4.HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Populasi Bakteri Penambat N Non Simbiotik

Pengambilan sampel tanah pada penelitian ini dilakukan di lahan perkebunan kopi PTPN XII Bangelan, Malang Selatan. Terdapat 2 lokasi pengambilan sampel tanah, yang dibedakan menurut perlakuan pupuk organik dengan pupuk anorganik sampel mempunyai 3 perbedaan kedalaman. Pada penelitian ini dilakukan perhitungan mikroba dengan metode cawan tuang (*pour plate*). Hasil perhitungan mikroba bakteri penambat nitrogen non simbiotik dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Populasi bakteri penambat N non simbiotik.

Lahan	Populasi Bakteri (Cfu/g x 10^3)		
	0 – 10 cm	10 – 20 cm	20 - 30 cm
Non Organik (PNO)	60 a	38,5 a	34,5 a
Organik (PO)	128,5 b	114,5 b	95 b
P < 0,05	0,000*	0,007*	0,005*

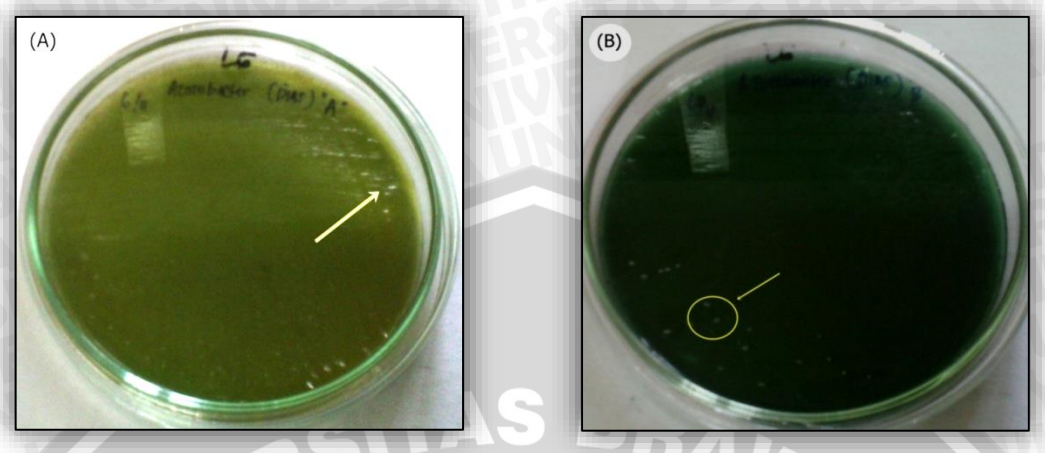
Ket : angka yang diikuti notasi berbeda pada kolom menunjukkan perbedaan nyata pada uji t berpasangan taraf 5%.

Dari hasil uji t berpasangan menyatakan bahwa populasi bakteri penambat N non simbiotik pada sampel lahan non organik (PNO) berbeda nyata (P< 0,05) terhadap populasi bakteri penambat N non simbiotik pada lahan organik (Lampiran 2). Berdasarkan Tabel 4 tampak bahwa jumlah bakteri yang paling banyak terdapat di sampel tanah dengan pemakaian pupuk organik (PO) dengan kedalaman 0 – 10 cm dengan jumlah sebesar 128,5 x 10^3 Cfu/g tanah. Sedangkan jumlah terkecil sebesar 34,5 x 10^3 Cfu/g tanah terdapat pada sampel tanah perlakuan pupuk non organik (PNO) pada kedalaman tanah 20 – 30 cm. Dari ketiga kedalaman tanah pada dua sampel yang diambil didapatkan populasi terbanyak terdapat pada kedalaman 0 – 10 cm (Gambar 7). Seperti yang dikemukakan Alexander (1977) mikroorganisme tanah lebih banyak ditemukan pada permukaan tanah karena bahan organik lebih tersedia.

Oleh karena itu mikroorganisme lebih banyak berada pada lapisan tanah yang paling atas.

Adanya perbedaan populasi bakteri pada tiap kedalaman selain dipengaruhi oleh sifat kimia, fisika, biologi tanah juga dipengaruhi oleh lingkungan lainya sehingga menyebabkan populasi bakteri dalam tanah tidak merata. Sutedjo *et al.* (1991) menyatakan bahwa populasi mikroba dalam tanah terkendali oleh sejumlah faktor ekologis. Faktor-faktor tersebut meliputi pH tanah, bahan organik, kandungan elemen–elemen mineral tertentu seperti fosfat, dan adanya bakteri pesaing lainnya. Berdasarkan penelitian Paramitha (2011) didapatkan populasi *Azotobacter* pada perakaran tebu transgenik IPB 1 menunjukkan jumlah tertinggi pada perakaran IPB1-51 sebesar 87,8 x 10^4 Cfu/g tanah. Sedangkan pada perakaran tebu transgenik IPB1-1 tidak ditemukan bakteri *Azotobacter*. Berdasarkan penelitian Agustian *et al.*(2012) didapatkan bahwa populasi bakteri penambat N pada rhizosfir Thitonia kriteria B (19,7 x 10^3 Cfu/ g tanah) lebih tinggi daripada kriteria A (15 x 10^3 Cfu/ g tanah). Ciri kimia tanah seperti pH yang tidak berbeda antara rhizosfir yang diteliti tidak berpengaruh terhadap keberadaan bakteri penambat N.

Menurut Thiel (1999), bahwa lama waktu bakteri untuk memperbanyak dirinya bergantung pada berbagai faktor yang salah satunya adalah media tumbuh dan makan yang tersedia di sekitarnya. Teknik budidaya juga yang diterapkan juga berpengaruh terhadap jumlah kerapatan bakteri tanah. Teknik budidaya pada perlakuan organik dan non organik berbeda pada penggunaan pupuk dan pestisida. Jumlah populasi bakteri lebih banyak pada hal ini berarti pada lahan pertanian organik memiliki keseimbangan ekosistem yang lebih baik dan beragam dibandingkan pada lahan pertanian konvensional. Menurut Tate (2000) bahwa populasi bakteri penambat N non simbiotik di dalam tanah memiliki penyebaran yang cukup luas dan dapat mencapai beberapa ratus per gram tanah. Tanah pertanian yang subur mengandung lebih dari 10^{10} mikroba per gram tanah.



Gambar 7. (A) Biakan Bakteri Penambat N non Simbiotik dari Lahan Organik dan (B) Lahan non Organik pada hari ke-7 di media LG.

1.2 Sifat Kimia Tanah pada Tanah Perlakuan Organik dan Perlakuan Non Organik

Dalam penelitian ini dilakukan pengukuran sifat kimia tanah antara lain pH tanah, kandungan C-organik, dan kandungan N-total. Dimana sifat–sifat kimia tersebut sangat berpengaruh terhadap populasi bakteri penambat N non simbiotik dan pertumbuhan bakteri penambat N non simbiotik di dalam tanah.

1.2.1 pH Tanah

Dari hasil uji t berpasangan pada tabel 5 menyatakan bahwa pH pada tanah lahan non organik (PNO) tidak berbeda nyata (P<0,05) dibandingkan dengan pH lahan organik (PO). Hasil pengukuran pH tanah disajikan pada Tabel 5.

Tabel 5. pH Tanah Pada Perlakuan Organik Dan Non Organik.

Lahan	pH Tanah		
	0 – 10 cm	10 – 20 cm	20 – 30 cm
Non Organik (PNO)	4,3	4,3	4,5
Organik (PO)	4,3	4,2	5,0
P < 0,05	0,184^{tn}	0,270^{tn}	0,423^{tn}

Ket : angka yang diikuti notasi tidak berbeda pada kolom menunjukkan tidak berbeda nyata pada uji t berpasangan taraf 5%, tn = tidak nyata

Dari hasil analisis pengukuran pH tanah pada kedua sampel tanah di dapatkan rata – rata pH tanah yaitu sebesar 4,3 dan dapat dikatakan tanah bersifat masam (pH<7,0). Populasi mikroba di dalam tanah dipengaruhi oleh kondisi lingkunganya. Tanah pertanian yang subur mengandung lebih dari 10^{10} mikroba per gram tanah, pada tanah masam (pH <7,0) populasi mikroba dalam tanah hanya mencapai 10^4 /g tanah (Tate, 2000). Tanah dengan perlakuan organik lebih masam dari pada tanah dengan perlakuan non organik disebabkan oleh proses dekomposisi bahan organik dari pemasukan pupuk organik yang diberikan. Pada saat dekomposisi bahan organik berlangsung akan menghasilkan gas CO_2 dan asam–asam organik yang menyebabkan tanah organik menjadi masam.

Alexander (1992) menemukan korelasi antara pH tanah dan populasi *Azotobacter sp*, salah satu bakteri penambat N non simbiotik yang mana kemasaman tanah diikuti oleh penurunan populasi *Azotobacter sp*. Namun dalam penelitian Mishutin dan Yemetsev (1983) populasi *Beijerinckia sp*, yang juga merupakan bakteri penambat N non simbiotik tumbuh dengan baik pada kondisi pH 3,5. Hal ini mengindikasikan bahwa mikroba memiliki pH optimum yang berbeda–beda antara satu dengan yang lainnya. Secara umum rentang pH yang dapat ditoleransi oleh bakteri penambat N non simbiotik berkisar antara 5,0 – 8,5 bahkan beberapa spesies mampu bertahan pada pH di bawah 5,0 tetapi pada kondisi pH yang tidak optimal bagi pertumbuhannya populasi bekteri ini dapat berkurang (Hamdi, 1982).

4.2.2 Kandungan C-organik Tanah

Hasil dari uji t berpasangan menyatakan bahwa kandungan c-organik pada tanah perlakuan non organik (PNO) berbeda nyata (P<0,05) dibandingkan dengan kandungan C-organik tanah dengan perlakuan organik (PO). Hasil analisis laboratorium disajikan pada Tabel 6.

Tabel 6. Kandungan C-organik Tanah pada Perlakuan Organik dan Non Organik.

Lahan	C-organik (%)		
	0 – 10 cm	**10 – 20 cm**	**20 – 30 cm**
Non Organik (PNO)	1,27 a	1,11 a	1,06 a
Organik (PO)	2,32 b	1,94 b	1,56 b
P < 0,05	0,000*	0,000*	0,000*

Ket : angka yang diikuti notasi berbeda pada kolom menunjukkan perbedaan nyata pada uji t berpasangan taraf 5%.

C-organik tanah tertinggi terdapat pada lahan PO dengan kedalaman 0 – 10 cm sebesar 2,32%. Kedalaman 0–10 cm pada lahan PO menunjukkan nilai C-organik tertinggi dari pada kedalaman tanah yang di bawahnya. Hal ini disebabkan pada perlakuan pupuk organik yaitu pupuk kulit buah kopi dihasilkan dari proses perombakan bahan dengan memanfaatkan aktivitas mikroorganisme tanah (Madjid, 2011). Jumlah total mikroorganisme pada tanah dengan kedalaman 0–10 cm lebih banyak dibandingkan kedalaman 10–20 dan 20-30 cm. Hal ini berbanding lurus dengan produksi C-organik dimana C-organik yang tinggi maka aktivitas organisme juga tinggi.

Menurut Kartasapoetra dan Sutedjo (2005) kadar C-organik didalam tanah pada tiap tempat memiliki nilai yang berbeda – beda dan cukup beragam, hal ini menunjukkan bahwa presentase C-organik tidak sama pada setiap lapisan tanah walau diambil pada tempat dan jenis tanah yang sama. Dengan banyaknya populasi mikroorganisme yang ada di dalam tanah maka akan mempercepat proses dekomposisi bahan organik dalam tanah sehingga kadar C-organik dapat bertambah. Dengan banyaknya bahan organik yang ada di dalam tanah maka populasi bakteri yang ada di dalam tanah semakin banyak. Pupuk kulit buah kopi mengandung 45,3% C, 0,82% N, dan di dapatkan C/N rasio sebesar 55,24 (Baon *et al.* 2005). Rendahnya kadar organik pada sampel tanah PNO karena tidak adanya masukan pupuk organik di dalam tanah sehingga populasi bakteri yang ada pada sampel tanah tersebut juga akan rendah. Menurut Abdul dan Indah (2006) bahwa pemberian pupuk organik ke dalam tanah baik berupa kompos maupun pupuk kandang menyebabkan peningkatan

kadar C-organik pada tanah. Dengan besarnya nilai kandungan c-organik pada tanah maka populasi bakteri yang ada di tanah tersebut juga akan semakin banyak. Hal ini dibuktikan dengan penelitian Bulluck *et al.* (2002) yang menujukkan lahan dengan kandungan bahan organik sebesar 2,83 % memiliki populasi *Trichoderma* lebih tinggi dibandingkan dengan lahan yang memiliki kandungan bahan organik sebesar 2,00 %. Hal serupa juga ditunjukkan dalam Sudhakaran dkk (2013), bahwa populasi bakteri dan jamur tanah pada tanah organik dengan kandungan C-organik 8,63 ± 0,91 g/kg lebih banyak dibandingkan pada tanah konvensional dengan kandungan C-organik 6,40 ± 0,52 g/kg. Jumlah total mikroorganisme pada tanah dengan kedalaman 0–10 cm lebih banyak dibandingkan kedalaman 10–20 dan 20-30 cm. Hal ini berbanding lurus dengan produksi C-organik dimana C-organik yang tinggi maka aktivitas organisme juga tinggi.

1.2.3 Kandungan N-total

Hasil dari uji t berpasangan menyatakan kandungan N-total pada lahan non organik (PNO) berbeda nyata ($P<0,05$) dengan kandungan N-total pada lahan organik (PO). Tabel 7 hasil analisis dasar sampel tanah menunjukkan N total terbanyak sebesar 0,111% terdapat di lahan PO di kedalaman 0 – 10 cm sedangkan kadar N total terendah terdapat pada lahan PNO pada kedalaman 20 – 30 cm sebesar 1,06%. N total di tanah bersumber dari bahan organik dan gas N_2 dari udara. Jumlah N total ini merupakan salah satu sumber hara N di alam yang dapat berubah menjadi nitrogen tersedia setelah mengalami proses fiksasi nitrogen (Najiyati, 2005). Kandungan N didalam tanah berasal dari (1) bahan organik tanah; (2) pengikatan oleh mikroorganisme dan N udara (simbiosis dengan tanaman leguminase, yaitu oleh bakteri bintil akar atau *Rhizobium*; bakteri yang hidup bebas non simbiotik yaitu *Azotobacter*); (3) Pupuk misalnya ZA, Urea, dan Lain-lain.

Tabel 7. Kandungan N-total Tanah pada Perlakuan Organik dan Non Organik.

Lahan	N-total (%)		
	0 – 10 cm	10 – 20 cm	20 – 30 cm
Non Organik (PNO)	0,96 a	0,91 a	0,92 a
Organik (PO)	0,111 b	0,106 b	0,103 b
P < 0,05	0,000*	0,003*	0,004*

Ket : angka yang diikuti notasi berbeda pada kolom menunjukkan perbedaan nyata pada uji t berpasangan taraf 5%.

Bahan organik juga berperan sebagai sumber energi dan nutrisi bakteri tanah sehingga dapat meningkatkan aktivitas bekteri tersebut dalam penyedian hara bagi tanaman. Tambahan bahan ke dalam tanah dapat meningkatkan kandungan bahan organik tanah. Peranan bahan organik sangat penting dalam usaha pengendalian kesuburan tanah, baik secara fisik, kimia maupun biologi. Pemanfaatan bakteri penambat N non simbiotik ini dapat digunakan sebagai pupuk hayati dan dapat diaplikasikan pada lingkup yang cukup luas. Keberadaan populasi bakteri penambat N non simbiotik serta distribusinya yang cukup luas memberikan arti penting bagi tersedianya N bagi tanaman di lahan tersebut. Menurut Rao (1994), bakteri penambat N non simbiotik mampu menyumbang sekitar 10 sampai 15 kg N/ha/th tergantung dari tersedianya sumber karbon.

4.3 Hasil Isolasi dan Karakterisasi Bakteri

Sampel tanah diambil dari area perkebunan PTPN XII Bangelan Malang Selatan yang memiliki vegetasi berupa tanaman kopi. Isolasi bakteri penambat nitrogen non simbiotik dari 2 sampel tanah tersebut menghasilkan 15 isolat. Bakteri penambat N mempunyai kemampuan mengkonversi N_2 udara dalam bentuk tidak tersedia bagi tanaman menjadi bentuk yang tersedia yakni ammonium (NH_4^+) melalui aktivitas nitrogenase. Kemampuan penambatan ini dapat dilakukan secara simbiotik dengan tanaman legume maupun non simbiotik. Ketersediaan C-organik di daerah rhizosfer merupakan hal utama yang menentukan banyaknya nitrogen tersedia (NH_4) yang dihasilkan (Alexander, 1977).

Dari penelitian yang dilakukan (Tabel 8) didapatkan hasil koloni yang paling mendominasi adalah koloni yang berwarna putih bening. Namun pada cawan–cawan yang lain juga terdapat koloni yang tumbuh dengan warna kuning bening, kuning keruh, putih susu, dan kecoklatan. Menurut Krieg dan Dobereiner (1984) secara visual *Azotobacter sp* dapat dikenali dengan ciri-ciri koloni kecil dan banyak, mengkilap, dan bening. Dari hasil isolasi bakteri penambat N non simbiotik di dapatkan 5 koloni berwarna putih bening, 1 koloni berwarna kuning bening, 2 koloni berwarna kecoklatan, 1 koloni berwarna putih susu dan 1 koloni berwarna kuning keruh. Sementara bentuk sel berkisar dari batang dan bulat. Hal serupa juga ditemukan Agustian *et al.* (2010) yang menemukan isolat bakteri penambat N non simbiotik dari tanah – tanah yang mempunyai pH masam dengan karakteristik koloni berbentuk bulat, basah, halus dan cembung (convex).

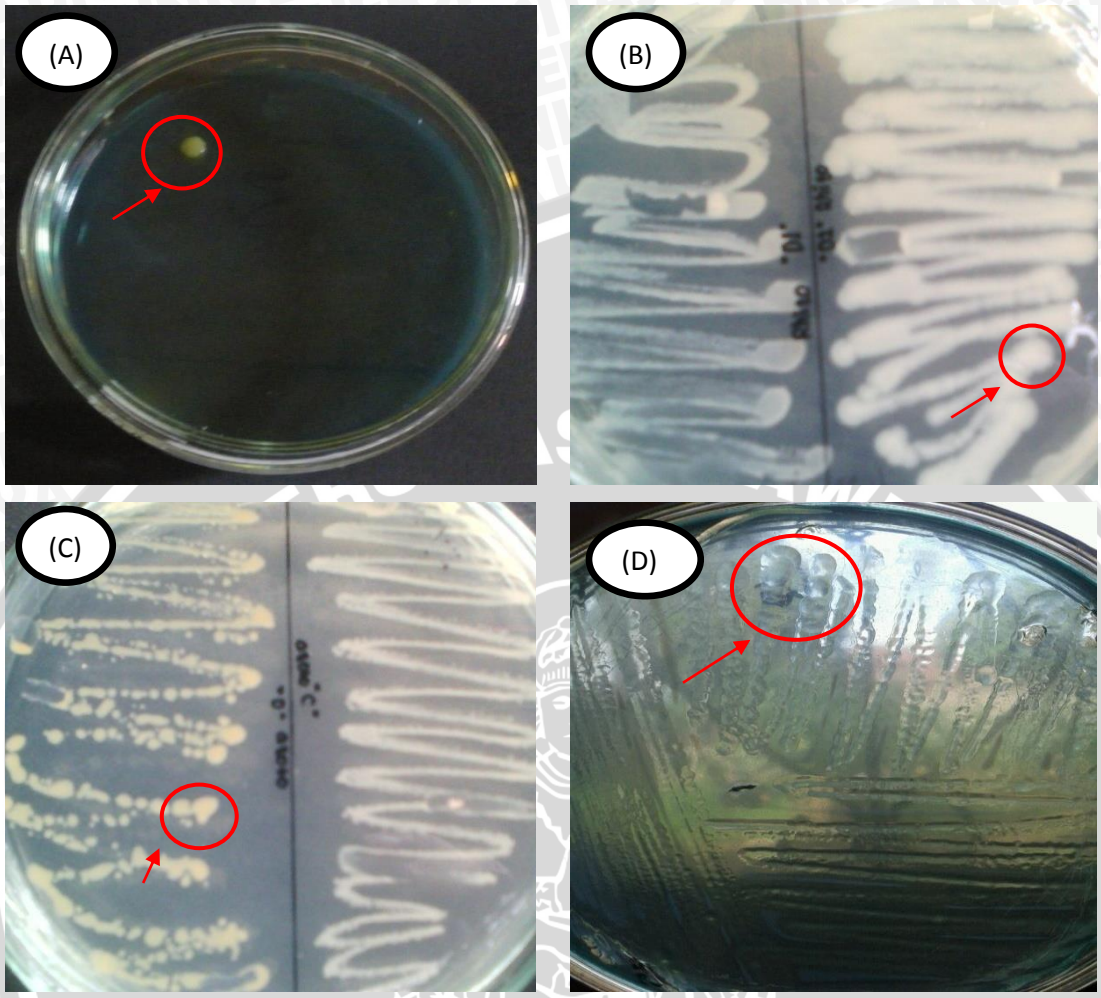
Tabel 8. Morfologi Bakteri Penambat N Non Simbiotik

Kode Isolat	Warna Koloni	Pewarnaan Gram	Morfologi Koloni			Bentuk Sel
			Bentuk	Tepi	Elevasi	
PNO1	Putih bening	-	Bulat	Entire	Cembung	Batang
PNO2	Kuning bening	-	Bulat	Entire	Cembung	Bulat
PNO3	Putih bening	-	Bulat	Entire	Cembung	Batang
PNO4	Putih bening	+	Bulat	Entire	Cembung	Bulat
PNO5	Kecoklatan	-	Bulat	Entire	Datar	Batang
PO1	Kuning keruh	+	Bulat	Entire	Cembung	Batang
PO2	Putih bening	-	Bulat	Entire	Datar	Batang
PO3	Kecoklatan	-	Bulat	Entire	Datar	Bulat
PO4	Putih bening	+	Bulat	Entire	Cembung	Batang
PO5	Putih susu	-	Bulat	Entire	Cembung	Batang

Pada awal kegiatan pemurnian koloni yang digores tidak menampakkan keragaman yang berarti, namun setelah beberapa kali dilakukan pemurnian koloni yang awalnya mempunyai warna yang sama berubah menjadi dua warna atau lebih.

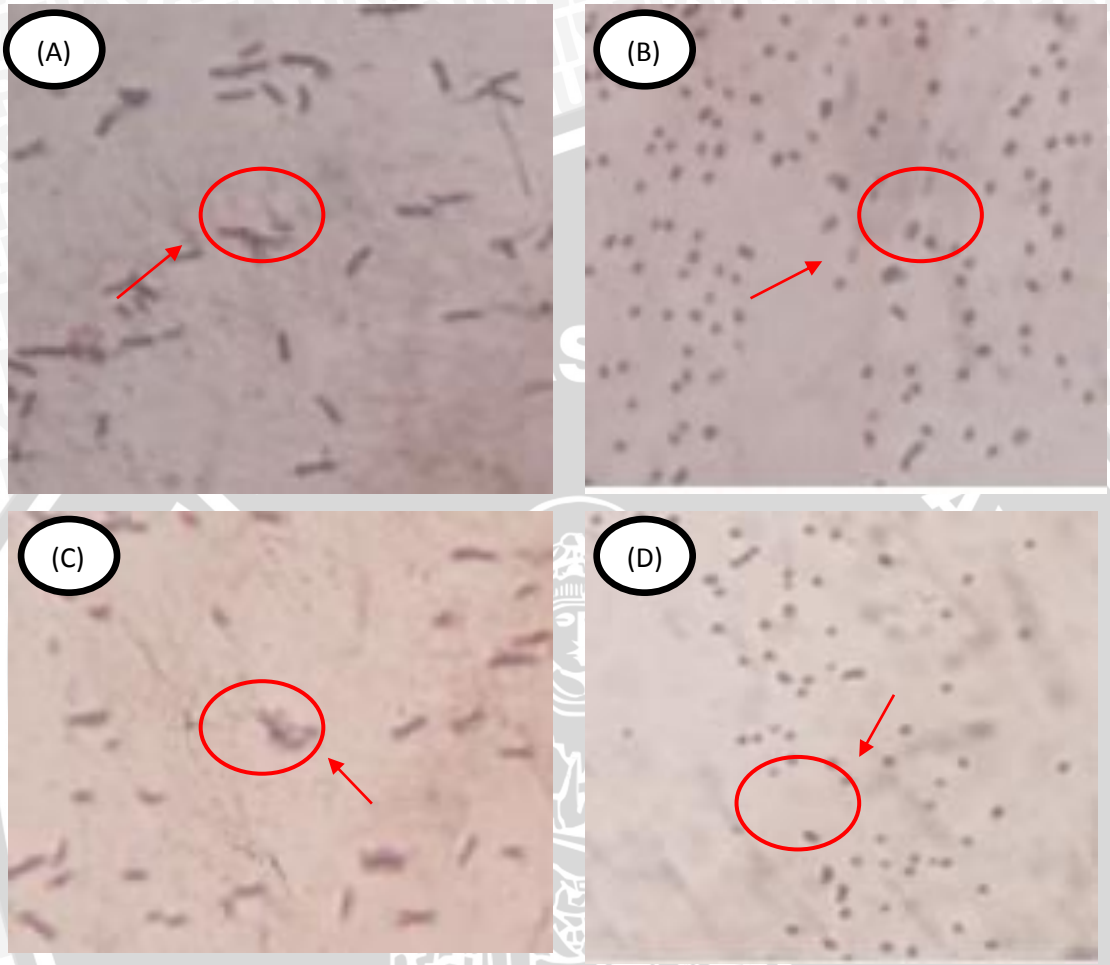
Koloni yang berbeda ini selanjutnya digores lagi hingga menunjukkan keragaman. Hal tersebut dikarenakan koloni masih belum terpisah atau koloni belum murni sehingga belum menunjukkan warna asli dari koloni tersebut. Isolat yang di hasilkan dari kedua sampel tanah memperlihatkan adanya keragaman baik meliputi warna koloni dan bentuk sel, maupun sifat pewarnaan gram. Menurut Krieg dan Dobereiner (1984) *Azotobacter sp* terdiri dari 4 spesies yaitu *Azotobacter choococum* tampak setelah inkubasi dengan ciri putih basah dan berubah menjadi coklat gelap setelah 3-5 hari, *Azotobacter vinelandii* dan *Azotobacter azomonas* sama seperti *Azotobacter chroococum* akan tetapi tidak berubah menjadi warna coklat gelap, dan *Azotobacter paspali* setelah inkubasi 48 jam pusat koloni menjadi kuning yang disebabkan asimilasi bromtimol blue. Perbedaan kenampakan morfologi ini mengindikasikan terdapat beberapa spesies yang berbeda yang terdapat pada lokasi pengambilan sampel tanah. Dari 10 isolat, 7 isolat memiliki gram negatif yang artinya dinding selnya memiliki struktur lipopolisakarida yang lebih tebal. Penelitian yang dilakukan oleh Firrani (2011), mendapatkan hasil bahwa dari 20 isolat penambat nitrogen yang diisolasi pada akar sawit menunjukkan ada 19 isolat bakteri yang bersifat gram negatif.

Berdasarkan pengamatan morfologi bakteri penambat N non simbiotik hasil isolasi dari sampel tanah perlakuan organik dan perlakuan non organik terlihat karakteristik yang berbeda–beda antara satu dengan yang lainnya. Hal ini mengindikasikan bahwa keberadaan populasi bakteri penambat N non simbiotik di dalam tanah tidak hanya didominasi oleh satu jenis saja, namun terdapat beberapa jenis yang terdapat pada tanah tersebut yang terdiri dari warna koloni yang berbeda – beda diduga menurut Krieg dan Dobereiner (1984) yang menandakan spesies bakteri tersebut berbeda pula (Gambar 8).



Gambar 8. Hasil Pemurnian (A) Koloni bakteri berwarna kuning keruh, (B) koloni bakteri berwarna putih susu, (C) koloni bakteri berwarna kuning bening, (D) koloni berwarna putih bening.

Hasil dari pengamatan morfologi sel di dapatkan bahwa dari 10 isolat terdapat 7 isolat yang mempunyai morfologi sel batang sedangkan 3 lainnya mempunyai morfologi sel bulat (Gambar 9).

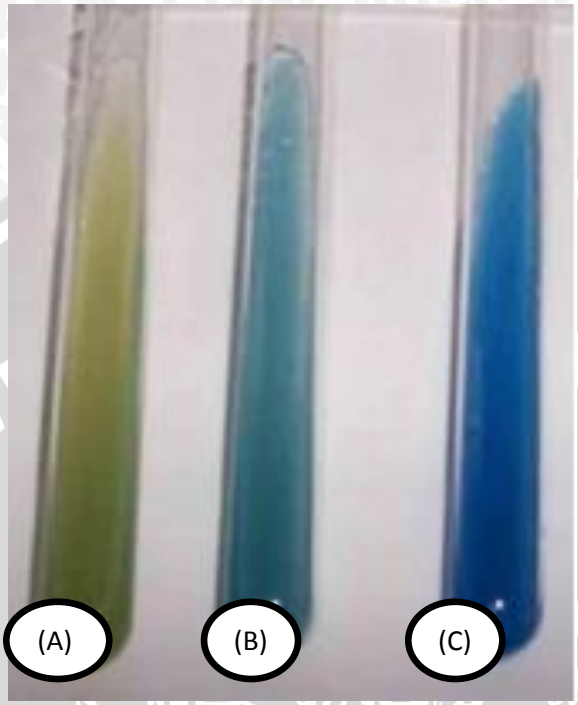


Gambar 9. (A) morfologi sel isolat PNO3 berbentuk batang, (B) morfologi sel isolat PNO2 berbentuk bulat, (C) morfologi sel isolat PO4 berbentuk batang, (D) morfologi sel isolat PO3 berbentuk bulat (pembesaran 1000x).

4.4 Uji Penambatan Nitrogen

Berdasarkan hasil uji penambatan nitrogen pada seluruh isolat bakteri hasil isolasi memperlihatkan bahwa bakteri penambat N non simbiotik pada penelitian ini didominasi oleh bakteri aerob yang ditandai dengan adanya perubahan warna pada media. Mendominasinya bakteri aerob dalam penelitian ini dikarenakan pada lahan kering jumlah oksigen yang terdapat dalam tanah mendukung pertumbuhan bakteri.

Menurut Sanchez (1993) bahwa pada tanah kering yang tidak digenangi air, persediaan oksigen akan meningkat (Gambar 10).



Gambar 10. Perubahan Warna pada media Nfb. (A) warna awal media, (B) (C) media berubah menjadi biru.

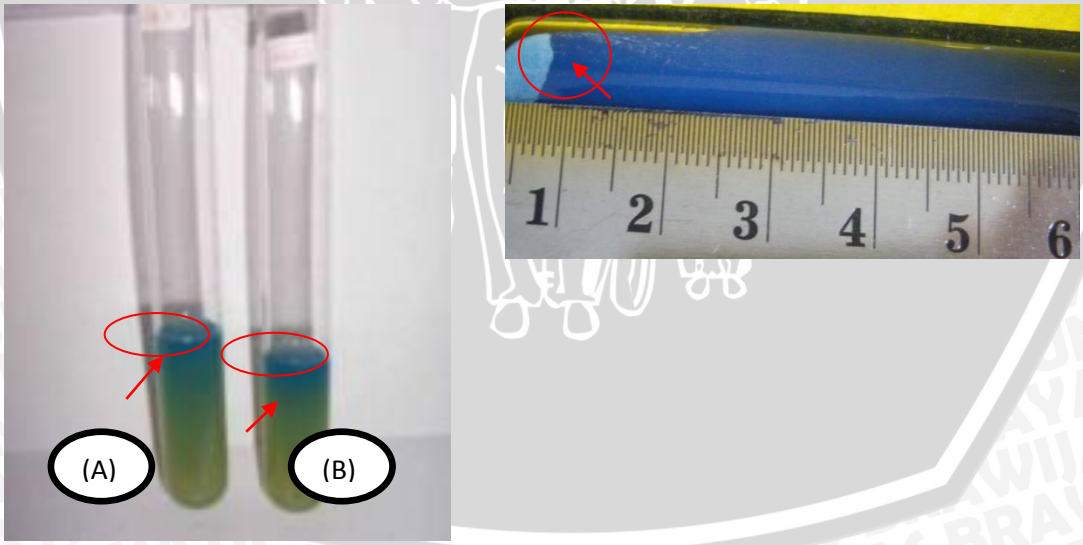
Tabel 9. Hasil Uji penambatan Nitrogen

Kode Isolat	Tebal Pelikel (cm)	Perubahan Warna
PNO1	0,50	+
PNO2	-	+
PNO3	0,50	+
PNO4	0,45	+
PNO5	-	+
PO1	-	+
PO2	0,40	+
PO3	0,45	+
PO4	0,55	+
PO5	0,40	+

Keterangan : (+) media berubah menjadi warna biru.

(-) tidak ada pertumbuhan pelikel.

Hasil uji potensi penambatan nitrogen oleh isolat bakteri penambat N nonsimbiotik dari masing–masing sampel menunjukkan adanya perbedaan kemampuan dalam menambat nitrogen (Tabel 9). Dari tabel diatas dapat di lihat bahwa isolat dengan kode PO4 menghasilkan tebal pelikel sebesar 0,55 cm (Gambar 11). Sedangkan tebal pelikel yang paling tipis adalah 0,40 cm yaitu isolat dengan kode PO2 dan PO5. Dari penelitian yang dilakukan oleh Ratna dkk (2012) dari delapan isolat penambat nitrogen yang diisolasi terdapat 3 bakteri yang menghasilkan pelikel paling tebal yaitu isolat N_6 dengan 0,60 cm, isolat N_3 dengan 0,55 cm dan N_4 dengan 0,60 cm. Dari penelitian Kristian (2011) terbentuknya pelikel atau selaput putih menunjukan adanya pergerakan dari bakteri penambat N non simbiosis atau bisa juga dikatakan bahwa bakeri penambat N non simbiotik bersifat motil dalam media NFB semi solid, selain itu media NFB semi solid juga mampu menyediakan nutrisi yang dibutuhkan oleh bakteri. Menurut Susilowati (2007) pelikel yang dihasilkan oleh bakteri pada media NFB disebabkan di dalam medium tidak ada kelebihan oksigen sama dengan laju respirasi organisme merupakan kondisi yang baik untuk aktivitas enzim nitrogenase dalam proses fiksasi nitrogen.



Gambar 11. (A) Pelikel yang terbentuk pada Media NFb dan (B)Pengukuran tebal pelikel.

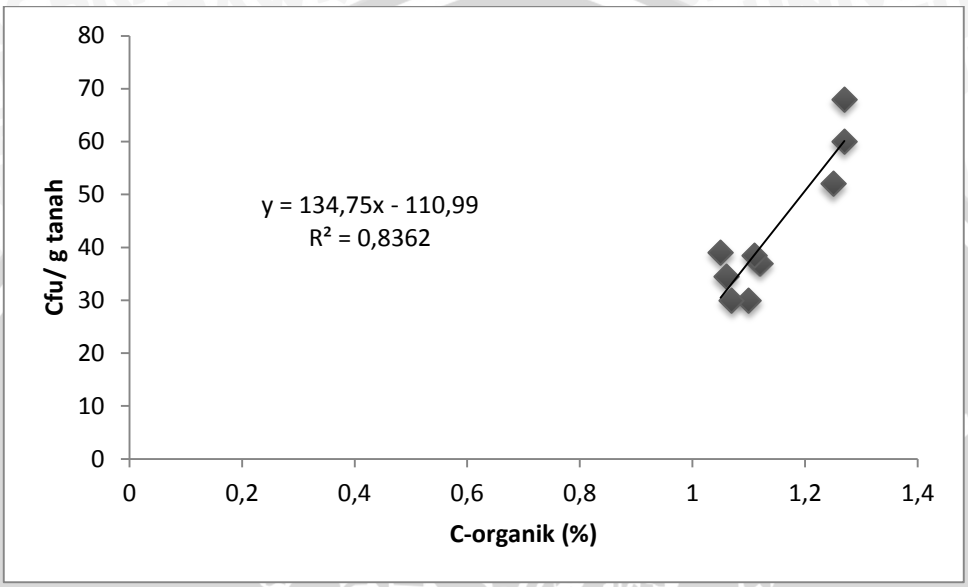
Kemampuan menambat nitrogen dari atsmosfir dibuktikan dengan hasil positif terhadap uji penambatan nitrogen yang ditandai dengan terbentuknya cincin putih atau pelikel pada pemukaan media dan perubahan warna media dari hijau menjadi biru. Cincin putih yang terbentuk pada permukaan media adalah kumpulan sel bakteri yang tumbuh pada media tersebut, sedangkan perubahan warna media terjadi karena adanya perubahan pH media disebabkan oleh aktivitas dari bakteri penambat nitrogen non simbiotik, perubahan pH kemudian merubah warna BTB (Bromtimol Blue) dari hijau menjadi biru (Johnson dan Case, 2004). Gambar di atas menunjukkan terbentuknya pelikel berwarna putih di permukaan media. Pelikel berupa lendir berwarna putih diekskresikan oleh sel dan berfungsi untuk penutup lindung, pelekatan sel serta sebagai cadangan makanan. Komposisi kimiawi pelikel tersusun dari polisakarida dan polipeptida. Menurut Widayati (1998) pembentukan pelikel serta perubahan warna media *Nitrogen Fixation Bacteria* (NFB) dari warna hijau menjadi biru merupakan pertumbuhan dan aktivitas nitrogenase bakteri penambat nitrogen non simbiotik. Menurut Gardner *et al* (1991) keefektifan nitrogenase dalam fiksasi nitrogen ditentukan oleh 3 hal yakni persediaan C yang banyak, tingkat N terkombinasi (ammonia atau nitrat) yang rendah dalam medium dan proteksi kompleks nitrogenase terhadap oksigen yang berlebihan.

4.5 Hubungan Sifat Kimia Tanah Terhadap jumlah Populasi Bakteri Penambat N non Simbiotik

Pada penelitian ini, bentuk dan keeratan hubungan antara beberapa sifat kimia tanah yang berupa pH, C-organik, N-total dengan populasi bakteri penambat N non simbiotik di uji dengan regresi dan korelasi. Koefisien regresi populasi bakteri penambat N non simbiotik menunjukkan hubungan positif terhadap kandungan C-organik dan kandungan N-total dan berhubungan negatif dengan pH tanah.

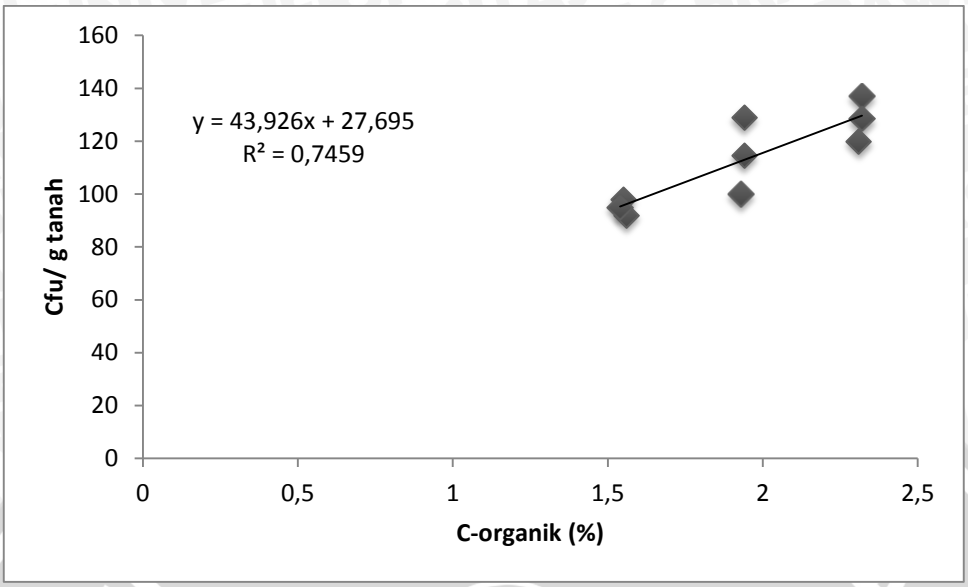
Hasil analisis korelasi (Lampiran 6) dan regresi (Gambar 12) kandungan C-organik dalam tanah pada perlakuan non organik dengan populasi bakteri penambat N non simbiotik menunjukkan (P-value = 0,44 <5%) dan R^2 = 0,83). Nilai koefisien determinan (R^2) antara kandungan C-organik dengan populasi bakteri adalah 0,83

yang berarti secara umum sebesar 83% populasi dipengaruhi oleh C-organik dan 17% lainnya dipengaruhi oleh faktor lain. Hubungan antara kandungan C-organik dengan populasi bakteri penambat N non simbiotik yaitu adalah y = 134,7x – 110,9 dengan x = kandungan C-organik dalam tanah dan y = populasi penambat N non simbiotik.



Gambar 12. Hubungan kandungan C-organik dengan populasi bakteri penambat N non simbiotik pada perlakuan non organik.

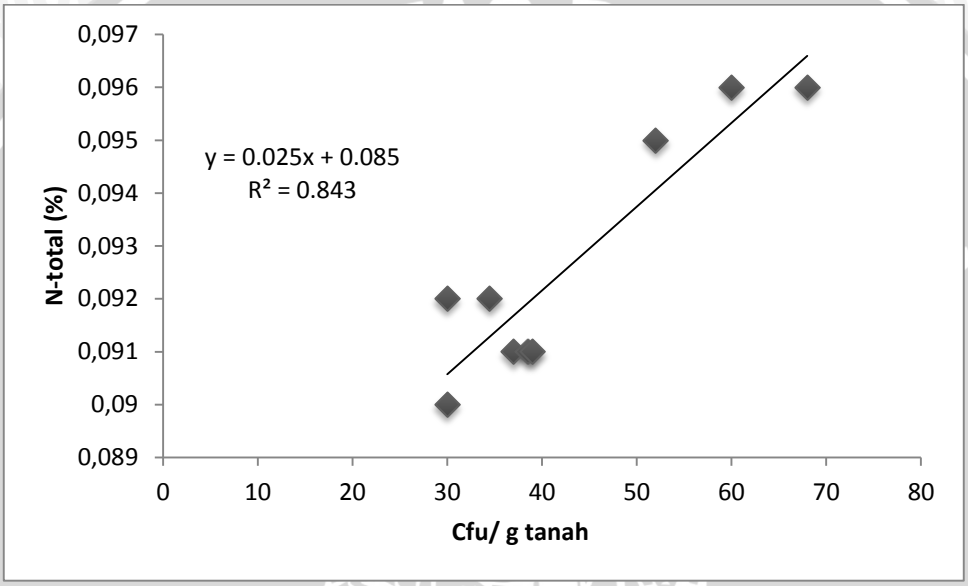
Sedangkan hasil analisis korelasi (Lampiran 6) dan regresi (Gambar 13) kandungan C-organik dalam tanah pada perlakuan organik dengan populasi bakteri penambat N non simbiotik menunjukkan (P-value = 0,44 <5%) dan R^2 = 0,74). Hubungan tersebut menunjukkan kecenderungan yang positif yaitu semakin meningkatnya kandungan C-organik dalam tanah maka populasi bakteri akan semakin meningkat. Kandungan C-organik dengan populasi bakteri penambat non simbiotik memiliki persamaan y = 43,92x + 27,69 dimana y adalah populasi bakteri dan x adalah kandungan C-organik dalam tanah. Model persamaan regresi cukup kuat diterima karena mencakup 74% pengaruh kandungan C-organik erhadap populasi bakteri penambat N non simbiotik, sedangkan pengaruh lainnya sebesar 26%.



Gambar 13. Hubungan kandungan C-organik dengan populasi bakteri penambat N non simbiotik pada perlakuan organik.

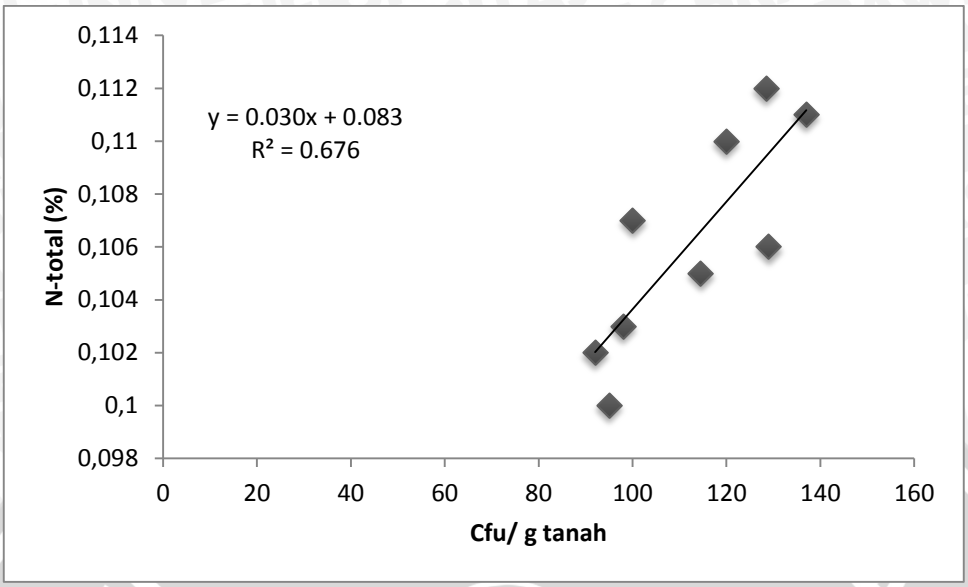
Dari gambar di atas menunjukkan bahwa semakin meningkatnya kandungan C-organik di dalam tanah maka populasi bakteri penambat N non simbiotik juga akan semakin meningkat. Jumlah populasi mikroba tanah dipengaruhi oleh jumlah nutrisi (karbon) yang terdapat dalam suatu lingkungan tumbuhnya. Menurut penelitian Sudhakaran (2013) jumlah karbon organik pada sistem pertanian organik lebih tinggi 2,23 g/kg daripada sistem pertanian konvensional dimana jumlah bakteri pada sistem pertanian organik lebih banyak dibandingkan dengan sistem pertanian konvensional. C-organik dapat meningkatkan populasi mikrorganisme tanah karena C-organik digunakan oleh mikroorganisme tanah sebagai penyususn tubuh dan sumber nutrisinya. Berdasarkan kebutuhan sumber nutrisinya bakteri dapat dibedakan menjadi bakteri autotrof dan heterotrof. Bakteri autotrof sendiri adalah bakteri yang memperoleh nutrisi makananya dari bentuk senyawa non organik seperti CO_2. Sedangkan bakteri heterotrof adalah bakteri yang memperoleh sumber karbon dari bentuk senyawa organik seperti gula. C-organik memiliki peran penting dalam menentukan kemampuan tanah untuk mendukung tanaman, sehingga jika kadar C-organik tanah menurun kemampuan tanah dalam mendukung produktivitas tanaman juga menurun (Ansori, 2005).

Hasil analisis korelasi (Lampiran 6) dan regresi (Gambar 14) menunjukkan adanya hubungan positif antara kandungan N total tanah dengan populasi bakteri penambat N non simbiotik pada perlakuan non organik. Pada Gambar 14 menunjukkan (P-value = 0,41 < 5%) dan R^2 = 0,84. Kandungan N-total dengan populasi bakteri penambat N non simbiotik memiliki persamaan yaitu y = 0,025x + 0,085 dimana x adalah populasi bakteri penambat N non simbiotik dan y adalah kandungan N-total yang ada pada tanah.



Gambar 14. Hubungan antara kandungan N total dengan jumlah populasi bakteri penambat N non simbiotik pada perlakuan non organik.

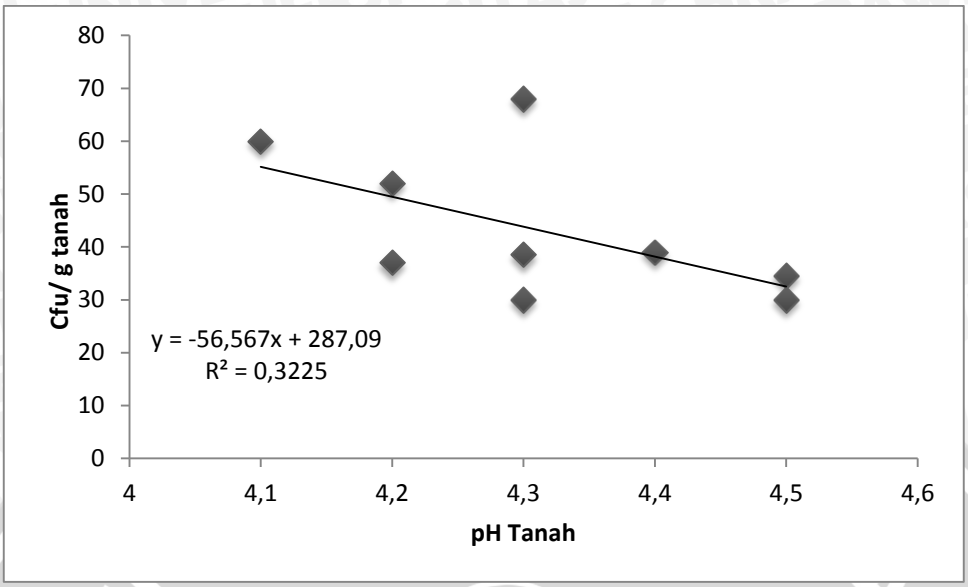
Hubungan antara kandungan N total tanah dengan jumlah populasi bakteri penambat N non simbiotik pada perlakuan organik (Gambar 15) memiliki garis linier yaitu y = 0,030x – 0,083 dengan y adalah kandungan N total dalam tanah dan x adalah populasi bakteri penambat N non simbiotik. Model persamaan regresi cukup kuat diterima karena mencakup 67% pengaruh kandungan N total terhadap populasi bakteri penambat N non simbiotik.



Gambar 15. Hubungan antara kandungan N total dengan jumlah populasi bakteri penambat N non simbiotik pada perlakuan organik.

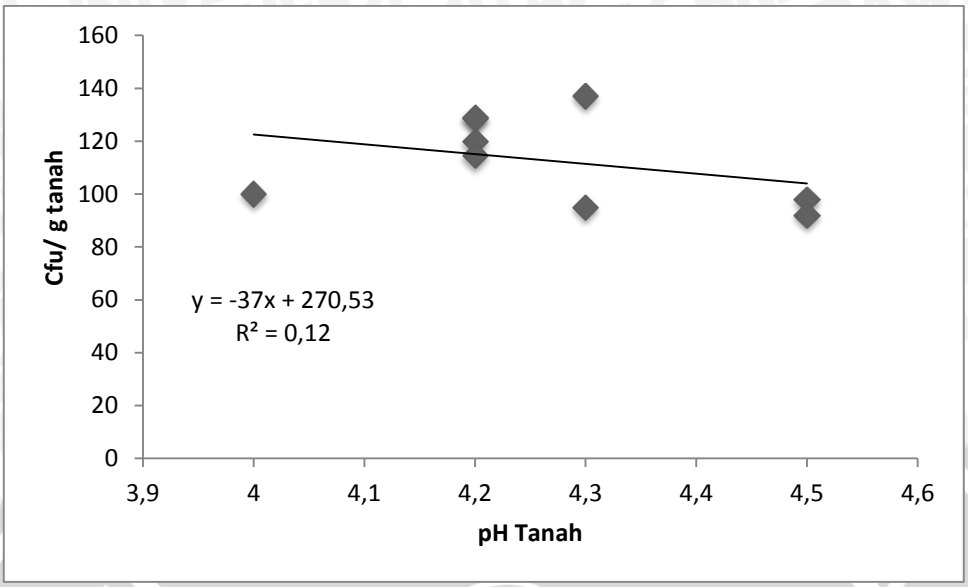
N total di tanah bersumber dari bahan organik dan gas N_2 dari udara. Dapat dikatakan bahwa semakin banyak populasi bakteri penambat N non simbiotik maka jumlah N-total di dalam tanah akan semakin meningkat. Jumlah N total ini merupakan salah satu sumber hara N di alam yang dapat berubah menjadi nitrogen tersedia setelah mengalami proses fiksasi nitrogen (Najiyati, 2005).

Sedangkan hasil analisis korelasi (Lampiran 6) dan regresi (Gambar 16) pada pH tanah dengan populasi bakteri penambat N non simbiotik pada perlakuan non organik menunjukkan adanya hubungan (P-value = 0,20 > 5%) dan (R^2 = 0,32). Hubungan antara pH tanah dengan populasi bakteri penambat N non simbiotik memiliki persamaan yaitu y = 56,56x + 287,0. Model persamaan regresi ini kurang kuat diterima karena hanya sebesar 32% pengaruh pH tanah terhadap populasi bakteri penambat N non simbiotik pada perlakuan non organik.



Gambar 16. Hubungan antara pH tanah dengan populasi bakteri penambat N non simbiotik pada perlakuan non organik.

Hubungan antara pH tanah dengan populasi bakteri penambat N non simbiotik pada perlakuan organik (Gambar 17) mempunyai persamaan garis linier yaitu y = -37x + 270,5 dan (R^2 = 0,12) dengan x adalah pH tanah dan y adalah populasi bakteri penambat N non simbiotik. Model persamaan regresi ini kurang kuat dapat diterima karena mencakup 12% pengaruh pH tanah terhadap populasi bakteri penambat N non simbiotik pada perlakuan organik.



Gambar 17. Hubungan antara pH tanah dengan populasi bakteri penambat N non simbiotik pada perlakuan organik.

Alexander (1992) menemukan korelasi antara pH tanah dan populasi *Azotobacter sp* salah satu bakteri penambat N non simbiotik, yang mana pH tanah yang masam diikuti oleh penurunan populasi *Azotobacter sp*. Namun dalam penelitian Mishutin dan Yemetsev (1983) populasi *Beijerinckia sp* yang juga merupakan bakteri penambat N non simbiotik tumbuh dengan baik pada kondisi pH 3,5. Hal ini mengindikasikan bahwa bakteri memiliki pH optimum yang berbeda – beda antara satu dengan yang lainnya.