

EFISIENSI PEMUPUKAN PADA PEMBIBITAN KELAPA SAWIT DENGAN PEMBERIAN ASAM HUMAT DAN PUPUK HAYATI CENDAWAN MIKORIZA ARBUSKULA PADA SKALA KOMERSIAL

H. Widiastuti¹⁾, Panca D.M.H. Karti²⁾, N.F. Mardatin²⁾, D. Asmono³⁾, dan Gatot A. Rahim³⁾

Abstrak Penelitian bertujuan meningkatkan efisiensi pemupukan pada pembibitan kelapa sawit melalui aplikasi asam humat dan pupuk hayati cendawan mikoriza arbuskula (CMA) pada skala komersial. Suatu percobaan dengan rancangan split-split split plot untuk menguji 27 perlakuan yang merupakan kombinasi tiga dosis pupuk anorganik (100%, 75%, dan 50% dosis standar), tiga dosis asam humat (0, 15, dan 30 ml) dan tiga jenis pupuk hayati CMA (tanpa, M1 (*Acaulospora tuberculata* yang di per kaya *Azotobacter* sp., *Serratia marcescens*, dan *Pseudomonas* sp.) dan M2 (*Glomus etunicatum*, *Gigaspora margarita*, dan *Acaulospora tuberculata*)). Setiap perlakuan diulang tujuh kali dan setiap ulangan terdiri dari 100 bibit. Pengamatan dilakukan terhadap 21 bibit pada tiap perlakuan. Pengurangan dosis pupuk anorganik 25% dan pemberian pupuk hayati CMA meningkatkan pertumbuhan tinggi dan diameter batang bibit. Pemberian pupuk CMA baik M1 maupun M2 dapat meningkatkan diameter batang bibit. Pemupukan anorganik pada dosis standar kebun nyata menurunkan bobot basah akar, dan bobot basah akar tertinggi adalah pada dosis 50% dosis standar kebun. Pemberian CMA M1 nyata meningkatkan bobot basah tajuk bibit. Pemberian asam humat 30 ml dalam kombinasinya dengan pupuk hayati M1 nyata menghasilkan bobot kering daun lebih tinggi

dibandingkan dengan tanpa asam humat dan pupuk hayati CMA. Pemberian asam humat 30 ml meningkatkan secara nyata bobot basah batang sedangkan bobot kering batang nyata lebih tinggi pada pemberian pupuk hayati CMA M1. Serapan N daun pada pemupukan 75% dan asam humat 30 ml nyata lebih tinggi dibandingkan dengan pemberian pupuk 100%. Pemberian asam humat 30 ml dan pupuk hayati M1 nyata meningkatkan serapan N daun. Serapan P daun meningkat pada pemberian asam humat 30 ml demikian pula kadar dan serapan P batang.

Kata kunci : pembibitan utama kelapa sawit, efisiensi pupuk anorganik, penambahan asam humat, pupuk hayati CMA

Abstract The objective of this study was to increase the effectiveness of inorganic fertilization in oil palm nursery using addition of humic acid in combination with biofertilizer of arbuscular mycorrhizal fungi (AMF). In this experiment we reduce 50% the dose of inorganic fertilizer and combined with three rates of humic acid (0, 15, and 30 ml/seedling) and two type of AMF biofertilizer (M1, *Acaulospora tuberculata* enrich with *Azotobacter* sp., *Serratia marcescens*, dan *Pseudomonas* sp.) and M2 (*Glomus etunicatum*, *Gigaspora margarita*, dan *Acaulospora tuberculata*). The experiment was arrange in split-split-split plot randomized complete block design. Seven replications were applied and each replication covered for a hundred of seedling. The observation were done at the end of main nursery on 21 seedlings for each unit experiment. Statistical analysis showed that there was an interaction between two factors and main factor as seen in selected parameters. Reduction 25% of inorganic fertilizer and biofertilizer AMF application increase height and stem diameter of seedling.

Penulis yang tidak disertai dengan catatan kaki instansi adalah peneliti pada Pusat Penelitian Kelapa Sawit

¹⁾H Widiastuti (✉)
Balai Penelitian Bioteknologi Perkebunan Indonesia
Jl Taman Kencana, No. 1 Bogor, 16151
Email: happywidiastuti@yahoo.com

²⁾ Pusat Penelitian Sumberdaya Hayati dan Bioteknologi, IPB
Jl. Kamper Kampus IPB Darmaga, Bogor, 16680

³⁾ PT Sampoerna Agro, Palembang

Application of AMF biofertilizer M1 as well as M2 enhance stem diameter. Thought fertilization using standard doses reduce root dry weight and the highest root fresh weight was yield by 50% rate of inorganic fertilizer. Application of biofertilizer M1 significantly enhance shoot fresh weight. The fresh weight of shoot was mostly affected by leave compared to stem fresh weight. Humic acid addition in doses of 30 ml/seedling in combination with application of M1 biofertilizer significantly yield leave dry weight significantly higher compared to no addtion of humic acid and biofertilizer CMA. Addition of humic acid 30 ml enhance significantly stem fresh weight while stem dry weight significantly higher in seedling treated with M1 biofertilizer application. Leave N uptake in 75% inorganic fertilization and 30 ml humic acid application significantly higher compared to 100% doses of inorganic fertilization. Addition of humic acid in doses of 30 ml in combination with applicatioan of AMF biofertilizer M1 significantly increase N leave uptake. Phosporus leave uptake enhance by addition of 30 ml of humic acid. Similar result was found on P level and P uptake of stem.

Keywords : oil palm main nursery, inorganic fertlizer efficiency, humic acid addition, AM fungi biofertilizer

PENDAHULUAN

Perluasan areal kelapa sawit yang pesat memerlukan teknologi pembibitan yang cepat dengan kualitas yang baik namun ramah lingkungan. Pengembangan kelapa sawit ke lahan marginal membawa akibat sulitnya memperoleh *top soil* sebagai media bagi bibit. *Top soil* yang dijumpai sangat tipis atau hilang karena erosi tanah, sehingga media tanah yang digunakan umumnya rendah kesuburannya, baik kesuburan fisik, kimia maupun biologi. Peningkatan sifat ini diduga dapat dilakukan melalui pemberian asam humat dan cendawan mikoriza arbuskula (CMA).

Asam humat merupakan hasil dekomposisi bahan organik secara kimia dan mikrobiologi yang stabil (Mackowiak *et al.*, 2001, Asli & Newmann, 2010). Asam humat dapat meningkatkan ketersediaan hara atau sebagai senyawa pemacu pertumbuhan, di samping perannya memperbaiki struktur tanah dan kehidupan mikroba tanah (Chen *et al.*, 2000). Dalam publikasinya Ma (2000) mengemukakan bahwa unsur

Al dan Fe membentuk kelat yang mantap dengan berbagai senyawa organik sehingga aktivitasnya dalam tanah dapat ditekan. Hartwigsen *et al.* (2000) dalam penelitiannya menunjukkan bahwa asam humat tidak mempengaruhi bobot basah akar dan jumlah akar lateral tetapi mempengaruhi total panjang akar lateral terutama pada tanaman dari golongan hipokotil tingkat rendah. Namun demikian hasil penelitian Asli & Neumann (2010) menunjukkan bahwa pemberian asam humat pada dosis 1 g L⁻¹ dapat menghambat perkembangan tanaman jagung karena akumulasi asam humat pada dinding sel akar yang akhirnya mempengaruhi konduktivitas hidrolik akar sampai 44%.

Cendawan mikoriza arbuskula (CMA) adalah cendawan yang secara alamiah bersimbiosis dengan kelapa sawit dan simbiosis ini bersifat obligat. Walaupun secara alami cendawan ini mengkolonisasi kelapa sawit namun beberapa hasil penelitian menunjukkan bahwa inokulasi CMA terseleksi menyebabkan peningkatan efisiensi pemupukan P (Karti, 2003). Interaksi antara asam humat dan CMA dengan kelapa sawit pada tanah masam telah dilaporkan menghasilkan pertumbuhan kelapa sawit yang lebih baik (Karti *et al.*, 2006). Secara umum dalam simbiosisnya dengan tanaman, cendawan ini membentuk hifa eksternal yang dapat meningkatkan jangkauan tanaman untuk menyerap hara terutama P. Peranan CMA pada tanah masam sangat tinggi karena ketersediaan unsur P merupakan salah satu pembatas bagi pertumbuhan tanaman di tanah masam. Hasil penelitian menunjukkan bahwa dalam simbiosisnya dengan tanaman kelapa sawit, cendawan ini dapat meningkatkan serapan P baik melalui perbaikan sistem perakaran tanaman sawit (Widiastuti *et al.*, 2003) maupun melalui aktivitasnya dalam memineralisasi P organik tanah (Widiastuti *et al.*, 2003). Percobaan di kebun kelapa sawit Cimulang dan Sukamaju PTPN VIII juga menunjukkan bahwa inokulasi CMA dapat mengurangi pupuk 75% untuk menghasilkan pertumbuhan yang sama dengan metode standar pembibitan (Widiastuti *et al.*, 2006). Tujuan penelitian ini untuk meningkatkan efisiensi pemupukan anorganik melalui aplikasi asam humat dan pupuk hayati CMA pada kelapa sawit tahap pembibitan utama. Selain itu, penelitian ini juga diharapkan dapat menghasilkan teknik pembibitan menggunakan tanah *sub soil*.

BAHAN DAN METODE

Percobaan ini merupakan lanjutan dari yang dilaporkan Karti *et al.* (2008) yang merupakan hasil pada tahap pembibitan awal (*pre nursery*, PN). Setelah akhir tahap PN tanaman dipindah ke polibag berukuran 50 x 60 cm (tahap *main nursery*, MN) yang berisi tanah *sub soil* sebagai media tanam dan dilakukan kembali inokulasi ulang pupuk hayati CMA sebanyak 50 g pupuk CMA. Inokulum CMA diberikan dalam lubang tanam sedangkan asam humat diberikan dalam bentuk cairan di sekitar perakaran tanaman seperti pupuk anorganik. Asam humat yang digunakan dalam penelitian ini berasal dari batuan leonardite.

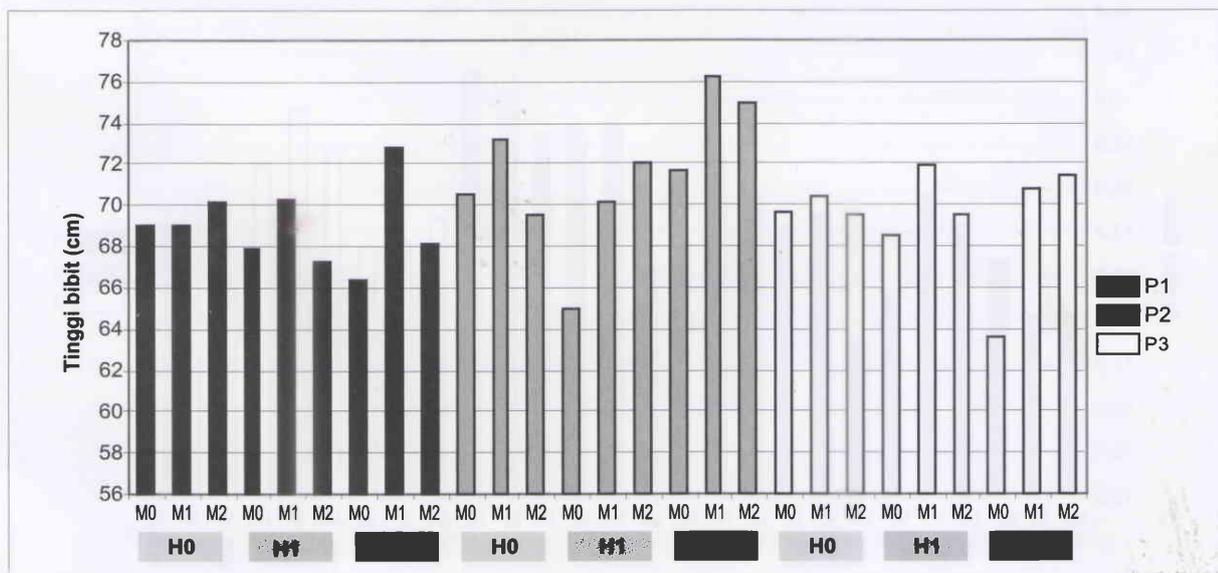
Pengamatan dilakukan terhadap beberapa peubah pertumbuhan bibit yaitu 1) Pertumbuhan tinggi, jumlah daun, diameter batang, bobot bibit, dan 2) Serapan hara makro daun serta batang bibit pada akhir masa MN (6 bulan). Percobaan dilakukan dengan rancangan split-split-split plot dengan tujuh ulangan dan masing-masing ulangan terdiri dari 100 bibit. Dua puluh tujuh perlakuan yang diuji merupakan kombinasi tiga dosis pupuk rekomendasi kebun (100%, 75%, 50%), tiga dosis asam humat (0 ml, 15 ml, dan 30 ml), dan tiga jenis pupuk hayati CMA (tanpa, M1 dan M2). Pupuk hayati CMA M1 berisi CMA *A. tuberculata*, *Azotobacter sp.*, *S. marcescens*, dan *Pseudomonas sp.* sedangkan pupuk hayati CMA M2 mengandung beberapa spesies CMA yaitu *Gl. etunicatum*, *G. margarita*, dan *A. tuberculata*.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pertumbuhan Bibit Sawit

Analisis ragam menunjukkan bahwa dosis pupuk anorganik dan jenis pupuk hayati CMA berpengaruh nyata terhadap peubah tinggi tanaman (Gambar 1). Pengurangan dosis pupuk anorganik menghasilkan pertumbuhan tinggi yang lebih baik. Pemupukan anorganik pada dosis 75% menghasilkan tinggi bibit nyata lebih tinggi dibandingkan dengan dosis pemupukan lainnya. Pemberian pupuk hayati CMA baik M1 maupun M2 nyata meningkatkan pertumbuhan tinggi tanaman. Perlakuan yang memberikan tinggi bibit tertinggi adalah dosis pupuk anorganik 75% dengan pemberian asam humat 30 ml dan pemupukan hayati CMA M1, sedangkan tinggi bibit terendah adalah pada perlakuan tanpa pupuk hayati CMA yang diberi asam humat pada dosis 30 ml dan pupuk anorganik 50%.

Tiga faktor yang diuji tidak memberikan pengaruh yang nyata terhadap jumlah daun (Gambar 2). Walaupun demikian jumlah daun pada pemupukan anorganik 100% lebih rendah dibandingkan dengan pemupukan anorganik pada dosis 75% dan 50%. Pada beberapa perlakuan pemberian pupuk hayati CMA meningkatkan jumlah daun. Jumlah daun tertinggi diamati pada bibit sawit yang dipupuk anorganik 75% yang disertai pemberian 30 ml asam humat dan pemberian pupuk CMA M2. Sedangkan



Gambar 1. Tinggi bibit sawit pada akhir MN sebagai respons dosis pupuk anorganik, dosis humat dan jenis pupuk hayati CMA yang berbeda

jumlah daun terendah dijumpai pada bibit sawit yang dipupuk anorganik 100% dengan pemberian 30 ml asam humat dan tanpa pemberian pupuk hayati CMA.

Diameter batang sangat nyata dipengaruhi oleh dosis pupuk anorganik dan jenis pupuk hayati CMA (Gambar 3). Pengurangan pupuk 25% dan 50% sangat nyata meningkatkan diameter batang. Hal yang sama juga dijumpai pada pemberian pupuk hayati CMA M1 dan M2. Diameter batang tertinggi ditunjukkan bibit sawit yang diberi pupuk CMA M2 dan asam humat 30 ml dan pemupukan anorganik pada dosis hanya 75%, sedangkan perlakuan tanpa pemberian pupuk hayati CMA yang dikombinasi dengan pemberian asam humat 30 ml serta pemupukan anorganik 100% menghasilkan diameter batang terendah.

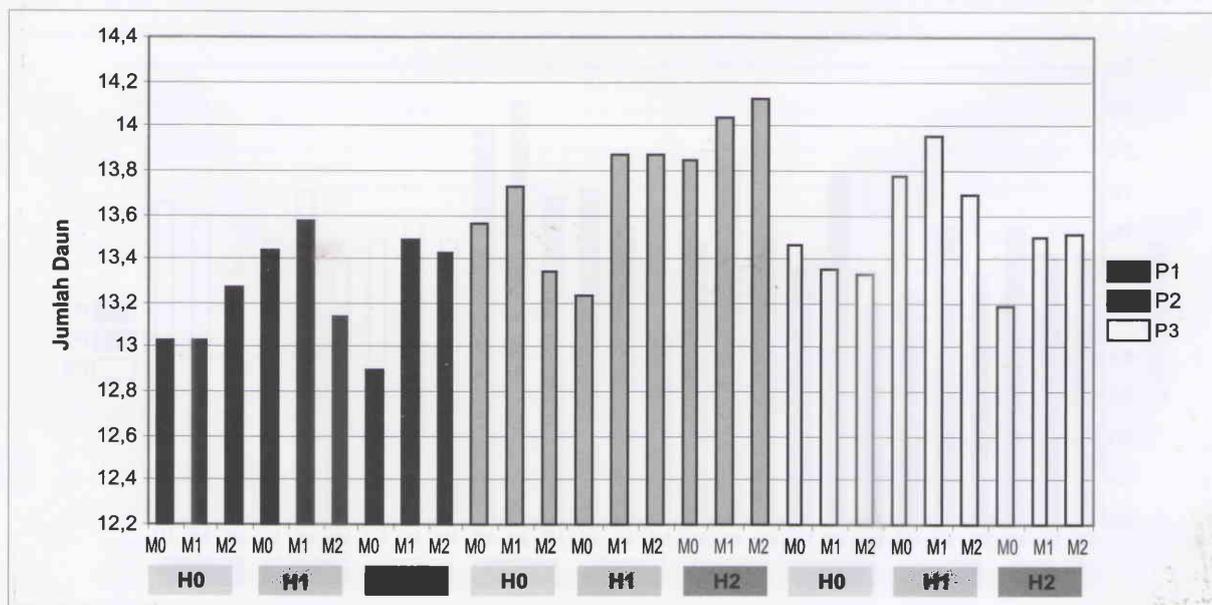
Pupuk hayati CMA M1 menghasilkan bobot basah daun nyata lebih tinggi dibandingkan dengan perlakuan lainnya. Perlakuan dengan bobot basah daun tertinggi adalah pemberian pupuk anorganik dosis 75% dan asam humat 30 ml dan pemberian pupuk hayati CMA M1. Sedangkan perlakuan pemupukan anorganik 50% dengan asam humat yang sama namun tanpa pemberian pupuk hayati CMA menghasilkan bobot basah daun terendah.

Analisis ragam menunjukkan bahwa dosis asam humat nyata mempengaruhi bobot basah batang.

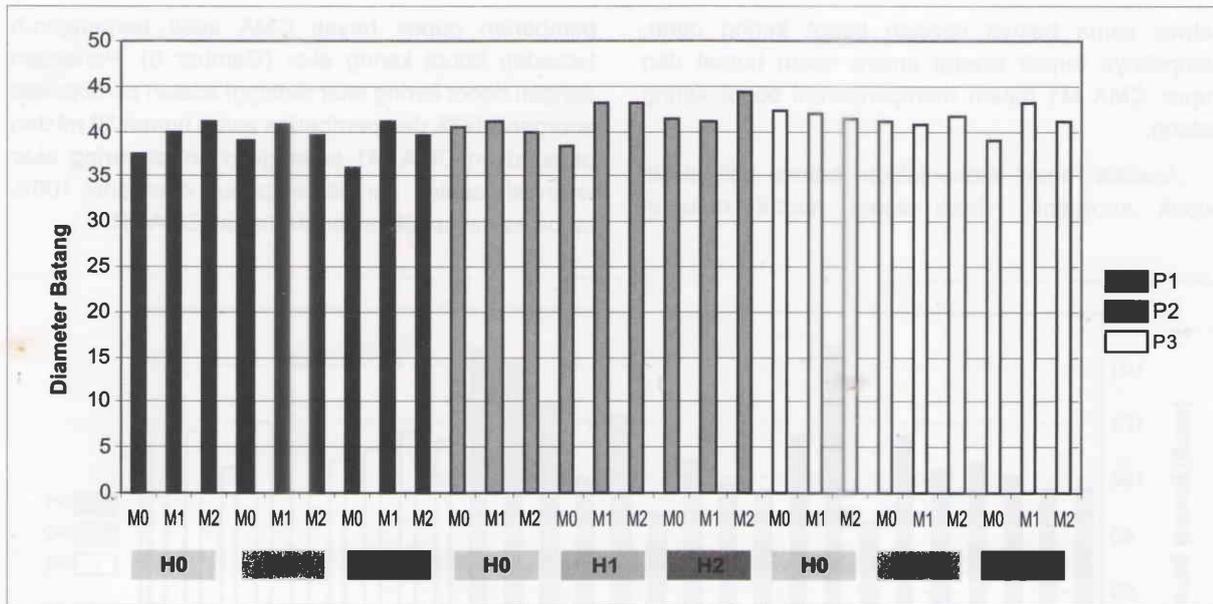
Pemberian asam humat dengan dosis 30 ml nyata meningkatkan bobot basah batang sawit. Pemberian pupuk anorganik pada dosis 50% dan asam humat pada dosis 30 ml serta pupuk hayati CMA M2 menghasilkan bobot basah batang tertinggi sedangkan bobot basah batang terendah dijumpai pada sawit dengan pemupukan 100%, tanpa asam humat dan tanpa pemberian pupuk hayati CMA.

Bobot basah tajuk yang diberi pupuk hayati CMA M1 nyata lebih tinggi dibandingkan dengan perlakuan lainnya. Bibit kelapa sawit yang dipupuk anorganik 75% dengan pemberian asam humat 30 ml serta pupuk hayati CMA M2 menghasilkan bobot basah tajuk tertinggi sedangkan perlakuan pemupukan anorganik 100% dengan pemberian asam humat 30 ml dan tidak diberi pupuk hayati CMA menghasilkan bobot basah tajuk terendah.

Pupuk anorganik berpengaruh nyata terhadap bobot basah akar. Pengurangan dosis pupuk anorganik hingga 50% nyata meningkatkan bobot basah akar kelapa sawit. Perlakuan dengan bobot basah akar tertinggi adalah sawit yang dipupuk 75% dosis pupuk anorganik standar, tanpa pupuk hayati CMA dan asam humat. Hasil ini hampir sama dengan perlakuan pemupukan 50% tanpa pemberian asam humat namun di beri pupuk CMA M1. Bobot basah akar terendah adalah pada perlakuan pemupukan anorganik 100%, tanpa pemberian asam humat dan pupuk CMA M1.



Gambar 2. Jumlah daun bibit sawit pada akhir MN sebagai respons dosis pupuk anorganik, dosis humat dan jenis pupuk hayati CMA yang berbeda

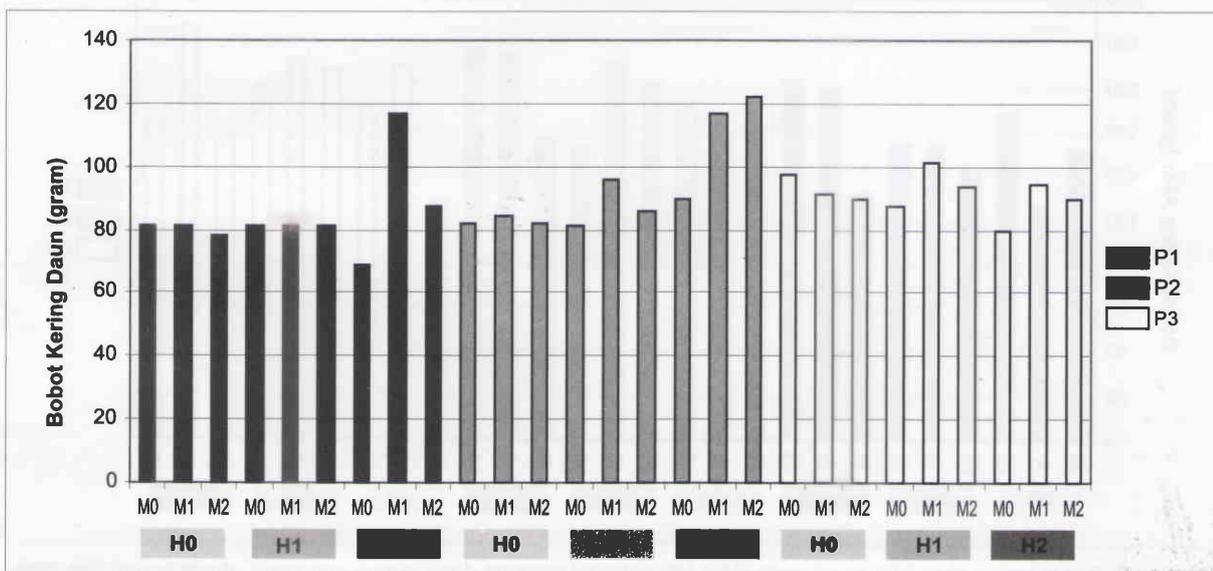


Gambar 3. Diameter batang sawit pada akhir MN sebagai respons dosis pupuk anorganik, dosis humat dan jenis pupuk hayati CMA yang berbeda

Untuk peubah bobot kering daun dosis asam humat 30 ml dalam kombinasinya dengan pupuk hayati CMA M1 nyata menghasilkan bobot kering daun lebih tinggi dibandingkan dengan tanpa asam humat dan pupuk hayati CMA (Gambar 4).

Pemberian pupuk hayati CMA nyata meningkatkan bobot kering batang. Pupuk hayati CMA M1 dan M2 meningkatkan bobot kering batang

walaupun antara M2 dengan kontrol tidak berbeda nyata (Gambar 5). Perlakuan pemupukan anorganik 100% dengan pemberian asam humat 30 ml dan diberi pupuk hayati CMA M1 menghasilkan bobot kering batang tertinggi sedangkan perlakuan pemupukan yang sama (100%) dengan pemberian asam humat yang sama namun tidak dipupuk CMA menghasilkan bobot kering batang terendah. Hasil ini menunjukkan

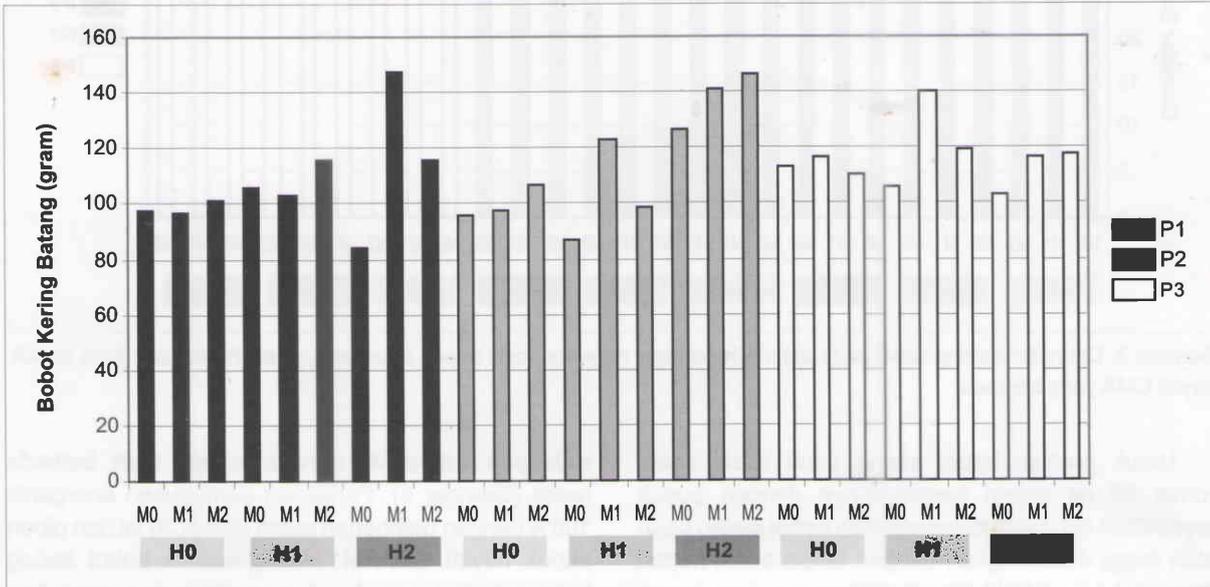


Gambar 4. Bobot kering daun bibit sawit pada akhir MN sebagai respons dosis pupuk anorganik, dosis humat dan jenis pupuk hayati CMA yang berbeda

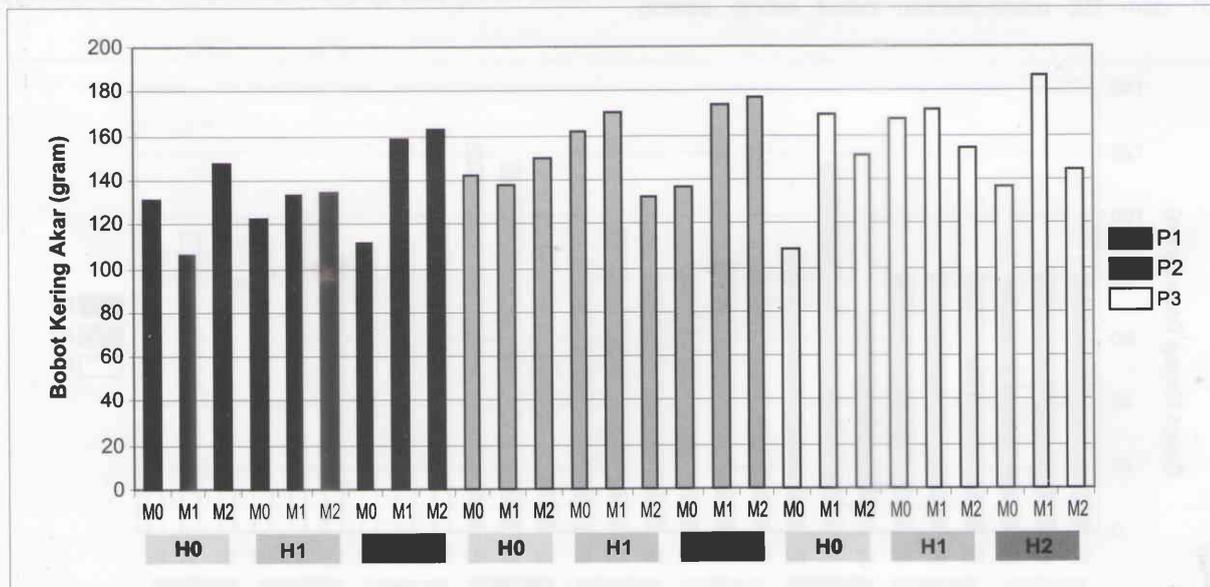
bahwa sama halnya dengan bobot kering daun, nampaknya terjadi sinergi antara asam humat dan pupuk CMA M1 dalam mempengaruhi bobot kering batang.

Analisis ragam menunjukkan bahwa baik dosis pupuk anorganik, dosis asam humat maupun

pemberian pupuk hayati CMA tidak berpengaruh terhadap bobot kering akar (Gambar 6). Perlakuan dengan bobot kering akar tertinggi adalah pemupukan anorganik 50% dan pemberian asam humat 30 ml dan pemupukan CMA M1 sedangkan bobot kering akar terendah adalah pemberian pupuk anorganik 100% tanpa asam humat dan pupuk hayati CMA M1.



Gambar 5. Bobot kering batang bibit sawit pada akhir MN sebagai respons dosis pupuk anorganik, dosis humat dan jenis pupuk hayati CMA yang berbeda



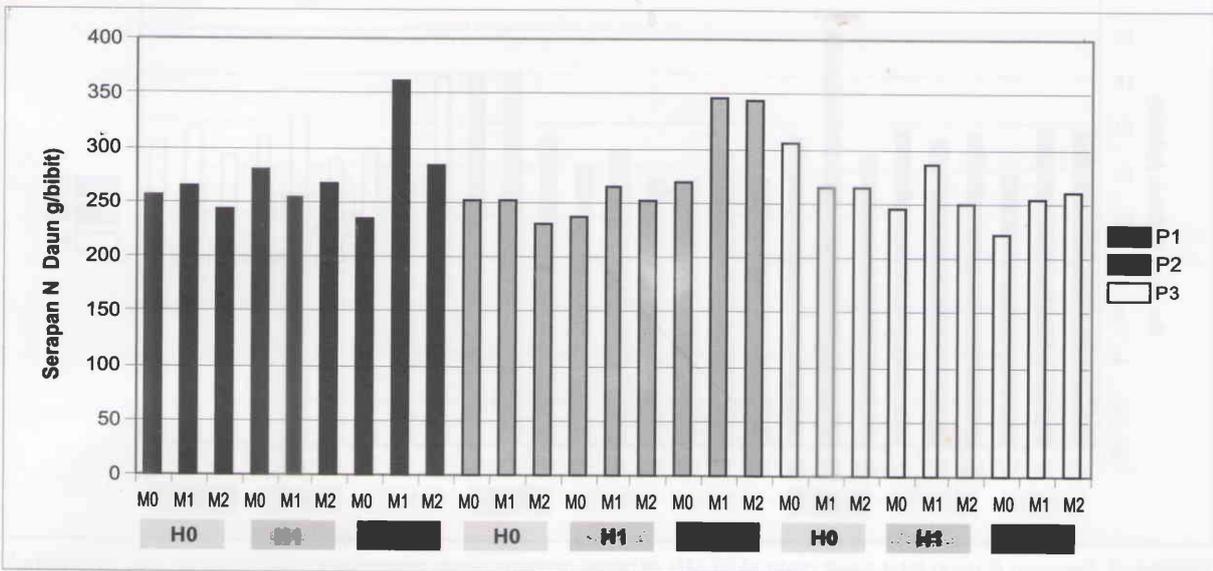
Gambar 6. Bobot kering akar bibit sawit pada akhir MN sebagai respons dosis pupuk anorganik, dosis humat dan jenis pupuk hayati CMA yang berbeda

Status dan Serapan Hara Bibit Sawit

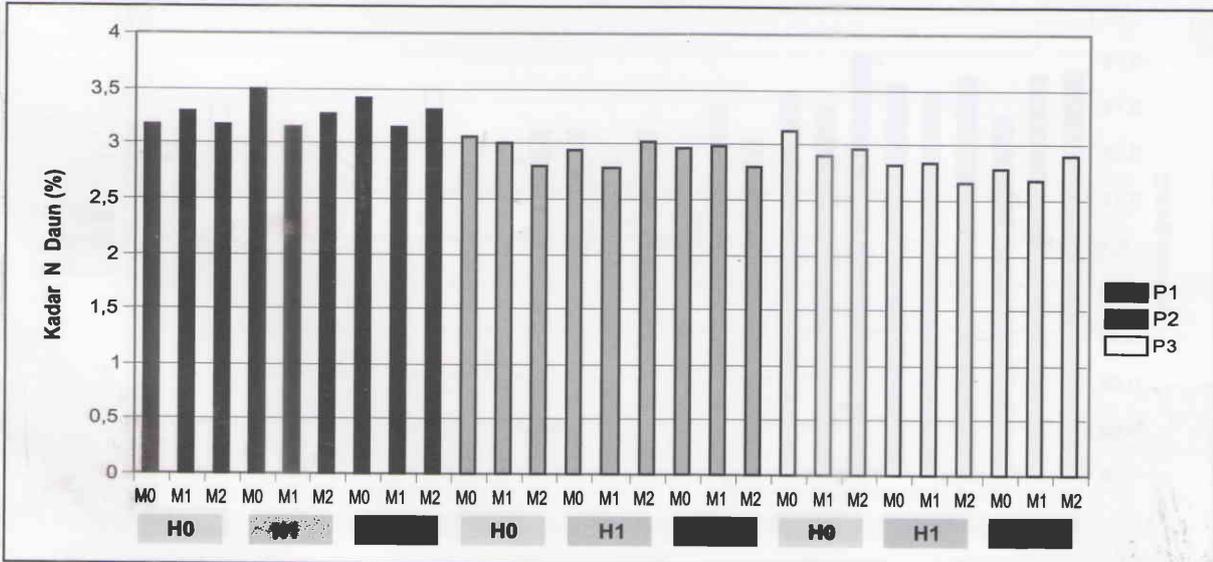
Terdapat interaksi antara dosis asam humat dengan jenis pupuk hayati CMA demikian pula antara dosis asam humat dengan dosis pupuk anorganik terhadap serapan N daun (Gambar 7).

Bibit sawit yang diberi asam humat 30 ml disertai pemberian pupuk hayati CMA M1 menghasilkan serapan N daun nyata lebih tinggi dibandingkan dengan perlakuan tanpa asam humat dan pupuk

hayati CMA. Serapan N daun pada perlakuan pemupukan anorganik 75% dan pemberian asam humat 30 ml nyata lebih tinggi dibandingkan dengan serapan N daun bibit kelapa sawit yang dipupuk anorganik 100% (kontrol). Hasil ini menunjukkan bahwa efisiensi pemupukan khususnya N sangat rendah. Kadar N daun nyata dipengaruhi dosis pupuk anorganik. Dengan semakin meningkatkan dosis pupuk anorganik maka semakin tinggi pula kadar N daun (Gambar 8). Perlakuan yang menghasilkan



Gambar 7. Serapan N daun bibit sawit pada akhir MN sebagai respons dosis pupuk anorganik, dosis humat dan jenis pupuk hayati CMA yang berbeda.

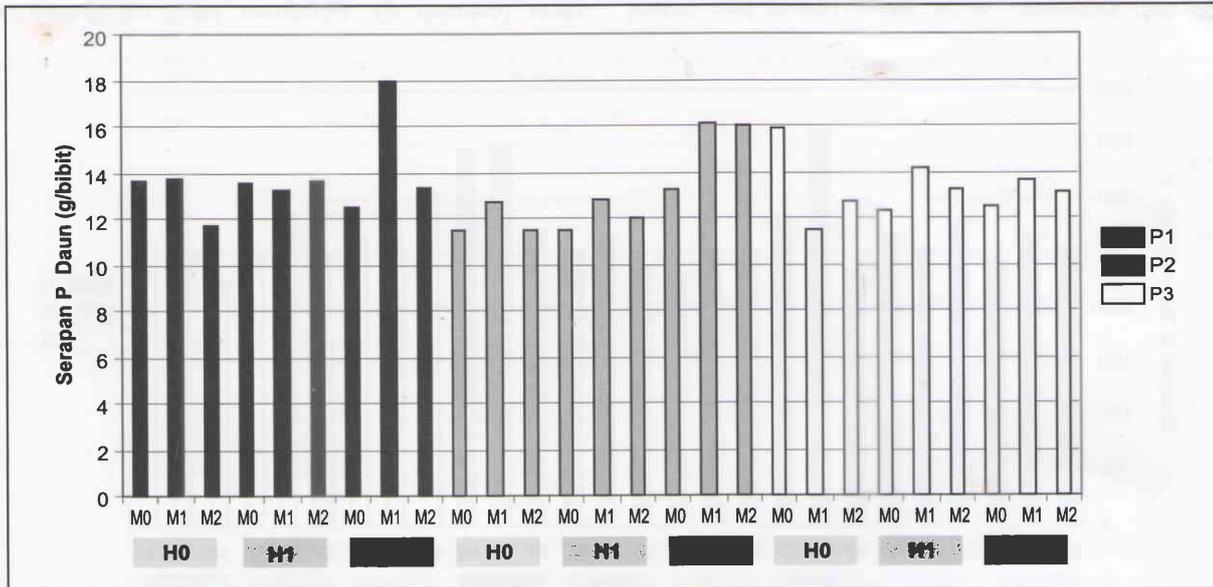


Gambar 8. Kadar N daun bibit sawit pada akhir MN sebagai respons dosis pupuk anorganik, dosis humat dan jenis pupuk hayati CMA yang berbeda

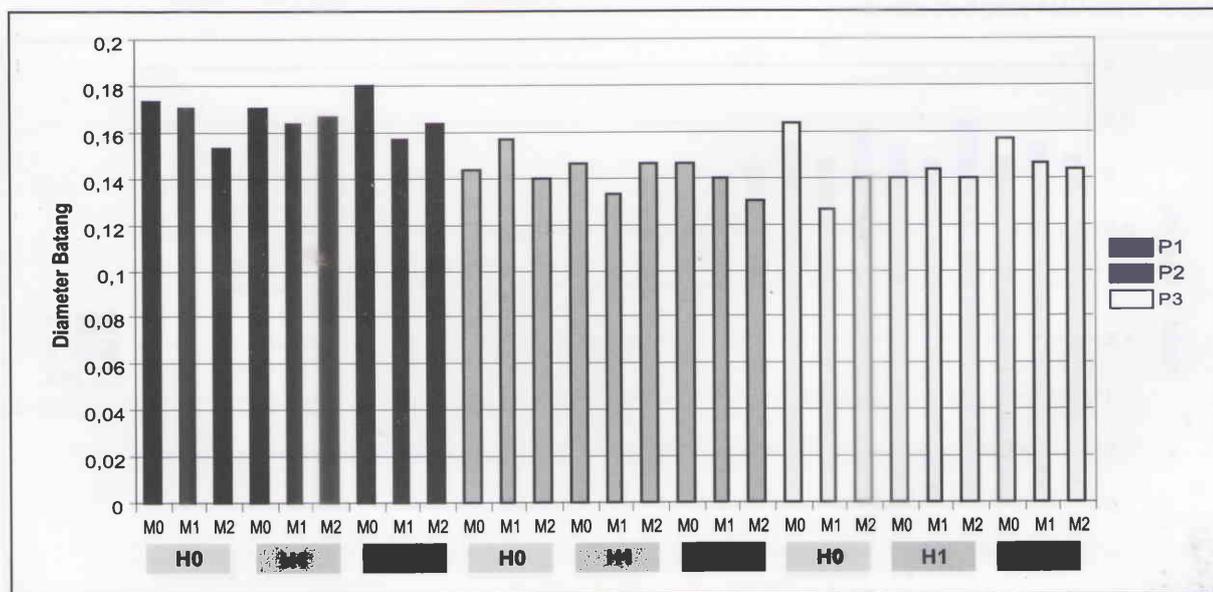
serapan N daun tertinggi adalah perlakuan pemupukan anorganik 100% pada dosis asam humat 30 ml dengan pemberian pupuk hayati CMA M1 sedangkan perlakuan pemupukan anorganik 50% yang diberi asam humat pada dosis yang sama tanpa pupuk hayati CMA menghasilkan serapan N terendah.

Analisis ragam menunjukkan bahwa dosis asam humat nyata mempengaruhi serapan P daun (Gambar

9). Serapan P daun meningkat dengan pemberian asam humat 30 ml. Sedangkan pengurangan dosis pupuk anorganik 25% atau 50% nyata menurunkan serapan P daun. Hasil ini seiring dengan penurunan kadar P daun dengan pengurangan dosis pupuk anorganik (Gambar 10). Perlakuan dengan serapan P tertinggi adalah pemupukan 100% yang diberi asam humat pada dosis 30 ml dan dengan pemberian pupuk hayati CMA M1.



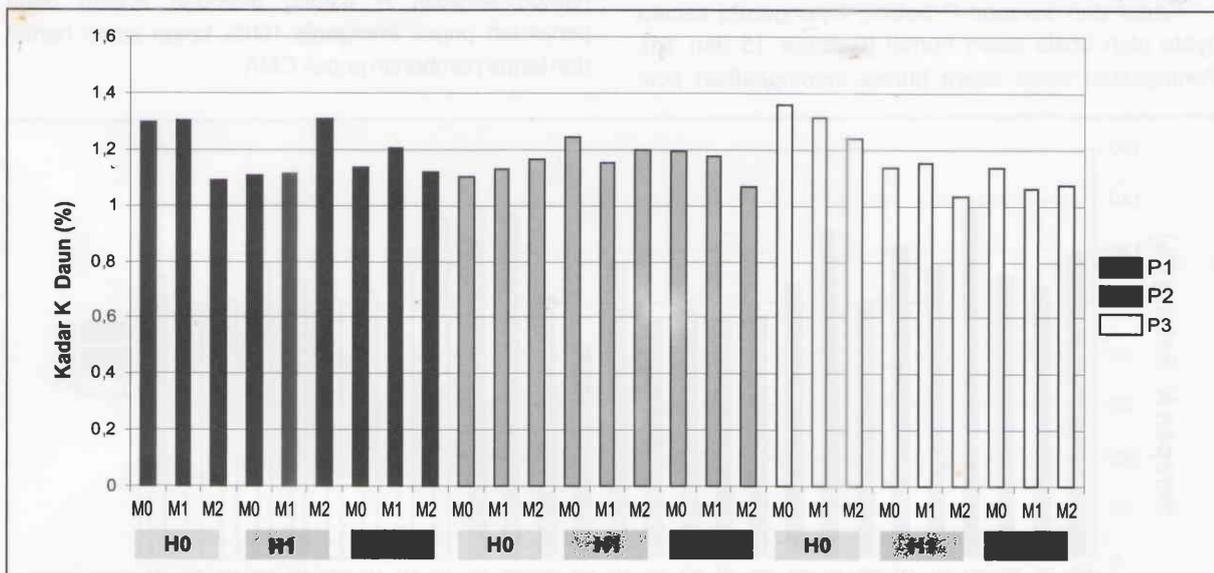
Gambar 9. Serapan P daun bibit sawit pada akhir MN sebagai respons dosis pemupukan, dosis humat dan jenis pupuk hayati CMA yang berbeda



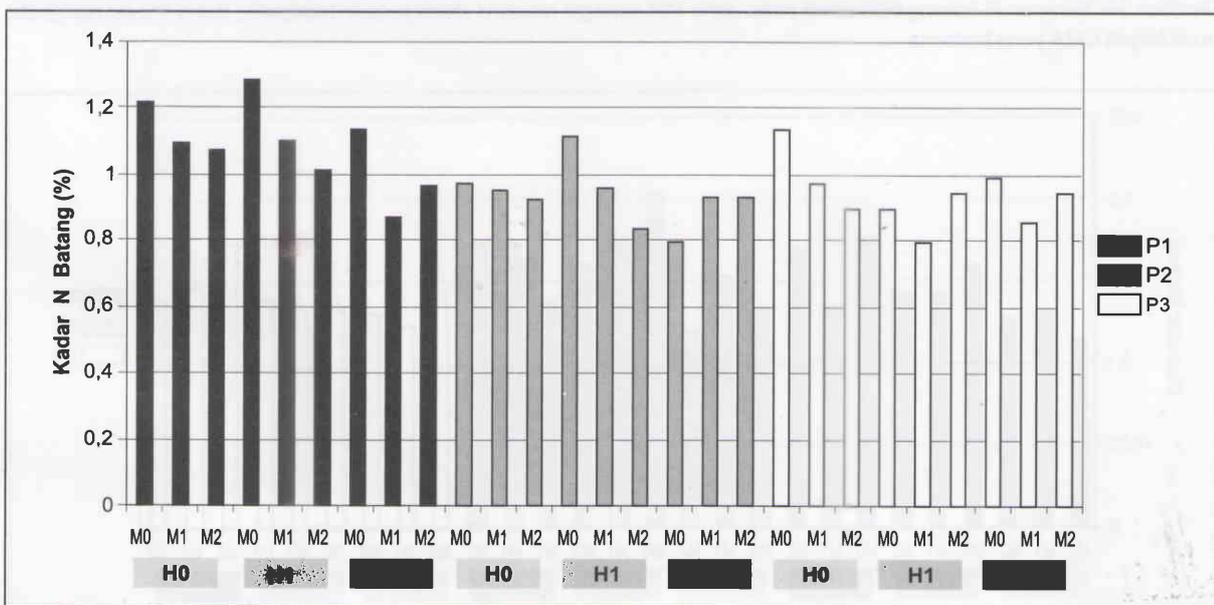
Gambar 10. Kadar P daun bibit sawit pada akhir MN sebagai respons dosis pupuk anorganik, dosis humat dan jenis pupuk hayati CMA yang berbeda

Kadar K daun menunjukkan tidak terdapat pengaruh yang nyata antara tiga faktor yang diuji maupun interaksinya (Gambar 11). Jenis pupuk hayati CMA nyata mempengaruhi serapan K daun (Gambar 12). Perlakuan dengan serapan K tertinggi adalah pemupukan anorganik dosis 100% dengan asam humat 30 ml dan pupuk hayati CMA M1 sedangkan serapan K terendah dijumpai pada bibit sawit dengan perlakuan yang sama namun tidak diberi pupuk hayati CMA.

Penurunan dosis pupuk anorganik menurunkan kadar N batang demikian pula pemberian pupuk hayati CMA baik M1 maupun M2. (Gambar 13). Kadar N batang tertinggi teranalisis pada perlakuan pemberian pupuk anorganik 100% dengan asam humat 15 ml dan tanpa pupuk hayati CMA, sedangkan kadar N batang terendah teranalisis pada batang sawit yang dipupuk 75% dengan asam humat 30 ml dan tanpa pupuk hayati CMA.



Gambar 12. Serapan K daun sawit pada akhir MN sebagai respons dosis pupuk anorganik, dosis humat dan jenis pupuk hayati CMA yang berbeda.

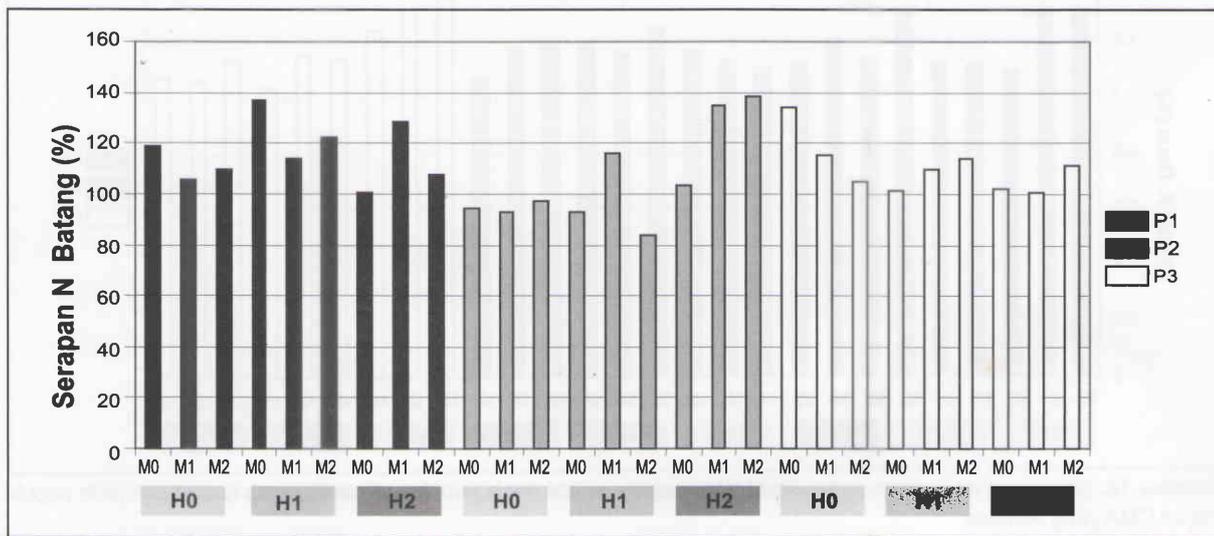


Gambar 13. Kadar N batang bibit sawit pada akhir MN sebagai respons dosis pupuk anorganik, dosis humat dan jenis pupuk hayati CMA yang berbeda

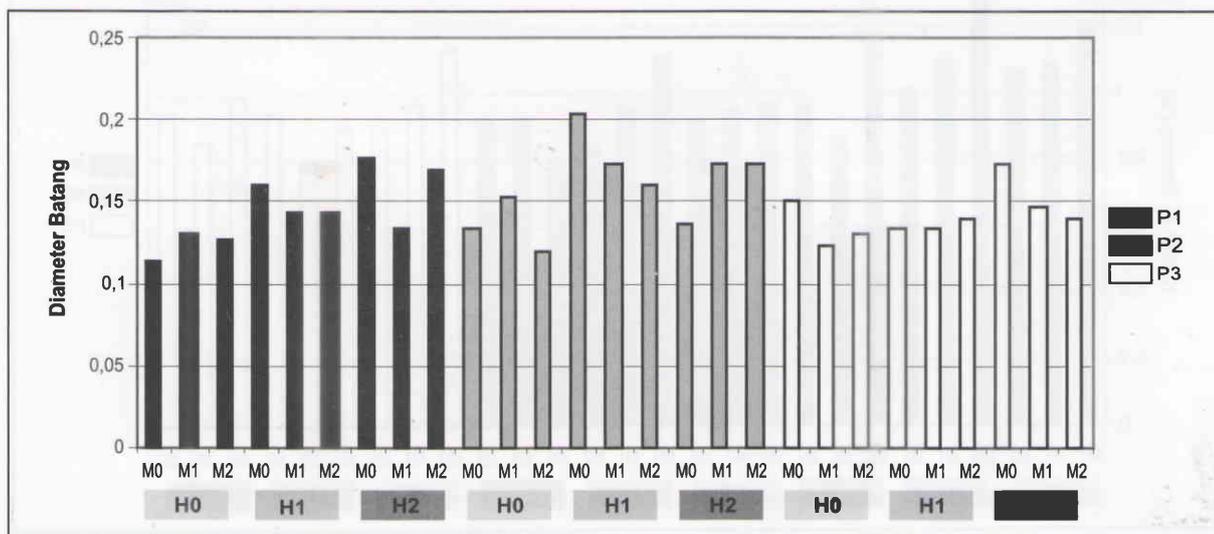
Serapan N batang tidak dipengaruhi baik oleh dosis pupuk anorganik, dosis asam humat, maupun jenis pupuk hayati CMA (Gambar 14). Perlakuan dengan serapan N batang tertinggi adalah pemupukan anorganik pada dosis 75% dengan pemberian asam humat pada dosis 30 ml dan pemberian pupuk CMA M2 sedangkan perlakuan dengan serapan N batang terendah dihasilkan oleh sawit dengan perlakuan yang sama namun diberi asam humat 15 ml.

Kadar dan serapan P batang dipengaruhi secara nyata oleh dosis asam humat (Gambar 15 dan 16). Peningkatan dosis asam humat meningkatkan pula

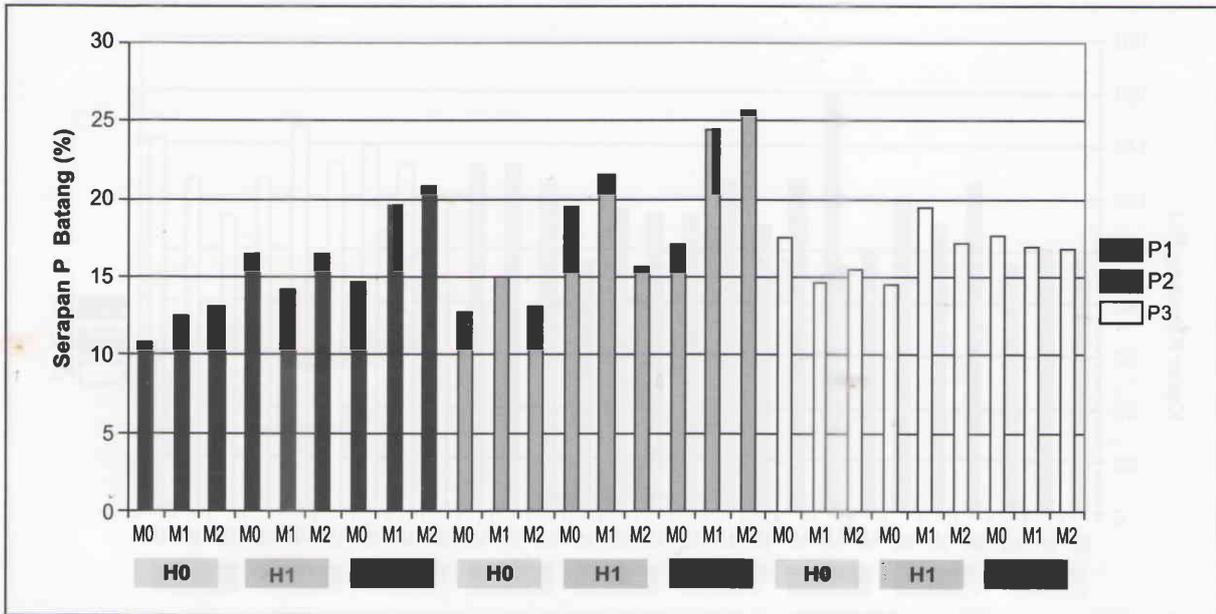
kadar dan serapan P batang. Kadar P batang tertinggi ditunjukkan pada sawit yang dipupuk anorganik 75% disertai pemberian asam humat 15 ml dan tanpa pemberian pupuk hayati CMA sedangkan kadar P terendah dijumpai pada batang sawit dengan perlakuan pupuk anorganik 100%, tanpa asam humat dan pupuk hayati CMA. Serapan P batang tertinggi dijumpai pada sawit yang dipupuk anorganik 75% dengan asam humat 30 ml dan dengan pemberian pupuk hayati CMA M2, namun serapan P batang terendah adalah pada perlakuan pupuk anorganik 100% tanpa asam humat dan tanpa pemberian pupuk CMA.



Gambar 14. Serapan N batang bibit sawit pada akhir MN sebagai respons dosis pupuk anorganik, dosis humat dan jenis pupuk hayati CMA yang berbeda



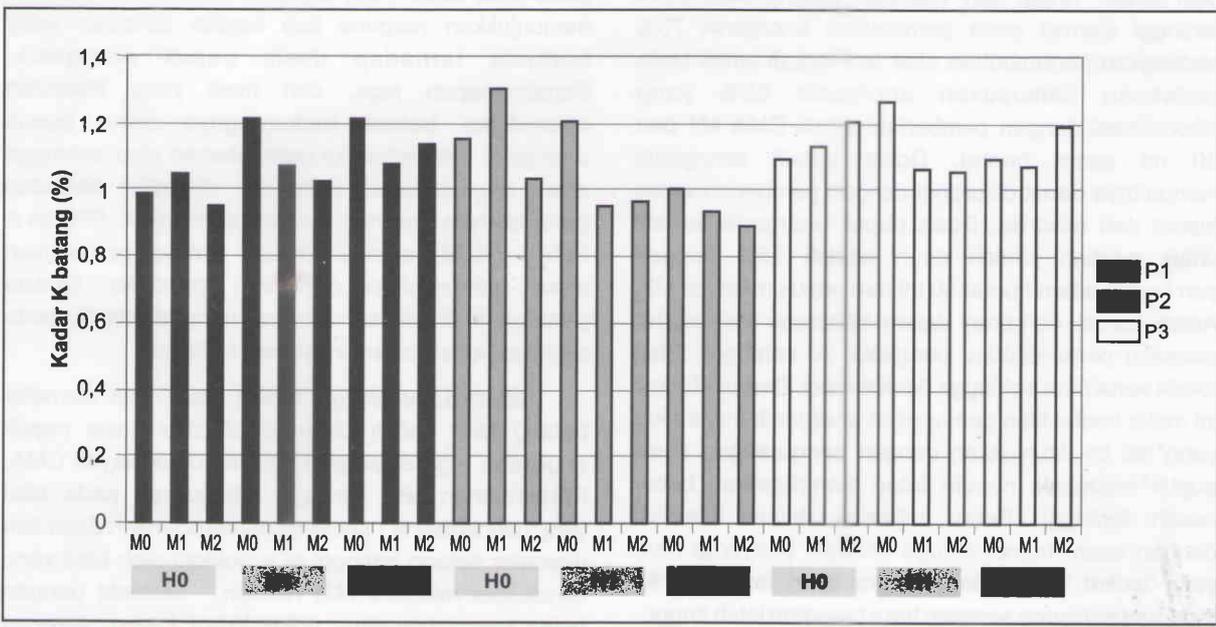
Gambar 15. Kadar P batang bibit sawit pada akhir MN sebagai respons dosis pupuk anorganik, dosis humat dan jenis pupuk hayati CMA yang berbeda



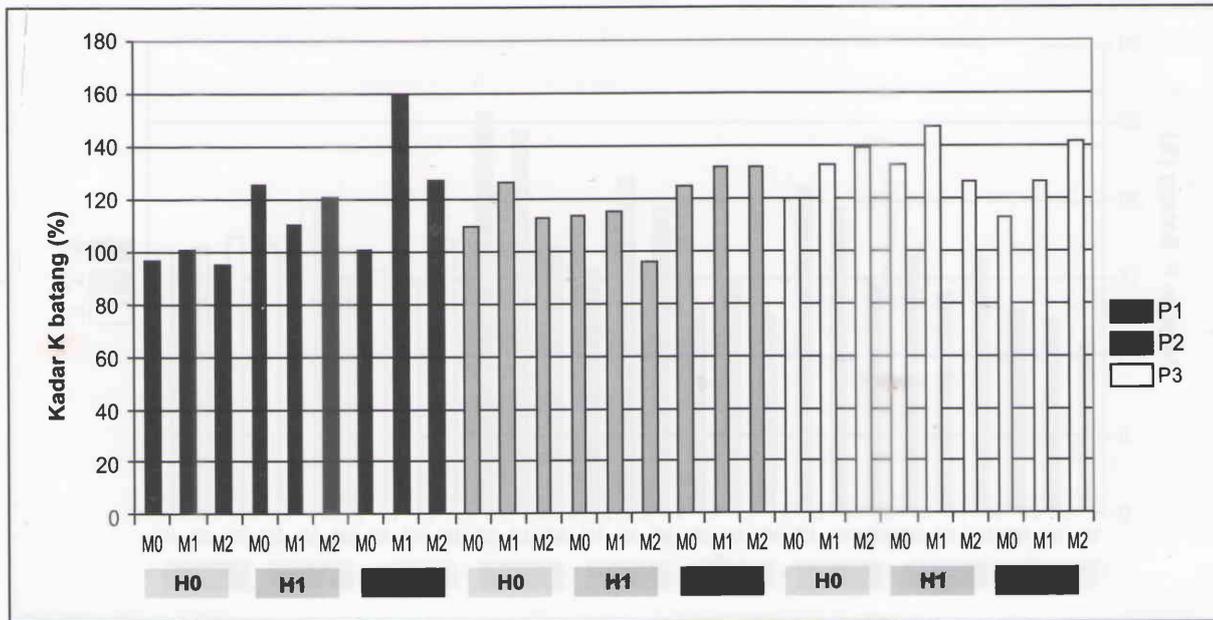
Gambar 16. Serapan P batang bibit sawit pada akhir MN sebagai respons dosis pupuk anorganik, dosis humat dan jenis pupuk hayati CMA yang berbeda

Kadar dan serapan K batang tidak dipengaruhi oleh dosis pupuk anorganik, asam humat dan jenis pupuk hayati CMA. Walaupun demikian kadar K batang tertinggi teranalisis pada perlakuan pemupukan anorganik 75%, tanpa asam humat dan dengan pemberian pupuk hayati CMA M1

(Gambar 17). Serapan K batang tertinggi dijumpai pada pemupukan 100% dengan asam humat 30 ml dan pupuk hayati CMA M1 sedangkan serapan K batang terendah dijumpai pada pemupukan anorganik dosis 75% dan asam humat 15 ml yang dipupuk hayati CMA M2 (Gambar 18).



Gambar 17. Kadar K batang bibit sawit pada akhir MN sebagai respons dosis pupuk anorganik, dosis humat dan jenis pupuk hayati CMA yang berbeda



Gambar 18. Serapan K batang bibit sawit pada akhir MN sebagai respons dosis pupuk anorganik, dosis humat dan jenis pupuk hayati CMA yang berbeda

Dalam penelitian ini ditunjukkan bahwa pertumbuhan tinggi dan diameter batang bibit sangat dipengaruhi oleh dosis pupuk anorganik dan jenis pupuk hayati CMA. Pengurangan dosis pupuk anorganik meningkatkan pertumbuhan tinggi bibit, diameter batang, jumlah daun, dan pertumbuhan akar bibit sawit. Tinggi dan diameter batang bibit sawit tertinggi diamati pada pemupukan anorganik 75% sedangkan pertumbuhan akar tertinggi diamati pada perlakuan pemupukan anorganik 50% yang dikombinasikan dengan pemberian pupuk CMA M1 dan 30 ml asam humat. Dosis pupuk anorganik nampaknya dapat dikurangi dengan pemberian asam humat dan mikoriza. Dosis pupuk anorganik terbaik untuk peubah jumlah daun adalah 75% dengan pemberian asam humat 30 ml dan pupuk mikoriza M2. Asam humat berperan dalam beberapa hal seperti memacu pertumbuhan, pengkelat Al sehingga tidak toksik serta hara sehingga tidak tercuci. Dengan fungsi ini maka keefektifan pemupukan anorganik meningkat yang hal ini ditunjukkan dengan pengurangan dosis pupuk anorganik namun tetap menghasilkan bobot basah tertinggi. Peran mikoriza dalam interaksi dengan asam humat diduga sebagai penyerap hara yang terikat humat dan mentransport langsung ke tanaman sehingga serapan hara tanaman lebih tinggi.

Berbeda dengan pengamatan pertumbuhan tanaman, pengurangan dosis pupuk anorganik mempengaruhi kadar hara tanaman. Serapan hara N, P, dan K daun tertinggi ditunjukkan oleh bibit sawit yang dipupuk anorganik 100%. Walaupun demikian untuk serapan N, P, dan K batang tertinggi teranalisis pada bibit sawit yang dipupuk 75%. Perbedaan ini menunjukkan respons tiap bagian tanaman yang berbeda terhadap dosis pupuk anorganik. Bagaimanapun juga, dari hasil yang diperoleh ditunjukkan bahwa berkurangnya dosis pupuk anorganik meningkatkan pertumbuhan akar sehingga akan memperbesar pengaruh rhizosfer terhadap pertumbuhan tanaman. Secara lebih umum, Phillips & Fahey (2008) mengemukakan bahwa pemupukan akan menurunkan pengaruh rhizosfer karena penurunan biomassa mikroba, mineralisasi N, serta aktivitas beberapa enzim seperti fosfatase.

Pertumbuhan tinggi, jumlah daun, dan diameter batang bibit selain dipengaruhi oleh dosis pupuk anorganik juga dipengaruhi jenis pupuk hayati CMA. Pertumbuhan bibit tertinggi ditunjukkan pada bibit yang diinokulasi M1 sedangkan untuk jumlah daun dan diameter batang tertinggi ditunjukkan oleh bibit yang diinokulasi mikoriza M2. Namun, berbeda dengan bobot basah tanaman, untuk bobot kering tanaman



mikoriza M1 lebih berpengaruh dibandingkan dengan mikoriza M2. Mikoriza M1 memberikan serapan hara N, P, dan K daun tertinggi dan nampaknya ini sejalan dengan bobot kering. Sedangkan untuk batang, serapan N, dan P tertinggi adalah dengan pemberian mikoriza M2. Hasil dalam penelitian ini menunjukkan bahwa walaupun diduga CMA tidak terlalu spesifik tetapi untuk beberapa peubah, spesies tertentu lebih sesuai dengan sawit dibandingkan dengan spesies lainnya. Selain itu, nampaknya untuk menghasilkan pengaruh simbiosis yang lebih tinggi diperlukan mikroba lain seperti mikroba pelarut fosfat, pemfiksasi N dan pemacu pertumbuhan. Hasil ini menunjukkan bahwa pertumbuhan tanaman pada tanah *sub soil* perlu didukung oleh ketersediaan mikroba yang berperan dalam siklus hara tanaman.

Secara umum *sub soil* mengandung karbon yang rendah. Rendahnya kesuburan *sub soil* dapat diperbaiki dengan pemberian asam humat dan pupuk mikoriza. Hasil dalam penelitian ini menunjukkan bahwa dosis asam humat terbaik pada peubah bobot kering, bobot basah, dan pertumbuhan bibit adalah 30 ml, hal yang sama juga dijumpai untuk peubah serapan hara baik N, P maupun K pada daun dan batang tertinggi. Soethe *et al* (2006) mengemukakan bahwa pada tanah mineral dengan bertambahnya kedalaman maka kerapatan akar akan menurun khususnya pada tempat dengan ketinggian di atas 2400-3000 mdl. Penurunan biomassa akar selanjutnya akan mengurangi kandungan karbon tanah *sub soil* yang dapat mengurangi populasi maupun keragaman mikroba tanah. Hasil penelitian Widiastuti (2006) menunjukkan bahwa populasi dan keragaman CMA sebagai salah satu mikroba tanah menurun dengan bertambahnya kedalaman tanah. Hartz & Bottans (2010) mengemukakan bahwa pada tanah dengan kandungan bahan organik rendah (8 g kg^{-1}) terdapat sinergi antara pupuk anorganik dan asam humat yang teramati dengan meningkatnya respirasi mikroba dan jumlah asam lemak fosfolipid sedangkan pada tanah dengan kandungan bahan organik tinggi (25 g kg^{-1}) tidak terlihat adanya sinergi keduanya. Selain itu, Ma (2000) mengemukakan bahwa asam humat dapat menurunkan Al^{3+} yang bebas dalam larutan tanah sehingga aktivitasnya dalam tanah dapat ditekan.

Dari penelitian ini ditunjukkan bahwa setidaknya peningkatan kesuburan *sub soil* tidak saja dapat dilakukan melalui perbaikan status hara tanah yaitu

melalui pemupukan anorganik namun juga dipengaruhi oleh aplikasi bahan yang mempunyai kandungan karbon yang tinggi atau memiliki kapasitas pertukaran kation yang tinggi seperti asam humat serta pemberian pupuk hayati CMA. Namun demikian, terdapatnya variasi karakteristik *sub soil* maka perlu dilakukan pengujian pada tanah *sub soil* lainnya.

KESIMPULAN

Pengurangan dosis pemupukan anorganik sebesar 25% yang disertai pemberian asam humat 30 ml dan pupuk hayati CMA meningkatkan pertumbuhan dan serapan hara khususnya N dan P bibit kelapa sawit tahap pembibitan utama. Hasil ini menunjukkan bahwa pemberian asam humat dan pupuk hayati CMA dapat meningkatkan efisiensi pemupukan anorganik.

DAFTAR PUSTAKA

- Asli, S., & Neumann, P.M., 2010. Rhizosphere humic acid interacts with root cell walls to reduce hydraulic conductivity and plant development. *Plant Soil*, 336: 313-322.
- Chen, Y., G. Katan, A. Gamliel, T. Aviad, dan M. Schintzer. 2000. Involvement of soluble organic matter in increased plant growth in solarized soil. *Biol. Fertil Soils* 32: 28-34.
- Hartwigsen, J.A. and M.R. Evans. 2000. Humic acid seed and substrat treatments promote seedling root development. *Hort Sci.* 35: 1231-1233.
- Hartz, T.K. and T.G. Bottans. 2010. Humic substances generally ineffective in improving vegetable crop nutrient uptake or productivity. *Hort Sci.* 45: 906-910.
- Karti, P.D.M.H. 2003. Respon morfofisiologi rumput toleran dan peka aluminium terhadap penambahan mikroorganisme dan pembenah tanah. Disertasi. Institut Pertanian Bogor.
- Karti, P.D.M.H., Murti, H. Sahala, Silviana, dan R. Prematuri. 2006. Pengaruh aplikasi humega liquid terhadap kesuburan fisik, kimia dan biologi di perkebunan kelapa sawit di PT. Astra Agrolestari Tbk. Laporan Penelitian. Institut Pertanian Bogor- PT. Astra Agrolestari Tbk- PT. Green Planet Indonesia.

- Karti, P.D.M.H., H. Widiastuti, D. Asmono, N.F. Mardatin, G.A. Rahim, dan M.M. Yusuf. 2008. Efektivitas fungi mikoriza arbuskula dan asam humat terhadap pertumbuhan bibit kelapa sawit tahap pre nurseri skala komersial. Pros. Sem Tahunan Maksi. Bogor. 2008. 99 - 112.
- Ma. 2000. Role of organic acids in detoxification of aluminium in higher plants. *Plant Cell Physiol.* 41 (4) : 383 - 390.
- Mackowiak, C.L., P.R. Grossl, and B.G. Beegbee. 2001. Beneficial effects of humic acid in Micronutrient available to wheat. *Soil Sci Soc Am.J*, 65, 1744-1750.
- Phillips, R. and T.J. Fahey. 2008. The influence of soil fertility on rhizosphere effects in Northern hardwood forest soils. *Soil Sci Soc Am J* 72: 453-461.
- Soethe, N., J. Lehmann, and C. Engels. 2006. The vertical pattern of rooting and nutrient uptake at different altitudes of a south Ecuadorian montane forest. *Plant Soil*
- Widiastuti H., E. Guhardja, N. Sukarno, L.K. Darusman, D.H. Gunadi, dan S. Smith. 2003. Aktivitas fosfatase dan produksi asam organik di rhizosfer dan hifosfer bibit kelapa sawit bermikoriza, *Menara Perkebunan* 71 (2) : 64-74.
- Widiastuti, H. Suharyanto, A. Susanto, Sugiyono, Rais, dan Budi. 2006. Assesment of the effectiveness of AM fungal as active agent of biofertilizer and in combination with *Trichoderma* as biocontrol for oil palm seedling under commercial scale production. *Proc.Int. Oil Palm Conf.* 19-23 June, Bali, Indonesia.