berkembang biak menutupi seluruh permukaan media. Hal ini mungkin terkait

dengan masih tingginya kandungan C dalam ketiga media tersebut sehingga menjadi sumber makanan bagi cendawan.

Tabel 1. Viabilitas Bakteri selama penyimpanan dalam media yang berbeda

Jenis Bakteri	Bahan Penyimpan	Lama Penyimpanan (bulan)							
		0	1	2	3	4	5	7	9
Bacillus	Tepung Beras	4.7 $\times 10^7$	1.04 $\times 10^5$	-	-	-	-	-	-
	Tepung Jagung		8.2 $\times 10^5$	5.6 $\times 10^3$	-	-	-	-	-
	Tepung Rumput Laut		4.5 $\times 10^5$	-	-	-	-	-	-
	Gambut		9.4 $\times 10^7$	8.5 $\times 10^7$	1.59 $\times 10^8$	1.2 $\times 10^7$	4.8 $\times 10^6$	9.7 $\times 10^5$	7.0 $\times 10^5$
Pseudomonas	Tepung Beras	3.7 $\times 10^7$	4.18 $\times 10^7$	-	-	-	-	-	-
	Tepung Jagung		-	-	-	-	-	-	-
	Tepung Rumput Laut		4.1 $\times 10^7$	-	-	-	-	-	-
	Gambut		2.14 $\times 10^8$	2.78 $\times 10^8$	5.75 $\times 10^7$	3.4 $\times 10^7$	8.7 $\times 10^6$	6.23 $\times 10^6$	5.3 $\times 10^6$
Azospirillum	Tepung Beras	6.7 $\times 10^7$	1.46 $\times 10^7$	-	-	-	-	-	-
	Tepung Jagung		1.96 $\times 10^7$	-	-	-	-	-	-
	Tepung Rumput Laut		-	-	-	-	-	-	-
	Gambut		1.52 $\times 10^8$	8.7 $\times 10^7$	7.2 $\times 10^4$	7.2 $\times 10^3$	5.4 $\times 10^3$	2.5 $\times 10^3$	1.4 $\times 10^3$
Azotobacter	Tepung Beras	1.04 $\times 10^6$	1.4 $\times 10^3$	-	-	-	-	-	-
	Tepung Jagung		2.14 $\times 10^3$	-	-	-	-	-	-
	Tepung Rumput Laut		-	-	-	-	-	-	-
	Gambut		3.5 $\times 10^5$	1.3 $\times 10^4$	5.4 $\times 10^3$	1.4 $\times 10^3$	-	-	-

Pembahasan

Untuk dapat memproduksi secara maksimal sesuai dengan potensi produksinya, tanaman memerlukan kondisi lingkungan yang sesuai termasuk ketersediaan air dan hara mineral yang cukup. Di alam, tanaman dapat memperoleh sumber nutrisi dari dalam tanah hasil pelapukan batuan mineral dan bahan organik tanah, dari proses alam yang terjadi di udara melalui air hujan atau dari pupuk buatan yang diberikan oleh manusia (Havlin *et al.* 2005). Melalui proses-proses fisiologi utama khususnya fotosintesis, hara dan mineral masuk ke dalam system metabolise tumbuhan untuk membentuk struktur tubuh tumbuhan, senyawa-senyawa molekul makro maupun untuk berbagai proses enzimatik di dalam sel (Taiz dan Zeiger 2002). Defisiensi hara mineral akibat rendahnya ketersediaan di dalam tanah berakibat pada penghambatan pertumbuhan tanaman yang berimplikasi pada rendahnya produksi.

Penyediaan hara tanaman merupakan permasalahan penting yang telah lama disadari oleh manusia sehingga pada pertanian dilakukan upaya pemupukan baik dengan memberikan pupuk organik seperti pupuk kandang, kompos maupun pupuk buatan. Saat ini pupuk buatan telah menjadi pilihan utama petani umumnya karena konstrasi haranya yang tinggi sehingga responnya cepat. Namun penggunaan pupuk buatan yang berlebihan berakibat pada kerusakan lahan dan menurunkan komponen biologis tanah (Bekti dan Surdianto 2001), sehingga produktivitasnya akan menurun (Miharja 2004). Oleh karenanya perlu dilakukan pembenahan dengan upaya yang seimbang melalui pemanfaatan bahan organik dan mikroba tanah yang potensial.

Mikroba tanah memiliki peran penting dalam proses perombakan bahan organik (mineralisasi) seperti peran dari bakteri-bakteri yang aktif merombak amonium menjadi nitrat dalam proses nitrifikasi (Lambers *et al.* 1998). Bahkan beberapa bakteri-bakteri yang bersimbiosis dengan tanaman seperti *Rhizobium* atau yang hidup bebas memiliki kontribusi dalam menyumbangkan nitrogen pada tanaman yang cukup besar (Elmerich 2007). Bahkan pemanfaatan bakteri-bakteri pemacu pertumbuhan tanaman (*Plant growth promoting rhizobacteria*, PGPR) menjadi sangat penting, karena selain dapat membantu tumbuhan dalam memperoleh nutrisi, juga dapat memacu pertumbuhan tanaman melalui hormon yang dihasilkan (Podile dan Kishore 2006). Dalam percobaan ini efektivitas pupuk biologi yang mengandung bakteri-bakteri PGPR yang terdiri dari *Azospirillum sp.*, *Azotobacter sp.*, *Bacillus sp.* Dan *Pseudomonas sp.*, akan diuji di lapang

dalam kombinasinya dengan penambahan pupuk organik dan anorganik pada tanaman jagung, padi gogo, kedelai, kentang dan tomat.

Hasil percobaan menunjukkan bahwa penggunaan pupuk biologi secara efektif dapat meningkatkan pertumbuhan jagung, padi gogo, kentang dan tomat dilihat dari parameter tinggi tanaman dan jumlah daun pada jagung dan padi gogo, bobot basah dan bobot kering total tanaman pada kedua komoditas tersebut, kentang dan tomat (Gambar 1, 4, 6, 7, 16, 17, 20, 21, 38, dan 49). Walaupun tidak berpengaruh terhadap tinggi tanaman, aplikasi pupuk biologi meningkatkan jumlah daun dan bobot kering tanaman kedelai (Gambar 31 dan 32). Pertumbuhan vegetatif tanaman yang dicerminkan oleh akumulasi bahan tanaman seperti komponen tajuk dan akar merupakan bahan yang penting untuk menopang pertumbuhan reproduktif tanaman sehingga mempengaruhi produksi tanaman (Lambers *et al.* 1998). Peningkatan tajuk akan meningkatkan fotosintesis total tanaman sehingga akumulasi fotosintat menjadi besar. Demikian juga dengan peningkatan perakaran akan meningkatkan laju penyerapan air dan unsur hara yang dibutuhkan tanaman.

Selain itu pada beberapa tanaman seperti padi, peningkatan tajuk yang secara langsung berasosiasi dengan peningkatan produksi adalah jumlah anakan produktif, karena jumlah anakan akan menentukan jumlah malai yang akan terbentuk untuk menghasilkan biji padi. Penggunaan pupuk biologi juga terbukti meningkatkan jumlah anakan padi gogo selain peningkatan jumlah daun (Gambar 17 dan 18).

Agak berbeda dengan keempat tanaman lainnya, pertumbuhan vegetatif kedelai tidak terlalu dipengaruhi oleh perlakuan pupuk biologi secara nyata, walaupun penggunaan pupuk biologi meningkatkan jumlah daun dan bobot kering tanaman kedelai (Gambar 31 dan 32). Mungkin hal ini terkait dengan karakteristik tanaman kedelai yang secara spesifik memiliki simbiosis dengan bakteri *Rhizobium*, sehingga adanya bakteri bebas dari kelompok PGPR ini tidak memiliki pengaruh yang nyata. Dalam percobaan ini pada saat penanaman kedelai juga digunakan *Rhizobium*.

Implikasi dari peningkatan pertumbuhan vegetatif adalah meningkatnya produksi tanaman yang ditunjukkan dengan bobot produksi pipilan kering dan bobot 100 biji pada jagung (Gambar 8 dan 11), produksi gabah pada padi (Gambar 23), jumlah dan bobot umbi pada kentang (Gambar 40 dan 41), serta jumlah dan bobot buah pada tomat (Gambar 50 dan 51). Pada buah kentang penggunaan pupuk biologi juga

meningkatkan kualitas hasil dengan meningkatnya jumlah umbi kentang yang berukuran besar (klas A) (gambar 40).

Ada korelasi yang positif antara penggunaan pupuk biologi dengan peningkatan serapan hara makro dan mikro tanaman khususnya pada jagung, padi gogo, kentang dan tomat (Gambar 13, 15, 27, 44, 46, 56 dan 58). Hara makro khususnya N dan P berperan penting dalam sintesis molekul makro yaitu protein dan asam nukleat pada tumbuhan yang besar pengaruhnya terhadap pertumbuhan tanaman (Lembers *et al.* 1998; Taiz dan Zeiger 2002). Bakteri *Azospirillum* dan *azotobacter* dikenal sebagai kelompok bakteri yang membantu tanaman dalam menyediakan N, sedangkan kelompok *Bacillus* dan *Pseudomonas* dikenal memiliki kemampuan untuk melarutkan P dan K yang ada di tanah (Paul dan Clark, 1989; Altomare *et al.*, 1999). Kombinasi jenis-jenis bakteri ini dipandang cukup efektif dalam membantu peningkatan serapan hara tanaman.

Walaupun dalam hal peningkatan pertumbuhan penggunaan pupuk biologi dapat membantu tumbuhan, namun aplikasinya belum mampu secara nyata menangkal serangan cendawan *Alternaria solani* yang menyebabkan penyakit bercak daun dan busuk buah pada tomat. Namun pada percobaan sebelumnya penggunaan pupuk biologi dapat mengurangi serangan layu pada tomat dan busuk umbi pada kentang (Hamim *et al.* 1997). Pada percobaan kali ini selain pada tomat, seangan penyakit tidak terlihat secara nyata.

KESIMPULAN

Aplikasi pupuk biologi di lapangan menunjukkan hasil yang positif baik pada tanaman padi gogo, jagung, kentang dan tomat yang ditandai dengan peningkatan parameter vegetatif seperti tinggi tanaman, jumlah daun, bobot kering tumbuhan, maupun jumlah anakan pada padi. Peningkatan pertumbuhan vegetatif tanaman berimplikasi pada peningkatan produksi keempat komoditas tersebut sebagai respon terhadap penggunaan pupuk biologi. Pada tanaman kedelai pengaruh aplikasi sumber nutrisi maupun pupuk biologi tidak terlalu berpengaruh nyata. Peningkatan pertumbuhan dan produksi berbanding lurus dengan peningkatan serapan hara makro dan mikro oleh tanaman sebagai respon terhadap pemupukan biologi.

Hasil percobaan uji viabilitas bakteri selama proses penyimpanan terlihat bahwa secara umum penyimpanan bakteri dengan media gambut adalah yang paling baik, yang ditunjukkan dengan tetap tingginya viabilitas bakteri selama penyimpanan. Media yang berasal dari tepung beras, tepung jagung, dan tepung rumput laut tidak mampu mempertahankan viabilitas bakteri selama penyimpanan. Pada ketiga media tersebut terjadi serangan cendawan, sehingga bakteri mati.

PERKIRAAN DAMPAK HASIL KEGIATAN

Hasil-hasil yang telah dicapai diharapkan dapat dijadikan sebagai acuan untuk menentukan efektifitas pupuk biologi yang digunakan untuk membantu meningkatkan produksi tanaman pangan dan sayuran. Paling tidak untuk tanaman jagung, padi gogo, kentang dan tomat pengaruh pupuk biologi yang digunakan cukup baik jika kelak diterapkan di lapangan.

DAFTAR PUSTAKA

- Altomare, A. W.A. Norvell, T. Bjorkman, and G.E Harman. 1999. Solubilization of Phosphates and Micronutriens by the Plant Growt-Promoting and Biocontrol Fungus *Trichoderma harzianum* Rifai. *Applied and Enviromental Microbiology*. 65:2926 – 2933.
- Bekti E. Dan Surdianto Y. 2001. Pupuk Kompos untuk Meningkatkan Produksi Padi Sawah. Departemen Pertanian. Jakarta.
- Dey, R., Pal, K.K., Bhatt, D.M., and Chauhan, S.M. 2004. Growth promotion and yield enhancement of peanut (*Arachis hypogaea* L.) by application of plant growth-promoting rhizobacteria. *Microbiological Research* 159: 371–394.
- Ditjen PLA Deptan-LPPM IPB, 2006. Perbaikan pemanfaatan bahan organik dan mikroba potensial tanah untuk meningkatkan produksi tanaman di Propinsi Jawa Tengah dan Jawa Barat. Ditjen PLA, Deptan dan LPPM – IPB.
- Elmerich, C. 2007. Historical Perspective: From Bacterization to Endophytes. Pp.1-20. In. Elmerich, C. and Newton, W.E. (Eds) *Associative and Endophytic Nitrogen-fixing Bacteria and Cyanobacterial Associations*. Springer. Netherlands.
- Elo, S., Maunuksela, L., Salkinoja-Salonen, M., Smolander, A., Haahtela, K., 2000. Humus bacteria of Norway spruce stands: plant growth promoting properties and birch, red fescue and alder colonizing capacity. *FEMS Microbiol. Ecol.* 31, 143–152.
- Glick, B.R., 1995. The enhancement of plant growth by free-living bacteria. *Can. J. Microbiol.* 41, 109–117.
- Podile A.R. and Kishore, G.K. 2006. Plant growth-promoting rhizobacteria. Pp.195-132. In. Gnanamanickam, S. (Ed.). *Plant-Associated Bacteria*. Springer. Netherlands.
- Goenadi, D.H. and Y. Away. 1994. Characterization of *Trichoderma pseudokoningii* capable of decomposing empty fruit bunches of oil palm. *Menara Perkebunan*. 62:6-10

- Gunawan, O.S., Suryaningsih, E., dan Duriat, A.S. 1997. Penyakit-penyakit penting tanaman tomat dan cara pengendaliannya. *hal:94-117. Dalam*. Duriat, A.S., Hadisoeganda, W.W., Permasi, A.H, Sinaga, R.M., Hilman, Y dan Basuki R.S. *Teknologi Produksi Tomat*. Balai Penelitian Tanaman Sayuran. Badan Litbang Pertanian. Bandung.
- Guo, J.H., Qi, H.Y., Guo, Y.H., Ge, H.L., Gong, L.Y., Zhang, L.X. and Sun, P.H. 2004. Biocontrol of tomato wilt by plant growth-promoting rhizobacteria. *Biological Control*. 29:66–72.
- Hamim, Nisa Rachmania, Ida anarida, Nani Sumarni. 2007. Pengaruh Pupuk Biologi terhadap Pola Serapan Hara, Ketahanan Penyakit, Produksi dan Kualitas Hasil Beberapa Komoditas Tanaman Pangan dan Sayuran Unggulan. Laporan Penelitian Tahun I KKP3T. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Havlin, J.L., J.D. Beaton, S.L. Tisdale and W.L. Nelson. 2005. Soil Fertility and Fertilizers, In *Introduction to Nutrient Management*. Prentice Hall. New Jersey. P. 515.
- Lambers, H., Chapin III, F.S., and Pons, T.L. 1998. *Plant Physiological Ecology*. Springer. New York.
- Paul, E.A and F.E. Clark. 1989. *Soil Microbiology and Biochemistry*. Academic Press, Inc.
- Podile, A.R. and Kishor, G.K. 2006. Plant Growth-Promoting Rhizobacteria. *Pp.195–230. In*. S.S. Gnanamanickam (ed.). *Plant-Associated Bacteria*, Springer. Netherlands.
- Sabiham, S and Mulyanto, B. 2005. Biomass utilization in Indonesia: integration of traditional and modern principles of organic matter management. Paper is presented in APECATC Workshop on Biomass Utilization held in Tokyo and Tsukuba Japan.
- Srivastava, L.M. 2001. *Plant Growth and Development*. Academic Press. Tokyo.
- Vessey, J.K. 2003. Plant growth promoting rhizobacteria as biofertilizers. *Plant and Soil* 255: 571–586.

- Weller, D.G., Thomashow, L.S., 1993. Use of rhizobacteria for biocontrol. *Curr. Opin. Biotechnol.* 4, 306–311.
- Whipps, J.M. 2001. Microbial interaction and biocontrol in the rhizosphere. *J. Exp. Bot.* 52:487-511.
- Wibowo S.T. 2007. Respon morfologi dan fisiologi beberapa tanaman budidaya terhadap aplikasi kompos yang diperkaya dengan mikroba aktivator. Tesis. Sekolah Pascasarjana IPB. Bogor.
- Wu, S.C., Cao, Z.H., Li, Z.G., Cheunga, K.C., and Wonga, M.H. 2005. Effects of biofertilizer containing N-fixer, P and K solubilizers and AM fungi on maize growth: a greenhouse trial. *Geoderma* 125:155–166.

Tabel Lampiran 1. Data Hasil Analisis Tanah

No.	Nama Sampel	pH	C	N	P	K	Ca	Mg	Fe	Cu	Zn	Mn
			(%)	(%)	ppm	... (me/100g) (ppm)			
1	Tanah 1 (Bogor)	4.90	1.31	0.15	153.1	0.15	1.72	0.87	1.68	2.84	2.80	41.00
2	Tanah 2 (Lembang-2)	5.10	6.39	0.62	98.3	0.42	7.02	2.57	0.82	2.16	8.44	27.00

No.	Nama Sampel	Tekstur		
		Pasir	Debu	Liat
	(%)....		
1	Tanah 1 (Bogor)	7.31	16.27	76.62
2	Tanah 2 (Lembang-2)	37.99	44.39	17.62

Tabel Lampiran 2. Data Hasil Analisis Kompos

No.	Janis kompos	pH	C	N	P	K	Ca	Mg	Fe	Cu	Zn	Mn
		 (%) (ppm)		
1	Kompos 1 (Bogor)	5.80	26.59	1.54	0.39	2.62	5.36	1.10	19,800	212.50	1287.5	1635.0
2	Kompos 2 (Lembang)	6.00	29.63	0.65	0.25	0.34	1.53	0.44	4,880	626.25	906.25	2643.7