

1. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Gula pasir merupakan salah satu dari sembilan jenis bahan pokok masyarakat Indonesia (Sembako) (Wikipedia, 2013). Gula pasir yang dikonsumsi sebagai bahan pemanis ini merupakan produk olahan dari tanaman tebu. Sebagai bahan baku utama dalam produksi gula pasir, tanaman tebu mempunyai peranan penting terhadap kelangsungan industri gula di Indonesia.

Kebutuhan tebu nasional juga meningkat seiring bertambahnya jumlah penduduk dan tingkat konsumsi gula penduduk Indonesia. Kebutuhan gula nasional pada tahun 2014 ditaksir mencapai 5,7 juta ton (Dirjenbun, 2013), sementara data produksi gula nasional tahun 2013 masih 2,54 juta ton (Subagyo, 2014) sehingga masih terdapat defisit dalam memenuhi kebutuhan gula nasional. Rata-rata produktivitas tebu yang ditanam di lahan sawah sekitar 95 ton ha^{-1} dan di lahan tegalan sekitar 75 ton ha^{-1} dengan rendemen gula sekitar 7,3–7,5%. Produktivitas dan rendemen ini masih dibawah potensi produktivitas dan rendemen yang ada, yaitu diatas 100 ton ha^{-1} untuk pertanaman tebu di lahan sawah dan sekitar 90 ton ha^{-1} untuk pertanaman tebu di lahan tegalan dengan rendemen gula diatas 10% (Indrawanto *et al.*, 2010), sehingga terdapat penurunan produktivitas tebu sebesar 5% untuk tanaman tebu yang ditanam di lahan sawah dan 16%. untuk pertanaman tebu di tegalan.

Salah satu penyebab rendahnya produktivitas tebu adalah terjadinya degradasi lahan pertanaman tebu (Foragri, 2012). Selama 40 tahun terakhir, lahan sawah di Jawa telah dieksploitasi, sehingga telah mengalami penurunan tingkat kesuburan tanah. Menurut Quida (2011) salah satu faktor yang menyebabkan penurunan kesuburan tanah ialah penanaman satu jenis tanaman yang sama dalam satu kali musim tanam dan dalam jangka waktu yang cukup lama. Pengambilan unsur hara secara terus menerus oleh tanaman tanpa diimbangi dengan aplikasi pemupukan, akan mengakibatkan defisiensi unsur hara. Salah satu contoh kasus penyerapan unsur hara yang terus diambil tanaman tebu dalam jumlah besar namun dalam kegiatan budidayanya tidak diimbangi dengan aplikasi pemupukan adalah unsur hara silika (Si).

Menurut Toharisman dan Mulyadi (2005) tanaman monokotil seperti famili rerumputan menyerap Si dalam jumlah yang lebih banyak dibandingkan dengan tanaman kacang-kacangan dan tanaman dikotil. Tanaman tebu memiliki kandungan silikat pada jaringan tanaman dalam presentase yang cukup tinggi yaitu 2% dari bobot keringnya (Mulyadi dan Toharisman, 2008). Bahkan tanaman tebu menyerap unsur Si dari dalam tanah lebih banyak daripada unsur lainnya (Toharisman dan Mulyadi, 2005; Mativchenkov dan Calvert, 2002). Tebu menyerap unsur hara Si sebesar 500-700 kg ha⁻¹, sementara pada penyerapan unsur hara makronya menyerap 50-500 kg N ha⁻¹, 100-300 kg K ha⁻¹, dan 40-80 kg P ha⁻¹ (Mativchenkov dan Calvert, 2002). Penurunan kandungan Si tersedia di dalam tanah akibat pengurasan unsur hara Si terutama pada tanaman padi sudah menunjukkan kecenderungan defisiensi Si pada tanah-tanah sawah di 29 lokasi pengamatan di daerah aliran sungai (DAS) Citarum, Jawa Barat (Husnain, 2008).

Di lahan tebu, penurunan kandungan Si di dalam tanah disebabkan oleh serapan yang terus menerus oleh tanaman tebu yang ditanam secara keprasan tanpa penggantian lewat pemupukan (Savant *et al.*, 1999). Hal tersebut juga diperparah dengan penggunaan lahan yang setiap tahunnya tetap digunakan untuk budidaya tanaman tebu. Apabila hal tersebut berjalan terus menerus tanpa dilakukan kegiatan pemupukan Si maka akan terjadi defisiensi unsur hara Si pada tanaman tebu, yang dapat berakibat pada penurunan produksi tanaman tebu. Hal ini dibuktikan oleh Mulyadi *et al.* (2007) yang menurutnya produktivitas tebu di Indonesia diawal abad 20 ini mengalami *leveling off* pada angka yang cukup rendah, yaitu sekitar 706 ku ha⁻¹.

Aplikasi teknologi nano pada produk pupuk dapat meningkatkan efisiensi penggunaan pupuk dan air (Widowati *et al.*, 2011). Penggunaan pupuk nano yang berukuran super kecil (1 nm = 10⁻⁹ μm) memiliki keunggulan lebih reaktif, langsung mencapai sasaran atau target karena ukurannya yang kecil, serta hanya dibutuhkan dalam jumlah kecil. Dengan demikian input sistem produksi pertanian dapat dikurangi namun hasil produksi pangan dapat ditingkatkan jauh lebih baik.

Dengan masih jarangnyanya atau bahkan belum pernah adanya aplikasi pemupukan Si pada kegiatan budidaya tebu di Indonesia, maka dirasa perlu untuk mengetahui pengaruh pemberian pupuk Si terhadap pertumbuhan dan produksi

tanaman tebu di Indonesia. Serta masih besarnya potensi pengembangan nano teknologi khususnya di bidang pertanian yang terfokus pada penggunaan pupuk, maka perlu dilakukan penelitian mengenai pengaruh dan tingkat efektivitas pupuk nano di kawasan pertanian Indonesia.

1.2. Tujuan

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Mengetahui pengaruh aplikasi pemupukan Si nano terhadap pertumbuhan, potensi hasil, dan rendemen tanaman tebu.
2. Mengetahui pengaruh frekuensi pemupukan Si nano, konsentrasi pemupukan Si nano, atau interaksinya terhadap pertumbuhan, potensi hasil, dan rendemen tanaman tebu.

1.3. Hipotesis

Adapun hipotesis yang diajukan dalam penelitian ini adalah:

1. Pemupukan Si nano memberikan pengaruh yang positif terhadap pertumbuhan, potensi hasil, dan rendemen tanaman tebu.
2. Terdapat pengaruh interaksi antara frekuensi dan konsentrasi aplikasi pemupukan Si nano yang memberikan pengaruh positif terhadap pertumbuhan, potensi hasil dan rendemen tanaman tebu.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Tanaman Tebu (*Saccharum officinarum* L.)

Menurut Kriz (2011) tanaman tebu (*Saccharum officinarum* L.) ialah salah satu dari anggota familia rumput-rumputan (Graminae) yang merupakan tanaman asli tropika basah, namun masih dapat tumbuh baik dan berkembang di daerah subtropika, pada berbagai jenis tanah dari daratan rendah hingga ketinggian 1.400 m diatas permukaan laut (dpl). Asal mula tanaman tebu sampai saat ini belum didapatkan kepastiaanya, dari mana asal muasal tanaman tebu. Namun sebagian besar para ahli yang memang berkompeten dalam hal ini, berasumsi bahwa tanaman tebu ini berasal dari Papua New Guinea. Pada 8000 SM, tanaman ini menyebar ke Kepulauan Solomon dan Kaledonia Baru. Ekspansi tanaman ini ke arah timur Papua New Guinea berlangsung pada 6000 SM, dimana tebu mulai menyebar ke Indonesia, Filipina dan India (Kriz, 2011).

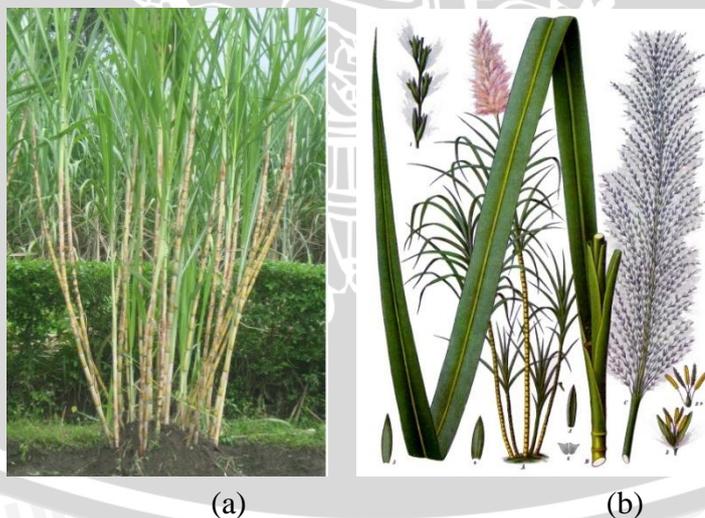
Menurut Setyamidjaja dan Azharni (1992) tanaman tebu (*Saccharum officinarum* L.) termasuk dalam famili Graminae atau yang lebih dikenal sebagai kelompok rumput-rumputan yang masuk dalam kelompok Andropogonae dan genus Saccharum. Tanaman pemanis ini juga termasuk dalam tumbuhan berbiji tunggal. Menurut Plantamor (2013) adapun klasifikasi tanaman tebu ialah sebagai berikut:

Kingdom	: Plantae (Tumbuhan)
Subkingdom	: Tracheobionta (Tumbuhan berpembuluh)
Super Divisi	: Spermatophyta (Menghasilkan biji)
Divisi	: Magnoliophyta (Tumbuhan berbunga)
Kelas	: Liliopsida (berkeping satu / monokotil)
Sub Kelas	: Commelinidae
Ordo	: Poales
Famili	: Poaceae (suku rumput-rumputan)
Genus	: Saccharum
Spesies	: <i>Saccharum officinarum</i> L.

Dalam genus Saccharum terdapat lima spesies tebu, yaitu *S. officinarum*, *S. sinense*, *S. barberi*, *S. spontenum*, dan *S. robustum*. Namun diantara kelima

spesies tersebut *S. officinarum* yang merupakan spesies *Saccharum* penghasil utama dalam produksi gula kristal (Setyamidjaja dan Azarni, 1992).

Menurut Indrawarto *et al.* (2010) tanaman tebu cocok tumbuh didaerah tropika dan sub tropika sampai batas garis isoterm 20°C yaitu antara 190°LU – 350°LS . Indrawarto *et al.* (2010) dan Ditjenbun (2011) menyatakan suhu ideal bagi tanaman tebu berkisar antara 24°C – 34°C dengan perbedaan suhu antara siang dan malam tidak lebih dari 10°C dan menurut Hamdi (2010) perbedaan suhu musiman tidak boleh lebih dari 6°C . Menurut Yukamgo dan Yuwono (2007) selama masih dalam fase pertumbuhan, tanaman tebu membutuhkan banyak air akan tetapi setelah tua (6-8 bulan) dan pada saat proses pemasakan/panen (12-14 bulan) tanaman tebu membutuhkan bulan kering dan kondisi tersebut sebaiknya tiba pada saat berakhirnya pertumbuhan vegetatif. Bila musim kering tiba sebelum pertumbuhan vegetatif berakhir, maka tanaman tebu yang tidak diairi akan mati sebelum mencapai tingkat masak, sebaliknya bila hujan turun terus-menerus maka pertumbuhan vegetatif tebu tetap giat, sehingga tidak mencapai kadar gula tertinggi. Di tempat-tempat yang dekat dengan garis khatulistiwa yang pada umumnya perbedaan antara musim hujan dan musim kemarau tidak jelas tanaman tebu sulit dibudidayakan



Gambar 1. Tanaman tebu; (a) tanaman tebu di lapang (Lukito, 2008) dan (b) morfologi tanaman tebu (Burhansyah, 2011)

Menurut Pawirosemadi (2011) tanaman tebu termasuk kelompok tanaman C_4 yang memiliki sifat antara lain dapat beradaptasi terhadap kondisi lingkungan

yang terik (panas) dan bertemperatur tinggi, fotorespirasinya rendah dimana sangat efisien dalam menggunakan air serta toleran terhadap lingkungan yang mengandung garam. Soejono (2004) menambahkan bahwasanya tanaman C₄ juga sangat reponsif terhadap pupuk nitrogen. Sebagai tanaman tropika, tanaman tebu membutuhkan radiasi sinar matahari yang banyak dan sangat efisien dalam penggunaannya dalam pembentukan bahan organik. Radiasi sinar matahari diperlukan untuk membentuk hormon tumbuh yang akan mengatur pertunasan dan perpanjangan batang tebu, dan yang paling utama adalah untuk proses fotosintesis yang menghasilkan gula atau fruktosa (Pawirosemedi, 2011)

Menurut Yuwono (2013) tebu merupakan tanaman berbiji tunggal yang berkarakteristik memiliki batang yang dalam pertumbuhannya hampir tidak bertambah besar, hanya bertambah tinggi. Menurut Yuwono (2013) tanaman tebu yang pertumbuhannya baik mencapai tinggi rata-rata 2-4 m, bahkan menurut Yukamgo dan Yuwono (2007) ada yang lebih dari 5 m, akan tetapi yang pertumbuhannya buruk, tingginya kurang dari 2 m. Bagian luar batang tebu berupa kulit yang keras, sedangkan bagian dalamnya mengandung jaringan parenkim berdinding tebal yang mengandung cairan yang disebut dengan nira (Setyamidjaja dan Azharni, 1992). Menurut Yuwono (2013) kadar air gula pada batang tebu dapat mencapai 20%. Sehingga batang pada tanaman tebu merupakan bagian terpenting dalam produksi gula. Ruas-ruas batang (internodia) dibatasi oleh buku-buku (nodia) yang merupakan tempat duduk daun tebu. Di ketiak daun tebu terdapat sebuah kuncup yang biasa disebut dengan mata tunas (*bud*). Diatas tempat duduk mata tunas terdapat suatu lingkaran bakal akar. Dari lingkaran tersebut akan keluar akar jika lingkaran berada dalam keadaan tertentu, misalnya tertutup di bawah permukaan tanah sehingga mata tunas akan tumbuh menjadi individu tanaman tebu baru (Setyamidjaja dan Azharni, 1992).

Tebu termasuk dalam golongan tanaman berbiji tunggal (monokotil), sehingga perakarannya ialah akar serabut. Akar-akar ini keluar dari lingkaran-lingkaran akar di bagian pangkal batang dan tidak banyak bercabang-cabang dengan ukuran hampir sama. Pada tanah yang cocok untuk pertumbuhannya, akar tanaman tebu dapat tumbuh mencapai 0,5-1,0 m dan bahkan dapat mencapai 2 m. Karena tanaman tebu berakar serabut, maka akar rambut yang berperan dalam

mengabsorpsi unsur-unsur hara hanya terdapat pada ujung akar-akar muda. Menurut Satyamidjaja dan Azharni (1992) akar tanaman tebu tidak tahan terhadap genangan air yang dapat mengakibatkan busuknya akar

Daun tebu terdiri dari dua helai bagian yang jelas yaitu pelepah (upih) daun (*leaf blade*). Pelepah daun membungkus atau membalut ruas batang. Pelepah-pelepah daun yang masih muda membungkus ruas-ruas batang yang masih muda sehingga pada tanaman muda ruas batang tidak tampak karena terbungkus oleh beberapa daun dengan helaian yang telah terbuka. Pelepah-pelepah daun ini selain dilindungi bagian batang yang masih lunak, juga melindungi mata-mata tunas (*bud*). Helaian daun berbentuk pita yang panjangnya 1-2 m (tergantung pada varietas dan keadaan lingkungan) dan lebarnya 2-7 cm. Maka daun kasap tidak licin. Di bagian tengah sepanjang helaian terdapat tulang daun (midrip). Tepi daun bergerigi kecil (halus) dan banyak mengandung silikat (Setyamidjaja dan Azharni, 1992).

Bunga tanaman tebu merupakan bunga majemuk yang tersusun atas malai dengan pertumbuhan terbatas. Sumbu utamanya bercabang-cabang makin ke atas makin kecil, sehingga membentuk piramid. Panjang bunga majemuk 70-90 cm. Setiap bunga mempunyai tiga daun kelopak, satu daun mahkota, tiga benang sari, dan dua kepala putik (Indriani dan Sumiarsih, 1992). Bunga tanaman tebu akan mekar pada pagi hari. Jangka waktu pembungaan pada satu malai berlangsung dengan beragam antara 5-12 hari. Umumnya persarian atau penyerbukan berlangsung dengan bantuan angin, sehingga bunga tebu dapat menyerbuk baik sendiri maupun bersilang. Adanya sifat ini memungkinkan dilaksanakannya persilangan antara varietas atau jenis di dalam pemuliaan tanaman tebu (Setyamidjaja dan Azharni, 1992).

Menurut Indrawarto *et al.*, (2010) dilihat dari jenis tanah, tanaman tebu dapat tumbuh baik pada berbagai jenis tanah seperti tanah alluvial, grumosol, latosol dan regusol dengan ketinggian antara 0 – 1400 m di atas permukaan laut. Akan tetapi lahan yang paling sesuai adalah kurang dari 500 m di atas permukaan laut. Sedangkan pada ketinggian di atas 1200 m di atas permukaan laut pertumbuhan tanaman relatif lambat. Menurut Astuti (2013) dan Indrawarto *et al.* (2010) struktur tanah yang baik untuk pertanaman tebu adalah tanah yang gembur

sehingga aerasi udara dan perakaran tanaman tebu dapat berkembang sempurna, oleh karena itu upaya pemecahan bongkahan tanah atau agregat tanah menjadi partikel-partikel kecil melalui kegiatan pengolahan tanah akan memudahkan akar menerobos atau menembus tanah. Sedangkan tekstur tanah, yaitu perbandingan partikel-partikel tanah berupa lempung, debu dan liat, yang ideal bagi pertumbuhan tanaman tebu adalah tekstur tanah ringan sampai agak berat dengan kemampuan menahan air cukup dan porositas 30%.

Menurut Astuti (2013) dan Indrawarto *et al.* (2010) tanaman tebu dapat tumbuh dengan baik pada tanah yang memiliki pH 6-7,5, akan tetapi masih toleran pada pH tidak lebih tinggi dari 8,5 atau tidak lebih rendah dari 4,5. Pada pH yang tinggi ketersediaan unsur hara menjadi terbatas. Sedangkan pada pH kurang dari 5 akan menyebabkan keracunan Fe dan Al pada tanaman, oleh karena itu perlu dilakukan pemberian kapur (CaCO_3) agar unsur Fe dan Al dapat dikurangi. Meskipun jarang terjadi, tanaman tebu dapat mengalami keracunan yang disebabkan oleh unsur mikro aluminium (Al), boron (B), klor (Cl), besi (Fe), magnesium (Mg), natrium (Na), dan belerang (S) (Pawirosemadi, 2011). Menurut Wibowo *et al.* (2003) sifat kimia tanah yang cocok untuk tanaman tebu ialah pada kondisi pH 5,5-7,3; C-organik 0,32-1,7%; N-total 0,07-2,5%; P_2O_5 2,88-24,72 mg kg^{-1} ; K_2O 0,41-1,12 cmol kg^{-1} ; Na 0,77-2,5 cmol kg^{-1} ; Ca 4,09-8,17 cmol kg^{-1} ; Mg 0,32-1,96 Cmol kg^{-1} ; KTK 16,79-30,58 cmol kg^{-1} ; KB 25-50%.

2.2 Unsur Hara Silika (Si)

Menurut Toharisman *et al.* (2011) di dalam terminologi kesuburan tanah, terdapat 13 unsur hara yang diperlukan tanaman yaitu hara makro (N, P, K, Ca, Mg, S) dan hara mikro (Fe, Mn, Zn, B, Cu, Mo), hara-hara tersebut dapat meningkatkan dan memelihara hasil tanaman. Unsur hara makro dibutuhkan tanaman dalam jumlah yang banyak, sedangkan unsur hara mikro dibutuhkan dalam jumlah yang lebih sedikit.

Unsur hara yang dibutuhkan oleh tanaman untuk pertumbuhan dan metabolisme disebut unsur hara esensial. Unsur hara dapat mempunyai fungsi sebagai konstituen dari suatu struktur organik tanaman, aktivator reaksi enzim atau pembawa muatan (*charge carrier*) dan osmoregulator. Sebagai contoh,

sebagai komponen dari konstituen tanaman yang penting seperti enzim atau dibutuhkan untuk tahapan metabolisme tertentu seperti reaksi enzim. Kehadiran dan konsentrasi unsur di dalam tanaman bukan merupakan asas esensialitas suatu unsur. Tanaman tidak dapat secara selektif menyerap unsur hara yang esensial bagi pertumbuhan dan perkembangannya. Tanaman juga menyerap unsur yang tidak diperlukan untuk pertumbuhannya dan bahkan bisa jadi unsur yang meracun. Selain hara esensial, terdapat juga hara non-esensial yang dalam kondisi agroklimat tertentu bisa memperkaya pertumbuhan tanaman dengan mendorong proses fisiologi. Hara tersebut disebut dengan hara fungsional atau hara bermanfaat (pembangun) (Savant *et al.*, 1999).

Unsur bermanfaat merupakan unsur yang berguna bagi pertumbuhan tanaman tetapi tidak memenuhi kaidah unsur hara esensial karena jika unsur ini tidak ada, pertumbuhan tanaman tidak akan terganggu. Unsur hara pembangun (fakultatif) dianggap unsur yang tidak penting, tetapi merangsang pertumbuhan tanaman dan juga dapat menjadi unsur penting untuk beberapa spesies tanaman tertentu karena dapat menyebabkan kenaikan produksi. Unsur-unsur yang termasuk menguntungkan bagi tanaman adalah natrium (Na), cobalt (Co), chlor (Cl), dan silika (Si).

Silika (Si) merupakan unsur kedua terbanyak setelah oksigen (O) dalam kerak bumi dan Si juga berada dalam jumlah yang banyak pada setiap tanah 28,5% jumlah atom dan 62,55% jumlah atom. Porsi terbesar Si tanah dijumpai dalam bentuk kuarsa atau kristal Si (Meyer *et al.*, 2011). Menurut Meyer *et al.* (2011) pada umumnya tanah mengandung konsentrasi Si yang bervariasi antara 19-32% pada tanah yang berliat dan 42-46% untuk tanah berpasir. Si merupakan unsur yang inert (sangat tidak larut) sehingga selama ini Si dianggap tidak memiliki arti penting bagi proses-proses biokimia dan kimia. Juga, karena jumlahnya yang melimpah dalam tanah peran Si seringkali tidak terlalu diperhatikan atau bahkan tidak teramati.

Substansi Si yang aktif dalam tanah berbentuk asam monosilikat, asam polisilikat dan, organosilikat (Matichenkov dan Calvert, 2002). Asam monosilikat merupakan pusat dari berbagai interaksi dan transformasi Si dan merupakan produk dari pelarutan mineral-mineral kaya Si (Tohariman *et al.*, 2011). Menurut

Mativchenkov dan Calvert (2002) asam-asam Si yang diadsorpsi lemah serta larut dalam air dapat diserap langsung oleh tanaman dan mikroba. Mereka juga dapat mengendalikan sifat fisik dan kimia tanah (seperti mobilitas P, Al, Fe, Mn dan logam berat, aktivitas mikroba, stabilitas bahan organik), pembentukan asam polisilikat dan mineral-mineral sekunder dalam tanah. Asam polisilikat memiliki efek nyata terhadap tekstur tanah, kapasitas menahan air, dan erosi. Asam polisilikat merupakan mineral yang dapat menstabilkan agregat tanah dan memperbaiki porositas tanah bila berada dalam jumlah yang tinggi sehingga dapat memperbaiki sifat fisik tanah (Mativchenkov dan Calvert, 2002).

Menurut Toharisman *et al.* (2011) di wilayah tropis seperti di Indonesia, dimana rata-rata curah hujan dan suhu relatif tinggi, tanah umumnya memiliki kejenuhan basa dan kandungan Si rendah serta mengalami akumulasi aluminium oksida (desilikasi). Si dilepaskan dari mineral-mineral yang terlapuk, kemudian terbawa aliran air drainase atau tanaman yang dipanen. Potensi kehilangan Si dari tanah-tanah tropis bisa mencapai $54,2 \text{ kg ha}^{-1}$ setiap tahun atau 200 kali lebih banyak dibanding Al yang hilang hanya $0,27 \text{ kg ha}^{-1}$ dalam setahun.

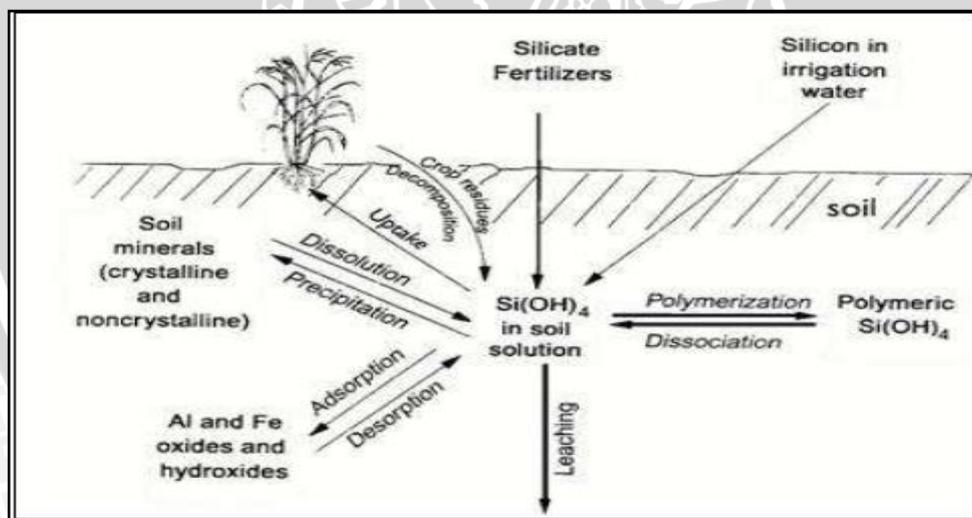
Berbeda dengan unsur hara lainnya, kehilangan Si dari tanah jarang sekali digantikan melalui aplikasi pemupukan. Konsentrasi asam monosilikat (bentuk Si yang tersedia bagi tanaman) cenderung terus berkurang pada lahan-lahan pertanian yang dibudidayakan secara intensif, terutama pada penggunaan lahan untuk budidaya tanaman tebu yang merupakan tanaman akumulator Si. Degradasi kesuburan tanah akan terjadi seiring dengan penurunan kadar asam monosilikat, terutama karena 2 alasan, yaitu:

1. Semakin berkurangnya kadar asam monosilikat dalam tanah karena terus diambil oleh tanaman yang dibudidayakan di atasnya, terutama pada tanaman akumulator Si.
2. Berkurangnya asam monosilikat akan diikuti dengan dekomposisi mineral Si (fenomena keseimbangan hara tanah), dimana yang terakhir ini memiliki arti penting dalam mengontrol berbagai sifat tanah.

Oleh karena itu, dalam rangka menjaga kesuburan tanah pemupukan Si sebenarnya diperlukan.

Si bukan merupakan unsur yang penting (esensial) bagi tanaman. Tetapi hampir semua tanaman mengandung Si, dalam kadar yang berbeda-beda dan sering sangat tinggi. Menurut Pawirosemadi (2011) Si tidak menunjukkan peranan utamanya di dalam tanaman, namun diperkirakan mempunyai peran fungsional. Walaupun tidak termasuk hara tanaman, Si dapat menaikkan produksi karena Si mampu memperbaiki sifat fisik tanaman dan berpengaruh terhadap kelarutan P dalam tanah. Tidak ada unsur hara lain yang dianggap non esensial hadir dalam jumlah yang secara konsisten banyak pada tanaman. Pada tanaman padi misalnya, kadar Si sangat tinggi dan melebihi unsur hara makro (N, P, K, Ca, Mg dan S). Apabila kadar SiO_2 kurang dari 5% maka tegak tanaman padi tidak kuat dan mudah roboh. Robohnya tanaman menyebabkan turunnya produksi, dengan demikian pemupukan Si dianggap dapat menaikkan produksi tanaman (Roesmarkam dan Yuwono, 2002).

SiO_2 terdapat hampir pada semua batuan tanah. Ketersediaan Si tergantung kecepatan pelapukan batuan tersebut. Kadar Si dalam tanah sering dipengaruhi oleh reaksi adsorpsi, temperatur, air irigasi dan pH tanah (Gambar 2).



Gambar 2. Skema faktor-faktor yang mempengaruhi ketersediaan Si di tanah (Meyer *et al.*, 2011)

Air irigasi untuk pertanian sering kali mengandung Si dengan jumlah yang cukup tinggi, sehingga dapat mempengaruhi ketersediaan Si dalam tanah, SiO_2 (mg L^{-1}) $23,9 \pm 9,7$ rata-rata tahun 1956, $10,2 \pm 3,2$ pada tahun 1996. Pada tanah asam, kadar Si dalam tanah cenderung tinggi dan pada pH tinggi umumnya kadarnya rendah. Jumlah Si yang terlarut (*dissolved*) dari tanah meningkat seiring

meningkatnya suhu. Hal ini berkaitan dengan tingkat pelapukan batuan yang mengandung mineral silikat. Semakin tinggi suhu, maka tingkat pelapukan semakin tinggi. Pengapuran sering menyebabkan turunnya kadar SiO_2 dalam larutan tanah. Ketersediaan Si dipengaruhi oleh perbandingan Si tersedia terhadap seskuioksida tersedia. Makin tinggi ratio Si/Al atau Si/Fe, makin tinggi pula Si yang dapat diserap oleh tanaman padi (Yukamgo dan Yuwono, 2007).

Pasokan Si yang cukup pada serelia diharapkan mampu memperoleh hasil yang baik, karena dengan penambahan Si dapat meningkatkan kekuatan dan ketahanan sel. Pasokan Si membantu daun untuk lebih tegak dalam pengaruh kondisi pemupukan nitrogen yang tinggi, sehingga bisa meningkatkan tingkat fotosintesis. Penambahan Si yang cukup, bisa mengurangi tendensi tanaman serelia untuk layu pada kondisi kekeringan. Hal tersebut mungkin disebabkan karena penurunan permeabilitas atas uap air dari dinding sel epidermis daun.

Penyebaran Si dalam tanaman dipengaruhi oleh spesies tanaman. Pada tanaman yang kadar Si nya rendah, Si terdapat dalam tanaman bagian atas dan bagian bawah hampir sama misalnya pada tanaman tomat dan sawi. Sedangkan pada *clover* (tanaman makanan ternak, legum) Si lebih banyak terdapat pada akar. Pada tanaman yang kandungan Si tinggi misalnya padi maka sebagian besar Si terdapat pada tanaman bagian atas (Yukamgo dan Yuwono, 2007).

2.3. Peran Silika (Si) pada Tanaman Tebu

Menurut Toharisman dan Mulyadi (2005) tanaman tebu menyerap Si dalam jumlah banyak, melebihi unsur-unsur lainnya. Tanaman monokotil seperti famili rerumputan (*gramineae*) menyerap Si lebih banyak dibanding tanaman kacang-kacangan dan dikotil. Menurut Yukamgo dan Yuwono (2007), berdasarkan kemampuan menyerap Si, tanaman dibagi menjadi tiga golongan yaitu :

- a. *Gramineae* basah seperti padi sawah, mendong menyerap SiO_2 sekitar 10-15%,
- b. *Gramineae* kering seperti tebu dan rumput-rumputan sekitar 1-3% dan,
- c. Tanaman dikotil dan leguminose sekitar hanya 0,5%.

Ada tiga model berbeda dalam penyerapan Si oleh tanaman yang menyebabkan perbedaan dalam akumulasi Si yaitu:

a. Penyerapan aktif

Tanaman dengan model penyerapan aktif menyerap Si lebih cepat dari pada menyerap air, sehingga menghasilkan penurunan kandungan Si pada larutan.

b. Penyerapan pasif

Tanaman dengan model penyerapan pasif menyerap Si dengan tingkatan yang sama dengan menyerap air, tetapi tidak ada perubahan konsentrasi yang signifikan dalam larutan yang berhasil diamati.

c. *Rejective uptake*

Model *rejective uptake* cenderung untuk mengeluarkan Si yang dibuktikan dengan terjadinya peningkatan konsentrasi Si dalam larutan.

Menurut Toharisman dan Mulyadi (2005) tanaman tebu merupakan tanaman monokotil dari famili rerumputan yang merupakan akumulator Si. Tanaman tebu memiliki kandungan silikat pada jaringan tanaman dalam presentase yang cukup tinggi yaitu 2% dari bobot keringnya (Mulyadi dan Toharisman, 2008). Bahkan tanaman tebu menyerap unsur Si dari dalam tanah lebih banyak daripada unsur lainnya (Toharisman dan Mulyadi, 2005 serta Mativchenkov dan Calvert, 2002). Tanaman ini menyerap unsur hara Si sebesar 500-700 kg ha⁻¹, sementara pada penyerapan unsur hara makronya menyerap 50-500 kg N ha⁻¹, 100-300 kg K ha⁻¹, dan 40-80 kg P ha⁻¹ (Mativchenkov dan Calvert, 2002).

Tebu menyerap Si dalam bentuk H₄SiO₄, yaitu suatu bentuk Si yang tidak bermuatan sehingga relatif tidak mobil dalam tanaman. Karena itu, konsentrasi Si dalam tanaman tebu sangat tergantung kepada konsentrasi Si yang larut dalam air tanah. Pergerakan Si dari akar ke batang dan bagian tanaman lainnya mengikuti aliran air. Air diserap akar, masuk ke batang kemudian menguap lewat batang/daun. Si terakumulasi dalam sel epidermis tebu, kemudian berintegrasi kedalamnya sehingga akan memberikan kekuatan kepada batang dan daun tebu. Distribusi Si dalam batang dan daun tergantung pada laju evapotranspirasi tanaman (Savant *et al.*, 1999).

Menurut Yukamgo dan Yuwono (2007) Si dapat memberikan efek positif bagi tanaman tebu, dengan mekanisme yang belum sepenuhnya dipahami. Adapun beberapa peran penting unsur hara Si pada pertanaman tebu antara lain:

1. Meningkatkan ketersediaan unsur hara fosfor dalam tanah

Asam monosilikat pada sifat-sifat tanah terfokus dalam interaksinya dengan unsur Fosfat (P). Menurut Sudibyo (2008) pemberian Si pada tanah Andisol secara nyata dapat meningkatkan ketersediaan P dalam tanah. Menurut Mulyadi *et al.* (2007) pemupukan Si berdampak positif terhadap perbaikan kualitas tanah *Dystropepts* dengan meningkatkan ketersediaan status hara anion Si, P, dan S, serta muatan tanah. Perbaikan kualitas tanah terutama terhadap ketersediaan hara anion tersebut pada gilirannya akan mempengaruhi serapan hara tanaman tebu yang diikuti oleh perbaikan pertumbuhan tanaman tebu.

Menurut Yukamgo dan Yuwono (2007) penambahan Si pada tanah akan melalui dua proses. Proses pertama yaitu peningkatan konsentrasi asam monosilikat pada tanah akan menghasilkan pengubahan P tidak larut menjadi P tersedia bagi tanaman. Fosfor yang tidak tersedia bagi tanaman berhenti pada sisi sematan menyebabkan P tersemat menjadi tersedia bagi tanaman. Hal ini karena SiO_4^{4-} memiliki elektronegatifitas lebih besar dibandingkan PO_4^{3-} sehingga SiO_4^{4-} dapat menggantikan PO_4^{3-} yang tersemat. Proses kedua yaitu Si dapat mengikat P sehingga pelindian P berkurang sekitar 40-90%. Persamaan reaksinya adalah sebagai berikut (Matichenkov dan Calvert, 2002)



2. Mencegah keracunan pada tanaman tebu

Menurut Toharisman dan Mulyadi (2005) Si dapat mengatasi keracunan tebu akibat kelebihan mangan (Mn) tebu akan tumbuh baik pada rasio Mn/SiO₂ rendah. Bila tersedia Si yang cukup dalam tanah, tebu akan mengambilnya sehingga kadar Si dalam jaringan tanaman sama atau di atas 0,7% (berat kering). Pada kondisi demikian, rasio Mn/SiO₂ dalam jaringan tebu akan turun. Rasio yang rendah ini menyebabkan tanaman tumbuh lebih baik. Selain itu, keberadaan Si akan mendorong distribusi Mn yang lebih merata sehingga bisa terhindar dari akumulasi Mn seperti di daun yang berakibat pada nekrosis.

Pemberian Si juga berguna untuk mengurangi keracunan tebu terhadap Al dan Fe pada beberapa jenis tanah masam. Hadirnya Si(OH)_4 dalam larutan tanah akan meningkatkan reaksi hidrolisis Al sehingga aktifitasnya menurun. Pasokan Si yang cukup meningkatkan efisiensi transpor oksigen dari bagian atas tanaman ke akar melalui pembesaran saluran gas. Sebagai hasilnya akan meningkatkan oksidasi dan kemudian memposisikan (*deposition*) Al dan Fe pada unsur tersebut dari serapan berlebih oleh tanaman. Hasil dari beberapa penelitian menunjukkan bahwa Si memperbaiki keracunan Al terhadap tanaman, tidak hanya dengan menurunkan aktivitas Al_3^+ dalam larutan tanah, tetapi juga mengurangi keracunan Al pada bagian dalam tubuh tanaman (Savant *et al.*, 1999).

3. Peningkatan efisiensi fotosintesis tanaman tebu

Fotosintesis merupakan kegiatan pembentukan makanan oleh tumbuhan yang dalam prosesnya memerlukan beberapa komponen seperti CO_2 , air, dan cahaya. Fotosintesis akan terhambat bila tumbuhan kekurangan salah satu atau lebih komponen ini. Peningkatan efisiensi fotosintesis setelah pemberian Si dipengaruhi oleh peningkatan ketegakan tanaman (daun) serta pencegahan kerobohan. Beberapa kajian menjelaskan bahwa Si dapat meningkatkan hasil melalui peningkatan efisiensi fotosintesis dan menginduksi ketahanan terhadap hama dan penyakit (Matichenkov dan Calvert, 2002).

Peningkatan kadar Si dalam tebu dapat meningkatkan kekuatan mekanis jaringan sehingga bisa mencegah terjadinya kerobohan tanaman. Mulyadi dan Toharisman (2008) menuturkan bahwasanya pada kondisi lapang dimana tebu tumbuh lebat biasanya daun dari satu tanaman dengan tanaman lainnya akan saling tumpang tindih bersaing memperebutkan cahaya. Pemberian Si menyebabkan daun tumbuh lebih kuat dan bisa merentang dengan baik, sehingga bisa mengurangi dampak negatif saling menaungi. Dampaknya lebih jauh menyebabkan proses fotosintesis relatif berjalan lancar. Dilaporkan pula, Si dalam daun membantu translokasi karbon hasil fotosintesis. Roesmarkam dan Yuwono (2002) menyatakan bahwa hasil atau produksi tanaman akan meningkat dengan menguatnya batang dan akar serta lebih efektifnya fotosintesis karena posisi daun (kanopi) menjadi tegak

sehingga daun dapat menyerap cahaya matahari lebih banyak. Menurut Mulyadi dan Toharisman (2003) pemupukan Si pada tanaman tebu berpengaruh nyata terhadap bobot tebu dan hasil gula, tetapi tidak berpengaruh nyata terhadap rendemen. Hal ini mengindikasikan bahwa Si memperbaiki efisiensi fotosintesis tanaman tebu

4. Peningkatan efisiensi penggunaan air

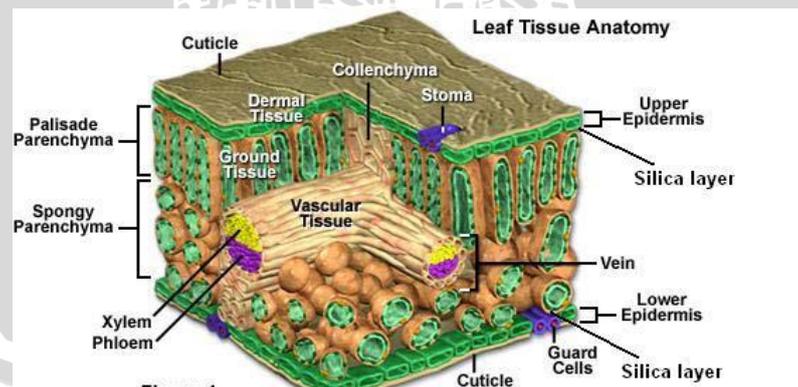
Air merupakan penyusun 85 – 95% berat tumbuhan. Dalam sel, air diperlukan sebagai pelarut unsur hara sehingga dapat digunakan untuk mengangkutnya, selain itu air diperlukan juga sebagai substrat atau reaktan untuk berbagai reaksi biokimia misalnya proses fotosintesis dan air dapat menyebabkan terbentuknya enzim dalam tiga dimensi sehingga dapat digunakan untuk aktivitas katalisnya. Tanaman yang kekurangan air akan menjadi layu, dan apabila tidak diberikan air secepatnya akan terjadi layu permanen yang dapat menyebabkan kematian (Yukamgo dan Yuwono, 2007).

Selama siklus hidup tanaman, mulai dari perkecambahan sampai panen selalu membutuhkan air. Tidak satupun proses kehidupan tanaman yang dapat bebas dari air. Besarnya kebutuhan air setiap fase pertumbuhan selama siklus hidupnya tidak sama. Hal ini berhubungan langsung dengan proses fisiologis, morfologis dan kombinasi kedua faktor di atas dengan faktor-faktor lingkungan. Air seringkali membatasi pertumbuhan dan perkembangan tanaman budidaya. Respon tanaman terhadap kekurangan air itu relatif terhadap aktifitas metaboliknya, morfologinya, tingkat pertumbuhannya, dan potensial hasil panennya (Gardner *et al.*, 1991).

Meskipun tanaman tebu merupakan tanaman C₄, yang sangat efisien dalam menggunakan air, kekurangan air bisa berakibat fatal pada tanaman tebu. Penambahan Si dapat menurunkan laju transpirasi air dari daun tebu. Lewin dan Reimann (1969) menyatakan bahwa laju transpirasi pada tebu yang kekurangan Si 30%, lebih tinggi dibanding yang berkecukupan Si. Okuda dan Takahashi (1964) juga menyatakan hal yang sama, yaitu bahwa laju transpirasi pada tanaman tebu yang kekurangan Si 10%, lebih tinggi dibanding yang berkecukupan Si.

Transpirasi pada tanaman terjadi melalui stomata. Stomata merupakan celah yang dibatasi oleh dua sel penjaga. Sel penjaga mempunyai penebalan dinding khusus (bagian tertentu menebal sedangkan bagian lainnya tidak menebal) dan di dalam selnya terdapat kloroplas. Ketika celah stomata terbuka maka molekul air akan bergerak dari konsentrasi tinggi (di dalam daun) ke konsentrasi rendah (lingkungan luar).

Pemberian Si dapat diasosiasikan dengan peningkatan kadar silika gel ($\text{SiO}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$) yang berasosiasi dengan selulosa pada sel epidermis dari dinding sel daun (Gambar 3). Akibatnya, lapisan silika gel yang tebal membantu menahan atau memperlambat kehilangan air akibat penguapan. Sedangkan pada dinding sel epidermis yang tidak terdapat lapisan silika gel yang tebal akan terjadi pelolosan air yang sangat cepat. Selain itu Si juga memperkuat dinding sel epidermis sehingga dapat menekan kegiatan transpirasi dan cekaman air dapat berkurang. Sintesis klorofil dibatasi pada kekurangan air yang lebih besar. Defisit air pada saat proses fotosintesis berlangsung, berakibat pada kecepatan fotosintesis. Defisit air akan menurunkan kecepatan fotosintesis. Dari suatu penelitian disimpulkan bahwa perluasan daun dibatasi oleh ketersediaan air sehingga menurunkan efisiensi fotosintesis. Dengan tercukupinya kebutuhan air maka kegiatan fotosintesis dapat berjalan dengan lancar (Gardner *et al.*, 1991).



Gambar 3. Lapisan silika gel pada dinding sel epidermis (Davidson, 2005 dalam Yukamgo dan Yuwono; 2007)

5. Peningkatan hasil

Penggunaan terak silikat sebagai sumber Si bagi tebu telah banyak dilakukan di Hawaii, Mauritius, dan Florida. Secara umum respon tebu terhadap pemupukan Si akan terlihat terutama pada tanah-tanah yang kekurangan Si. Pemupukan Si secara rutin pada tanah-tanah berkadar Si rendah di Hawaii dapat meningkatkan hasil tebu dan gula antara 10-50%. Hasil serupa juga diperoleh di Mauritius dan Puerto Rico (Toharisman *et al.*, 2011). Telaah di Mauritius menunjukkan bahwa pemberian 247 ton ha⁻¹ debu bassalt meningkatkan hasil tebu dengan nyata sekali. Pemberian yang besar tersebut meningkatkan kandungan Si dan menurunkan kandungan Mn di jaringan tanaman (Pawirosemadi, 2011).

Penggunaan pupuk Si pada budidaya tanaman tebu di Indonesia memang masih belum dilakukan, namun dari hasil beberapa penelitian menunjukkan penggunaan pupuk Si di daerah Indonesia berpengaruh positif pada hasil tebu yang diproduksi. Menurut Mulyadi dan Toharisman (2003) pemupukan Si pada tanaman tebu berpengaruh nyata terhadap bobot tebu dan hasil gula, tetapi tidak berpengaruh nyata terhadap rendemen. Hal ini mengindikasikan bahwa Si memperbaiki efisiensi fotosintesis tanaman tebu. Dari hasil penelitian yang dilakukan Mulyadi dan Toharisman (2003), pemupukan Si dengan dosis 100-700 kg ha⁻¹ menunjukkan hasil nyata lebih tinggi sekitar 5-10% dibanding dengan tanpa perlakuan pemupukan Si. Serupa dengan pengaruh terhadap bobot, pemupukan Si juga dapat meningkatkan hasil gula sebesar 9-12%.

Pemupukan Si pada tanaman tebu juga berpengaruh dalam meningkatkan tinggi tanaman tebu dan populasinya. Menurut hasil penelitian Mulyadi dan Toharisman (2003), pemupukan Si mampu meningkatkan tinggi tanaman antara 19-32% dan populasi tanaman hingga 15-28% dibanding tanpa perlakuan pemupukan Si. Hasil penelitian dengan respon yang sama menunjukkan bahwa pemupukan Si dapat meningkatkan biomassa perakaran tanaman tebu antara 13-32% dan biomassa tanaman bagian atas 22-44% dibanding dengan tanpa dengan pemupukan silikat. Dampak pemupukan Si terhadap biomassa, sesungguhnya menunjukkan adanya respon pada tanaman

tebu terhadap kebutuhan Si. Peningkatan biomassa akar akibat pemupukan Si memberikan gambaran keleluasaan tanaman tebu untuk memperoleh atau menyerap unsur hara, air, maupun oksigen yang lebih baik. Sedangkan pengaruh pemupukan Si terhadap tanaman tebu bagian atas diharapkan dapat mencerminkan perolehan produktivitas (bobot tebu) yang lebih baik.

Efek positif pemupukan Si biasanya akan terbawa hingga tanaman keprasan. Pemberian 6,2 ton ha⁻¹ terak Si di Hawaii memberikan hasil tebu dan gula 20% lebih banyak hingga keprasan keempat (Ayres, 1966 dalam Toharisman dan Mulyadi; 2005). Pemberian bahan serupa di Mauritius bahkan bisa meningkatkan hasil tebu hingga keprasan keenam, sementara di Florida hingga keprasan ketiga. Pemberian terak baja sebanyak 1-3 ton ha⁻¹ dapat meningkatkan hasil tebu dan gula baik pada tanaman pertama (PC) maupun keprasan. Di Malaysia, pemberian abu ketel dari pabrik gula sebagai sumber Si antara 12-48 ton ha⁻¹ dapat meningkatkan hasil tebu dan gula masing-masing hingga 20% dan 15% di atas kontrol.

Menurut Mulyadi dan Toharisman (2003), pengaruh pemupukan Si terhadap akumulasi Si dalam nira tebu juga perlu dicermati. Hal ini dikarenakan kadar Si di dalam nira tebu menentukan kualitas nira yang dihasilkan. Semakin tinggi kadar Si dalam nira, kualitas nira semakin rendah. Dari hasil percobaan yang juga dilakukan oleh Mulyadi dan Toharisman (2003), menunjukkan pemberian Si hingga dosis yang cukup tinggi (700 kg ha⁻¹) tidak menunjukkan terjadinya peningkatan Si secara signifikan pada nira tanaman tebu. Hasil analisa statistik dari percobaan Mulyadi dan Toharisman (2003) menunjukkan bahwa pemupukan Si tidak berpengaruh secara nyata terhadap kadar Si dalam nira, tetapi berpengaruh nyata terhadap kandungan Si daun. Kadar Si dalam nira pada masing-masing perlakuan dari percobaan Mulyadi dan Toharisman (2003) menunjukkan kadar yang bervariasi. Keadaan tersebut menunjukkan bahwa pemberian Si pada tanaman tebu tidak secara dominan terakumulasi pada nira di dalam batang tebu, namun lebih banyak ke bagian daun tanaman tebu. Hasil percobaan Mulyadi dan Toharisman (2003) kandungan Si pada daun tanaman tebu jauh lebih besar dibandingkan dengan kandungan Si pada nira batang tebu. Pawirosemadi

(2011) juga menuturkan unsur Si yang diserap tanaman tebu lebih banyak diakumulasikan si bagian organ daun dibandingkan kadar Si pada batang tanaman tebu. Sehingga aplikasi pemupukan Si pada tanaman tebu tidak menurunkan kualitas nira tanaman tebu, justru meningkatkan kuantitas nira tanaman tebu.

6. Ketahanan terhadap Hama dan Penyakit

Beberapa tanaman Graminae membutuhkan Silika (Si) untuk mencapai kondisi kesehatan maksimum dan ketahanan terhadap hama dan penyakit (Zeyen, 2002). Pemberian Si dapat meningkatkan ketahanan tebu pada beberapa serangan penyakit seperti karat pada daun tebu (*sugarcane rust*), bintik-bintik hitam/coklat (*leaf freckle*), dan noda cincin (*sugarcane ringspot*) (Matichenkov dan Calvert, 2002). Penyakit karat disebabkan oleh jamur *Puccinia kuehnii*, bintik hitam oleh *Dimeriella sacchari*, sedangkan penyakit noda cincin disebabkan oleh jamur *Helminthosporium sacchari* (Pawirosemadi, 2011).

Karat daun yang membentuk bintik warna coklat dapat menyebabkan daun mati lebih awal dan menurunkan hasil tebu. Daun yang terserang karat memiliki efisiensi fotosintesis rendah. Berbagai penelitian melaporkan bahwa penyakit karat berkurang atau hilang setelah pemberian Si. Mekanisme fenomena tersebut tidak diketahui secara pasti. Deposit Si pada sel epidermis daun secara mekanis menghalangi serangan hifa jamur penyebab karat. Si juga mendorong asimilasi ammonium dan menjaga peningkatan kadar nitrogen larut seperti asam-asam amino dan amino yang dibutuhkan untuk propagasi hifa. Si dihipotesakan bergabung dengan selulosa di daun membentuk membran Si-selulosa, yang dapat melindungi daun dari serangan penyakit (Toharisman dan Mulyadi, 2005).

Tanaman tebu dapat diserang bermacam-macam hama, baik dari golongan serangga maupun non serangga. Menurut Pawirosemadi (2011) terdapat 10 spesies binatang berdarah panas, 4 spesies burung, 2 spesies kutu, 4 spesies nematoda, dan lebih dari 100 spesies insekta, yang menyerang tanaman tebu. Dari 11 hama utama yang ditetapkan oleh Pawirosemadi (2011), hama penggerek pucuk dan hama penggerek batang merupakan dua

urutan teratas sebagai hama utama daun tebu. Menurut Pawirosemadi (2011) dan Sukriswati (2005) serangan hama penggerek pucuk pada tanaman tebu dapat mengakibatkan kematian pada tanaman tebu, dimana kerugian akibat kematian serangan hama ini yang terjadi pada 5,4,3,2,1 bulan sebelum tebang menyebabkan kerugian gula berturut-turut 77%, 58%, 46%, 24%, dan 15%. Sementara itu Pawirosemadi (2011) dan Sukriswati (2005) juga mengungkapkan serangan ruas batang tanaman tebu sebesar 1% akan menurunkan 0,74% hasil hablur gula

Menurut Toharisman dan Mulyadi (2005) serangan hama penggerek batang dan pucuk dapat berkurang dengan pemberian Si. Larva penggerek sebelum memulai serangan ke batang, terlebih dahulu memakan jaringan epidermis penutup daun atau batang. Adanya kristal Si dalam jaringan tersebut menghindari terjadinya serangan, karena pada saat itu serangga penyebab penggerek masih memiliki rahang yang rapuh. Rahang serangga akan rusak bila menggigit kristal Si. Mekanisme ini terjadi juga pada hama penggerek pucuk.

Sebaliknya, jaringan epidermis akan menjadi lunak apabila kebanyakan pupuk N sehingga mendorong kerentanan tebu terhadap serangan penggerek. Karena itu, kombinasi N dan Si tampaknya cukup baik dalam mendorong pertumbuhan tebu dan sekaligus meningkatkan ketahanan tebu terhadap penggerek (Toharisman dan Mulyadi, 2005)

7. Inversi Sukrosa

Sukrosa merupakan produksi akhir asimilasi karbon (C) pada proses fotosintesis yang terjadi di daun dan bentuk karbohidrat yang mudah ditransportasikan ke jaringan simpan atau *sink tissues*. Dalam tanaman, sucrose phosphate synthase (SPS) merupakan enzim utama yang menentukan biosintesis sukrosa yang berlangsung di mesofil daun. Enzim ini mengkatalisis pembentukan sucrose-6-phosphate (suc6P) dari fructose-6-phosphate (F6P) dan uridine-5-diphospho glucose (UDPG). Selanjutnya phosphate pada suc6P diputus oleh sucrose phosphate phosphatase (SPP) sehingga dihasilkan sukrosa (Kelompok Tani Barokah, 2013).

Besar kecilnya aktivitas SPS menentukan kandungan sukrosa daun dan berkorelasi positif dengan rasio sukrosa:pati daun. Sukrosa yang disintesis di daun tebu ditranslokasikan ke jaringan/organ penyimpan (batang) melalui proses loading dan unloading mekanisme. Di batang sukrosa akan mengalami proses metabolisme lebih lanjut yaitu hidrolisis dan resintesis. Pada internoda batang yang masih muda jumlah energi dan kerangka karbon diperlukan dalam jumlah besar, sehingga jumlah sukrosa yang dihidrolisis juga semakin besar yang mengakibatkan kandungan sukrosa batang menjadi kecil.

Akumulasi sukrosa pada batang tebu dimulai pada internoda yang sedang mengalami proses pemanjangan (*elongation*) sampai pada internoda yang proses pemanjangannya berhenti. Besarnya jumlah sukrosa yang dapat diakumulasikan pada batang sangat ditentukan oleh selisih antara proses sintesis dan degradasi sukrosa yang terjadi di daun. Kandungan sukrosa batang tebu sangat ditentukan oleh besarnya perbedaan antara aktivitas SPS dan acid invertase (AI). Pada internoda batang tebu yang baru memulai proses pemanjangan mempunyai kandungan sukrosa yang rendah dan aktivitas AI sangat tinggi. Aktivitas (AI) yang menghidrolisis sukrosa pada batang menentukan jumlah sukrosa yang dapat diakumulasikan. Semakin kecil aktivitas AI pada batang akan meningkatkan kandungan sukrosa di batang. Seiring dengan semakin dewasanya internoda, kandungan sukrosa semakin meningkat dan aktivitas AI semakin menurun. Pada tanaman tebu aktivitas invertase merupakan kunci utama pengaturan akumulasi sukrosa pada batang (Kelompok Tani Barokah, 2013).

Sukrosa pada jaringan non fotosintetik yang sedang aktif tumbuh akan mengalami proses metabolisme yaitu hidrolisis dan resintesis. Kemampuan tanaman tebu untuk mengakumulasikan sukrosa di batang lebih banyak ditentukan oleh aktivitas SPS daun dan translokasinya oleh protein sucrose transporter (protein SUT), sedangkan peran SPS batang sangat kecil. Sebaliknya aktivitas AI batang secara langsung ikut menentukan besarnya sukrosa yang dapat diakumulasikan di batang disamping aktivitas AI di daun (Kelompok Tani Barokah, 2013).

Savant *et al.* (1999) menemukan peran Si dalam inversi sukrosa. Inversi sukrosa pada contoh nira tebu dapat dicegah hingga beberapa hari setelah penambahan natrium metasilikat. Bukti secara kromatografi menunjukkan metasilikat secara fisik membentuk kompleks dengan sukrosa yang dapat mencegah menempelnya enzim invertase ke sukrosa. Invertase adalah enzim yang mengubah sukrosa menjadi glukosa dan fruktosa. Selain itu, dikemukakan pula bahwa Si bergabung dengan gugus fruktosa dari sukrosa sehingga mencegahnya dari metabolisme mikroba.

Meskipun peran Si dalam metabolisme pertumbuhan tanaman belum diketahui secara pasti, namun pada tanaman tebu diketahui adanya kompleks enzim-Si yang berperan sebagai protektor dan regulator dalam fotosintesis dan kegiatan enzim. Si dapat menekan aktivitas enzim invertase dalam tebu, sehingga produksi sukrosa meningkat. Pengurangan enzim forfotase menyebabkan peningkatan penyediaan prekursor berenergi tinggi esensial yang dibutuhkan untuk pertumbuhan tanaman tebu dan produksi gula yang optimal (Makarin *et al.*, 2007).

2.4. Kadar Silika pada Daun Tanaman Tebu

Sebagian besar Si terdapat di dinding luar sel epidermis pada kedua permukaan daun serta dalam perbungaan spesies *graminae* dan disimpan setelah penguapan air pada akhir dari aliran transpirasi (Hodson dan Sangster, 1989). Terdapat peningkatan kebutuhan untuk memodifikasi Si pada deposisi dalam dinding sel sebagai murni fisik proses kestabilan daun (kekakuan daun) dari jaringan dan bertindak sebagai penghalang mekanik untuk patogen. Tanaman tebu mampu menyimpan Si hingga 3% dalam daun-daunnya. Si mungkin terlibat dalam sel perpanjangan dan atau pembelahan sel. Deposit Si tertinggi terdapat pada dinding bagian dalam dari sel epidermis akar dan sel-sel Si pada epidermis daun dan batang.

Penelitian dilapangan, tinggi tanaman berhubungan dengan tingkat serapan Si, sementara diameter batang tanaman berhubungan linier (Elawad *et al.*, 1982). Gascho (2001) melaporkan bahwa penerapan TVA terak dan Na silika untuk tebu ditanam rumah kaca meningkatkan tinggi tanaman, serta mengindikasikan bahwa

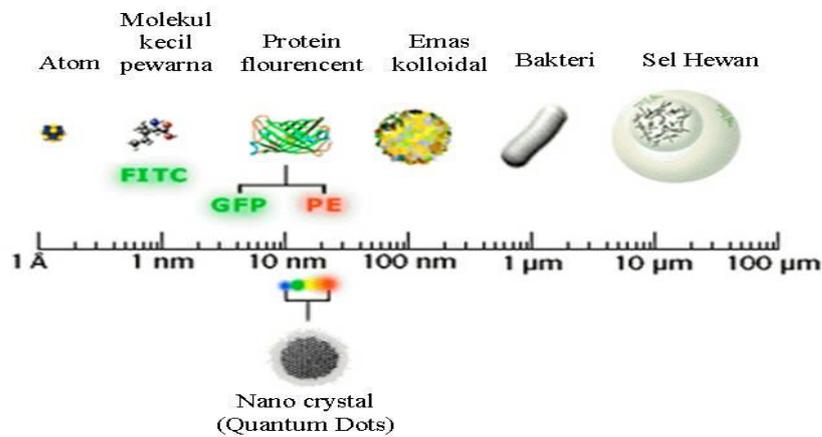
beberapa efek dari Si pada tebu adalah batang dengan diameter lebih besar dan peningkatan jumlah serapan.

Menurut Pawirosemadi (2011) Si pada tanaman tebu terdapat dalam jumlah yang besar, terutama di daun-daun hijau dan kering. Kadar Si berdasarkan berat keringnya, di daun 2,6% daun hijau 1,8%, bagian pucuk batang tebu 0,28%, tebu daun kering 0,20% dan daun hijau 0,15%. Ayres (1966) dalam Yukamgo dan Yuwono (2007) menetapkan bahwa hanya 15% dari total tanaman Si yang hadir di tebu batang di 14 bulan. Daun selubung pada tebu yang tumbuh tanah terbaik terkandung sekitar 2,5% Si dalam daun keenam, Halais dan Parish (1963) menyarankan tingkat kritis 1,25% Si dan 125 mg/dm^3 dari Mn. Humbert (1968) menuturkan tanah yang baik dalam kegiatan budidaya tanaman tebu ialah tanah yang menghasilkan tanaman tebu dengan kadar SiO_2 dalam daun tebu sebesar 2,5% atau lebih dan dengan kadar Mg berkisar antara 50 dan 7 ppm. Dalam kondisi lapangan, di Florida, Anderson (1991) menyarankan bahwa setidaknya 1% Si (2,1% SiO_2 dalam bahan kering daun) diperlukan untuk hasil optimal tebu.

2.5. Nanoteknologi

Berdasarkan asal katanya, “nano” berasal dari bahasa latin yang berarti sesuatu yang sangat kecil (*dwarf*) atau sepermilyar dari suatu benda ($10^{-9} \mu\text{m}$). Menurut Chinnamuthu dan Boopathi (2009), nanoteknologi pada umumnya digunakan pada suatu teknologi dalam ukuran atau level nanometer untuk mendapatkan sesuatu yang berguna melalui kegiatan manipulasi. The Royal Society memaparkan nanoteknologi adalah suatu desain, karakterisasi, produksi, dan aplikasi dari struktur, alat, dan sistem dengan mengatur bentuk dan ukuran dalam skala nanometer (Chinnamuthu dan Boopathi, 2009). Sehingga teknologi nano itu dapat di definisikan sebagai sebuah ilmu yang berhubungan dengan benda-benda dengan ukuran 1 hingga 100 nm, memiliki sifat yang berbeda dari bahan asalnya dan memiliki kemampuan untuk mengontrol atau memanipulasi dalam skala atom (Kuzma and Verhage, 2006). Menurut Setyawan (2011) nanoteknologi merupakan suatu teknologi yang dihasilkan dari pemanfaatan sifat-sifat molekul atau struktur atom berukuran nanometer. Sehingga apabila molekul atau struktur dapat dibuat dalam ukuran nanometer maka akan dihasilkan sifat-

sifat baru yang luar biasa dimana sifat-sifat baru inilah yang dimanfaatkan untuk keperluan teknologi.



Gambar 4. Skala dan ukuran logaritmik beberapa level struktur materi (Purwanto, 2008)

Menurut Chinnamuthu dan Boopathi (2009) dalam bidang pertanian, teknologi nano disebut dapat bermanfaat dalam banyak hal antara lain: perbaikan sifat tanaman, presisi tanaman, pengelolaan hara tanaman, diagnosis status kesuburan tanah, diagnosis status kecukupan unsur hara tanaman, perlindungan tanaman dari OPT, kegiatan pasca panen, biosensor dalam pertanian, dan kegiatan remediasi lingkungan dengan nano partikel. Penggunaan teknologi nano dalam konteks pupuk dan pemupukan dapat meningkatkan efisiensi penggunaan pupuk dan bahkan bersifat aman dan berkelanjutan dalam agroekosistem (Chinnamuthu dan Boopathi, 2009; Naderi dan Danesh-Shahraki, 2013; Karunaratne, 2010; Mousavi dan Rezai, 2011; Widowati *et al.*, 2011). Dengan teknologi nano dihasilkan pupuk-pupuk berukuran nano (*nano fertilizer*) baik dalam bentuk bubuk (*nano powder*) maupun cair (*nano liquid*). Penggunaan pupuk nano yang berukuran super kecil ($1 \text{ nm} = 10^{-9} \mu\text{m}$) memiliki keunggulan lebih reaktif, langsung mencapai sasaran atau target karena ukurannya yang halus, serta hanya dibutuhkan dalam jumlah kecil (Widowati, 2011). Menurut Widowati *et al.* (2011), dengan menggunakan produk pupuk berteknologi nano, hasil pertanian yang optimal diharapkan dapat dicapai dengan mengaplikasikan jumlah pupuk yang lebih sedikit dibandingkan dengan menggunakan pupuk konvensional. Dengan demikian, penggunaan pupuk akan sangat efisien, efektif, dan dapat menurunkan biaya produksi. Dengan keunggulan-keunggulan tersebut

maka pupuk nano diharapkan dapat menjadi terobosan teknologi peningkatan produksi pertanian.

Penggunaan teknologi nano pada pupuk yang menghasilkan pupuk dalam ukuran yang sangat kecil secara logika memang tidak bersifat *slow release* dalam aplikasinya karena sudah dalam bentuk molekul, oleh kerennanya dalam aplikasinya terdapat beberapa tindakan modifikasi. Menurut Naderi dan Danesh-Shahraki (2013) tindakan modifikasi tersebut antara lain: 1) unsur hara yang sudah dalam skala nano disisipkan dalam materi nanoporous, 2) pelapisan dengan lapisan polimer tipis, atau 3) langsung diaplikasikan dalam bentuk partikel atau larutan dengan dimensi skala nano. Untuk tambahannya, pupuk nano akan dikombinasikan dengan *nanodevices* dalam rangka untuk penyetaraan pelepasan unsur hara pada pupuk nano dengan tingkat pengambilan unsur hara oleh tanaman. Hal tersebut dilakukan untuk mencegah pelepasan unsur hara yang berlebihan ke tanah dan juga menghindari interaksi unsur hara yang dilepas dengan hal-hal yang tidak diinginkan (DeRosa *et al.*, 2010 dalam Naderi dan Danesh-Shahraki; 2013)

Beberapa unsur hara yang tidak dapat dibuat ukuran nano karena sudah berbentuk ion seperti N dan K agar dapat bersifat *slow release* dalam aplikasi pemupukan, maka dapat menggunakan bahan pembawa seperti zeolit (Chinnamuthu dan Boopathi, 2009; Naderi dan Danesh-Shahraki, 2013; Widowati *et al.*, 2011) dan chitosan (Arryanto, 2012 dalam Widowati *et al.*; 2011). Chinnamuthu dan Boopathi (2009) menuturkan zeolit merupakan mineral alami yang memiliki suatu struktur kristal yang berlubang-lubang menyerupai sarang lebah. Zeolit dapat ditumpangi unsur hara seperti Ca, N, P dan K didalam struktur molekulnya, sehingga dengan cara ini diharapkan unsur hara yang dibutuhkan tanaman akan dilepas sesuai kebutuhan tanaman (*slow/controlled release fertilizer*) (Anane, 2008). Menurut Widowati *et al.* (2011) sifat khas dari zeolit sebagai natural mineral berstruktur tiga dimensi bermuatan negatif dan memiliki pori-pori yang terisi ion-ion K, Na, Ca, Mg, dan molekul H₂O, sehingga memungkinkan terjadinya pertukaran ion dan pelepasan air secara bolak-balik. Pupuk urea yang diberikan ke tanah yang sebelumnya sudah diberi zeolit, maka kation NH₄⁺ urea dan kation K⁺ KCl dapat terperangkap sementara dalam pori-

pori zeolit yang sewaktu-waktu dilepaskan secara perlahan-lahan untuk diserap tanaman. Dalam hal ini, zeolit bertindak sebagai ‘waduk unsur hara’ yang melepaskan unsur haranya perlahan ‘sesuai permintaan’ (Chinnamuthu dan Boopathi, 2009).

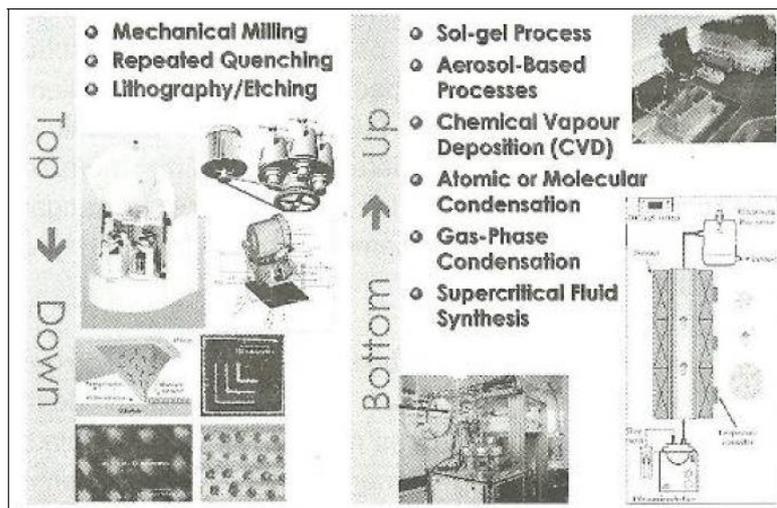
Chinnamuthu dan Boopathi (2009) menuturkan bahwasanya partikel pupuk (unsur hara) yang dilapisi dengan nanomembran dapat menjadikan pupuk bersifat ‘*slow and steady release of nutrients*’. Selain itu melapisi pupuk (*fertilizer encapsules*) dengan bahan-bahan alami dalam skala nano juga merupakan salah satu alternatif menciptakan pupuk bersifat *slow release*. Salah satu contoh bahan organik yang dapat digunakan sebagai pelapis dalam pupuk teknologi nano ialah lapisan selulosa dari tanaman *Gliricidia sepium* yang memiliki rongga berpori mikro atau nano (Karunaratne, 2010). Disamping penggunaan bahan-bahan alami, penggunaan bahan sintetis yang dikombinasikan dengan bahan alami sebagai pelapis (*coating*) pupuk juga merupakan suatu alternatif dalam teknologi nano. Bahan-bahan alami lainnya seperti *rock phosphate* (batuan fosfat) dan bahan organik kemungkinan juga dapat dijadikan sebagai bahan pupuk nano (Rochman, 2008).

Naderi dan Danesh-Shahraki (2013) menuturkan beberapa strategi-strategi terbaru memfokuskan dalam teknologi untuk menyediakan suatu sistem pengantar nanoteknologi yang dapat bereaksi dalam perubahan-perubahan lingkungan. Tujuan akhir dari pupuk nano ialah akan melepaskan unsur hara yang dikandungnya dalam cara yang terkontrol (cepat atau lambat) yang bereaksi dalam perbedaan isyarat (*signal*) seperti panas, kelembaban, dan sebagainya. Adapun beberapa keuntungan penggunaan pupuk nanateknologi dibandingkan dengan pupuk konvensional dapat dilihat pada tabel di bawah ini.

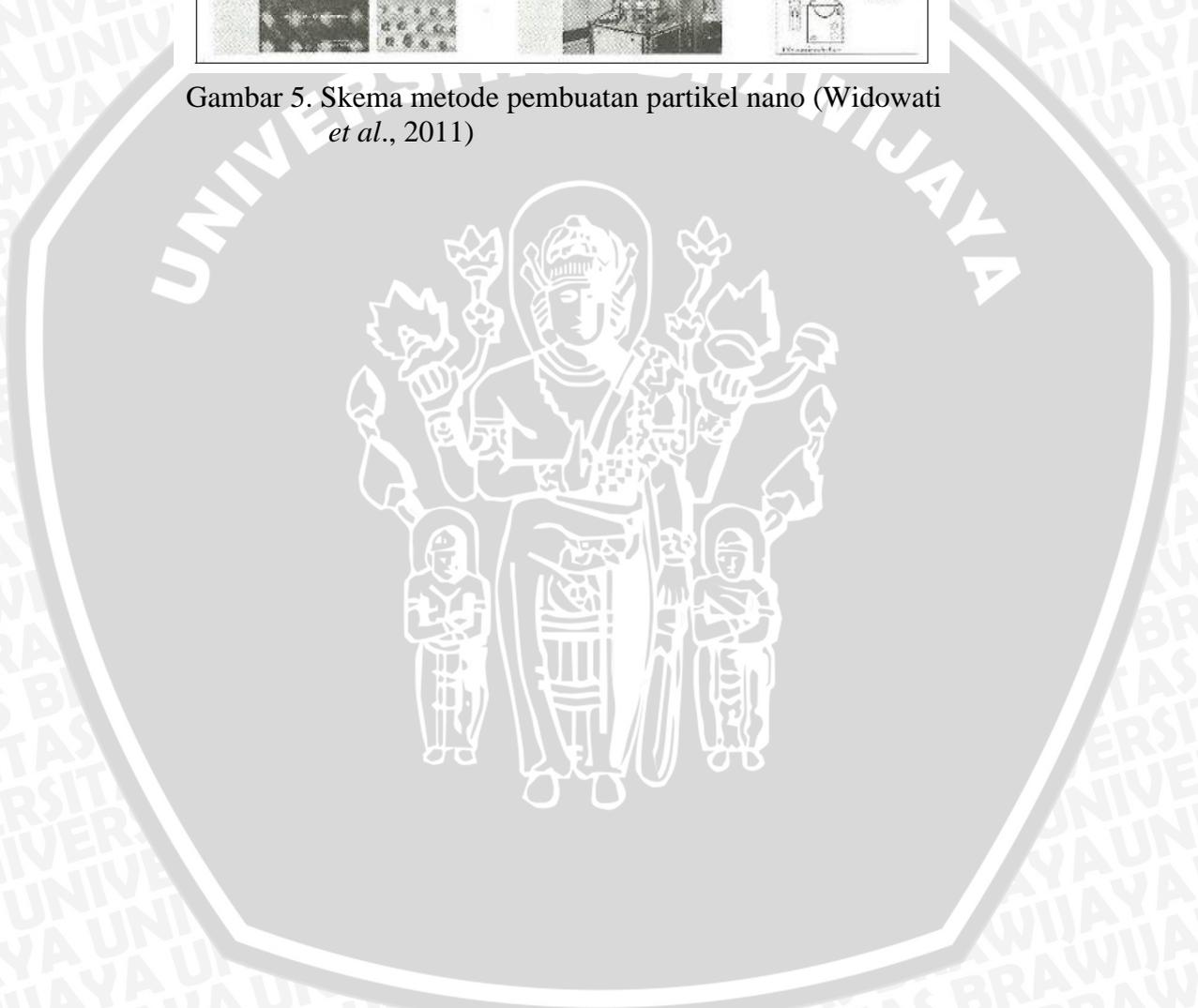
Tabel 1. Beberapa Keuntungan Penggunaan Pupuk Berteknologi Nano (Cui *et al.*, 2006 dalam Naderi dan Danesh-Shahraki;2013)

No.	Hal yang Diinginkan	Keterangan
1	Pelepasan formulasinya terkontrol	Formulasi pupuk nano memungkinkan pupuk secara cermat mengontrol kecepatan pelepasan unsur hara yang disesuaikan dengan pola pengambilan unsur hara tanaman
2	Kelarutan dan dispersi untuk mineral unsur hara mikro	Formulasi pupuk nano pada unsur hara mikro dapat meningkatkan kelarutan dan dispersi pada unsur hara yang tidak larut pada tanah, mengurangi absorpsi unsur hara pada tanah dan fiksasinya.
3	Pengambilan unsur hara yang efisien	Formulasi pupuk nano dapat meningkatkan tingkat efisiensi pemupukan dan rasio penyerapan unsur hara di dalam tanah oleh tanaman, dan menjaga sumber unsur hara tanaman.
4	Cara pelepasan Unsur hara yang terkontrol	Laju dan pola pelapasan unsur hara pada pupuk nano dapat lebih presisi melalui penggunaan bahan pembawa nano seperti zeolit dan juga melalui tindakan pelapisan unsur hara
5	Pelepasan unsur hara dalam durasi yang efektif	Formulasi pupuk nano dapat memperpanjang durasi efektif pada persediaan unsur hara atau pupuk dalam tanah
6	Meminimalisir potensi kehilangan unsur hara	Formulasi pupuk nano dapat mengurangi potensi kehilangan unsur hara pupuk dalam tanah seperti pencucian unsur hara

Terdapat 2 metode pembuatan material berukuran nano, yakni *top-down* dan *bottom-up*. Metode *top-down* dilakukan dengan cara memecah partikel dari ukuran besar ke ukuran yang lebih kecil secara mekanis hingga pada level atom. Pemecahan partikel dapat dilakukan baik secara fisik maupun kimia dengan menggunakan bantuan alat-alat tertentu seperti *mechanical milling* dan *ion implantation*. Pembuatan material nano yang lebih simpel dan murah ialah dengan menggunakan pendekatan *bottom-up*, cara ini dilakukan dengan membangun sistem material kompleks dengan menggabungkan material sederhana dari ukuran atom atau dengan kata lain berkebalikan dengan metode *top-down* (Warad, 2012).



Gambar 5. Skema metode pembuatan partikel nano (Widowati *et al.*, 2011)



3. BAHAN DAN METODE PENELITIAN

3.1. Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilakukan di Desa Kempleng, Kecamatan Purwoasri, Kabupaten Kediri. Analisis dasar tanah dilaksanakan di Laboratorium Kimia Jurusan Tanah dan MIPA Universitas Brawijaya. Analisis pengamatan terhadap pertumbuhan, potensi hasil dan rendemen tebu dilaksanakan di tempat penelitian dan di Laboratorium Sumber Daya Lingkungan Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya dan Laboratorium *Core Sampler* di Pabrik Gula (PG) Ngadiredjo.

Waktu penelitian dilaksanakan mulai bulan Juli 2013 sampai dengan bulan April 2014. Adapun penanaman tanaman tebu telah dilakukan pada tanggal 17 April 2013, sehingga pelaksanaan penelitian ini dilakukan tiga bulan setelah penanaman tebu. Adapun kegiatan-kegiatan penelitian yang telah dilakukan selama tiga bulan tersebut antara lain: analisa dasar tanah, pengolahan tanah, pemetakan lahan, penanaman, pemupukan dasar, dan perlakuan penyemprotan pupuk Si nano hingga frekuensi penyemprotan ke-3.

3.2. Alat dan Bahan

Alat yang digunakan dalam penelitian adalah alat berat (traktor) untuk membajak, cangkul, sekop, ember dan timbangan untuk mengambil contoh tanah, ajir dan prisma siku untuk pemetakan lahan dan penentuan sudut jarak tanam, meteran untuk mengukur tinggi tanaman, jangka sorong untuk mengukur diameter batang, *knapsack sprayer* kapasitas 14 liter untuk penyemprotan pupuk Si, dan brix refraktometer untuk mengetahui potensi brix rendemen tebu.

Bahan yang digunakan dalam penelitian antara lain bibit tebu varietas PSBM 901, pupuk cair Si nano sebagai perlakuan utama, pupuk KCl, SP36, ZA sebagai pupuk dasar. Tanah yang diambil secara komposit pada kedalaman 0-20 cm (lapisan atas) untuk analisa dasar tanah.

3.3. Metode Penelitian

Metode penelitian ini menggunakan Rancangan Petak Terbagi (RPT) dengan 3 kali ulangan. Sebagai petak utama adalah frekuensi penyemprotan pupuk Si nano (F) dengan interval 20 hari sekali, yaitu

1. F_1 = Satu kali aplikasi (pada umur 30 hari setelah tanam (HST)),
2. F_2 = Dua kali (pada umur 30 dan 50 HST),
3. F_3 = Tiga kali (pada umur 30, 50, dan 70 HST)
4. F_4 = Empat kali (pada umur 30, 50, 70, dan 90 HST).

Sementara untuk anak petaknya ialah 3 level konsentrasi pupuk nano Si (K) , yaitu:

1. K_1 = Pupuk Si nano konsentrasi 0% dari volume knapsack per sekali aplikasi
2. K_2 = Pupuk Si nano konsentrasi 15% dari volume knapsack per sekali aplikasi
3. K_3 = Pupuk Si nano konsentrasi 30% dari volume knapsack per sekali aplikasi

Bibit yang ditanam memiliki deskripsi 7 mata tunas per m juringan. Setiap plot pelakuan percobaan dibuat dengan ukuran 8m x 10m (luasan 80m²). Pupuk partikel nano Si disemprotkan dengan menggunakan *knapsack sprayer* dengan volume 14 liter untuk setiap plot perlakuannya, dengan waktu dan frekuensi yang diberikan sesuai dengan perlakuan. Sebagai perlakuan kontrol, pada setiap aplikasi perlakuan frekuensi penyemprotan, diaplikasikan air saja. Penyemprotan dilakukan dilubang tanam sekitar perakaran dan seluruh bagian tanaman, mulai pangkal batang sampai daun tanaman tebu.

3.4 Pelaksanaan Penelitian

3.4.1 Analisis Dasar Tanah

Analisis dasar tanah dianalisa oleh Putri (2014) dan Balittas (2014). Sampel tanah diambil dari lahan yang akan digunakan untuk penelitian yang berada di Desa Klempeng, Kecamatan Purwoasri, Kabupaten Kediri secara komposit pada kedalaman 0 - 20 cm (lapisan olah). Contoh tanah yang telah diambil dari lahan kemudian dikering udarakan serta dihaluskan dan diayak lolos ayakan 2 mm, sebelum tanah tersebut diberi perlakuan, terlebih dahulu tanah tersebut dilakukan analisa dasar. Macam analisis dasar tanah dan metode yang digunakan disajikan pada tabel 2 di bawah ini.

Tabel 2. Macam Analisis dasar tanah dan metodenya

No.	Macam Analisis Dasar	Alat/Metode	Hasil Analisis
1.	N total (%)	Kjeldahl	0,044*
2.	P tersedia (mg kg ⁻¹)	Bray 1	7,248*
3.	C organik (%)	Walkey & Black	0,193*
4.	KTK (%)	NH ₄ OAc 1N pH7	13,198*
5.	pH H ₂ O (1:1)	Elektrometri	4,653*
6.	Ca (%)	Flamephotometer	1,96*
7.	Kadar Si total (%)	Gravimetri	22,4**
8.	Kadar Si tersedia (ppm)	AAS	0,1**
9.	Kadar Si Batu (%)	Gravimetri	0,07**

Keterangan: * Hasil uji laboratorium oleh Putri (2014)

**Hasil uji laboratorium oleh Balittas (2013)

3.4.2. Persiapan Lahan Tanam

Persiapan lahan tanam terdiri dari pengolahan lahan, *plotting*/pembagian lahan, pembuatan juringan. Pada pengolahan lahan menggunakan alat berat berupa traktor yang dilanjutkan dengan kegiatan pencangkulan untuk pengkairannya, *plotting* lahan menentukan jarak tanam dari petak utama dan petak anakan serta memberikan batas pada setiap ulangan, kegiatan ini dilakukan secara manual dengan alat bantuan ajir dan prisma siku. Pembuatan juringan dibuat setinggi 50 cm dengan lebar 30-40 cm dengan masing-masing juringan akan diberikan 7 mata tunas per meter juringan.

3.4.3. Penanaman

Adapun jenis tanaman tebu yang ditanam pada kebun percobaan Balittas merupakan tebu jenis masak awal hingga tengah. Adapun bahan tanam yang digunakan ialah batang tanaman tebu yang masih muda sekitar umur 5-7 bulan yang memang tanaman tebu ini yang diperuntukkan untuk bahan tanam budidaya tebu untuk giling. Bahan tanam yang ditanam berupa bagal tanaman tebu dengan setiap bagalnya terdiri dari 2-3 mata tunas. Teknik penanaman bagal tebu yang digunakan menggunakan sistem kombinasi *double row* dan *over lapping*.



Gambar 6. Model penyusunan penanaman bagal tebu (a) model *double row* dan (b) model *over lapping* (lokasi: Desa Kempleng, Purwoasri, Kabupaten Kediri)

3.4.4. Pemupukan

Pemupukan diberikan sesuai dengan dosis pemupukan tanaman tebu yang dianjurkan yaitu SP36 200 kg ha⁻¹, KCl 300 kg ha⁻¹, dan ZA 800 kg ha⁻¹, digunakan sebagai pupuk dasar. Pupuk KCl dan ZA diaplikasikan dua kali, yaitu 7 dan 30 HST, masing-masing setengah dosis dari yang direkomendasikan. Untuk Pupuk SP36 diberikan satu kali aplikasi yaitu pada saat awal tanam.

3.4.5. Pengairan

Pemenuhan kebutuhan air pada tanaman tebu yang ditanam dengan sistem lahan kering, maka hampir sepenuhnya kebutuhan airnya didasarkan pada turunnya curah hujan. Namun apabila dalam suatu waktu, kebutuhan air yang dibutuhkan oleh tanaman tebu kurang dapat disediakan cukup dari turunnya hujan maka dilakukan suatu kegiatan irigasi. Irigasi yang dilakukan dengan menggunakan irigasi permukaan (leb) dengan bantuan tenaga pompa air.

3.4.6. Penyulaman

Penyulaman tanaman tebu perlu dilakukan apabila dari suatu barisan tanaman tebu atau juringan terdapat tanaman tebu yang tidak tumbuh atau bahkan mati. Kegiatan penyulaman dilakukan dengan bahan tanam bibit rayungan yang ditanam bersamaan dengan penanaman tebu percobaan di plot pertanaman di luar lahan percobaan. Adapun metode penyulaman yang dilakukan ialah metode transplanting tanaman tebu rayungan ke barisan tanaman tebu percobaan yang perlu dilakukan aplikasi penyulaman.

3.4.7. Pembumbunan

Pembumbunan adalah suatu kegiatan memindahkan tanah yang berada pada guludan yang selanjutnya dibongkar dan dipindahkan ke juring tanaman tebu atau sekitar pangkal batang tanaman tebu. Pembumbunan biasa disebut juga sebagai kegiatan tambah tanah. Adapun tujuan perlunya dilakukan kegiatan pembumbunan ialah: untuk memberi tambahan media tanah sebagai sumber zat hara yang baru bagi tanaman, memperbaiki aerasi tanah, memberi tambahan kekuatan bagi tegaknya tanaman, sebagai kegiatan penutupan pupuk yang diaplikasikan secara bersamaan, mencegah dan merupakan kegiatan pengendalian jenis hama edafik yang tinggal di dalam tanah. Pembumbunan ini dilakukan sebanyak sekali yaitu pada 4 BST. Selain itu kegiatan ini juga berfungsi sebagai kegiatan pengendalian gulma secara mekanis dengan menggunakan alat bantu cangkul.

3.4.8. Pengendalian Gulma

Pengendalian gulma yang dilakukan ialah dengan menggunakan pengendalian gulma secara mekanis manual. Pengendalian gulma secara kimia sedapat mungkin dihindari karena dikhawatirkan dapat memberikan perlakuan asing dalam tindakan penelitian. Pengendalian gulma secara mekanis manual yang dilakukan meliputi pengendalian gulma dengan cara mencabut, memangkas, dan melalui pengolahan tanah. Pengendalian gulma dilakukan saat periode kritis tanaman tebu terhadap gulma. Menurut Nasution *et al.* (2013) periode kritis tanaman tebu terhadap keberadaan gulma ialah pada 3-5 bulan setelah tanam (BST). Sementara menurut Wijaya *et al.* (2012), periode kritis tanaman tebu terhadap gulma berkisar antara 27-50 hari setelah tanam (HST). Dengan kegiatan

pembunuhan yang dilakukan sekali aplikasi pada 4 bulan setelah tanam dan dikombinasi dengan kegiatan pemangkasan gulma diharapkan dapat mengendalikan gulma di areal pertanaman tebu penelitian.

3.4.9. Pembuangan Daun Kering

Pembuangan daun kering atau yang biasa disebut kegiatan klentek ini dilakukan sebanyak dua kali. Kegiatan ‘klentek’ pertama dilakukan saat tanaman tebu masih muda yaitu pada saat tanaman tebu berumur 3-5 BST dan aplikasi yang kedua pada bulan-bulan menjelang panen. Kegiatan ‘klentek’ pertama ini bertujuan untuk mengoptimalkan pertumbuhan tanaman tebu serta pembentukan anakan tanaman tebu, serta mempermudah dalam pelaksanaan pengguludan. Menurut Poerwadi *et al.* (2010) kegiatan klentek kedua ini bertujuan untuk mengurangi kelembaban di dalam kebun, mempermudah persiapan tebangan tebu, batang tebu menjadi bernas (bobot), mempercepat penimbunan rendemen, dan mengurangi bahan pengotor untuk memenuhi standar panen pabrik gula. Selain itu kegiatan ini dapat mempermudah kegiatan sampling tanaman dan kegiatan pengamatan tanaman tebu.

3.5. Pengamatan Pertumbuhan dan Potensi Hasil Tanaman Tebu

Pengamatan tanaman dilakukan dengan dua cara, yaitu secara non destruktif dan pengamatan destruktif.

3.5.1. Pengamatan non destruktif

Pengamatan non-destruktif dilakukan dengan metode tidak merusak organ tanaman tebu yang diamati. Pengamatan ini dilakukan untuk pengambilan data pertumbuhan vegetatif dan juga generatif tanaman tebu. Adapun parameter pertumbuhan vegetatif tanaman tebu yang diamati meliputi tinggi tanaman, panjang batang produksi, diameter batang, jumlah ruas tanaman tebu, dan jumlah daun. Sementara untuk pengamatan pertumbuhan generatif tanaman tebu yang diamati ialah jumlah tanaman tebu per juring sampel. Pengamatan pertumbuhan vegetatif tanaman tebu dilakukan pada 12 tanaman sampel setiap plot perlakuan. Sementara untuk pengamatan jumlah tanaman dilakukan pada juring sampel, yaitu juring ke 3,5,7 setiap plot perlakuan. Pengamatan non destruktif ini dilakukan

empat kali yaitu pada saat tanaman tebu berumur 5 BST, 7 BST, 9 BST, 11 BST. Adapun penjelasan lebih lengkapnya sebagai berikut:

1. Tinggi tanaman

Pengamatan parameter tinggi tanaman diukur dari permukaan tanah sampai titik tumbuh tanaman yaitu batas ruas yang telah terbentuk paling atas. Adapun dalam metode pengukurannya menggunakan suatu alat bantu berupa tongkat yang mana tongkat tersebut telah diberi keterangan ukuran dalam satuan sentimeter. Tongkat pengukur yang digunakan memiliki panjang sepanjang 400 cm yang pada permukaannya telah diberi keterangan hingga 400 cm dengan setiap interval 1 cm dan 5 cm.

2. Jumlah daun

Pengamatan parameter jumlah daun dilakukan dengan cara menghitung daun yang ada pada tanaman tebu sampel dengan kriteria daun telah membuka sempurna dan kondisinya merupakan daun sehat (tidak kering). Untuk menghitung daun yang masih menempel pada batang tanaman tebu sampel, caranya cukup menghitung daun yang masih tertempel pada batang tanaman tebu sampel dengan kriteria daun masih hijau, menempel sempurna pada batang, dan telah membuka sempurna. Untuk kriteria daun yang telah membuka sempurna terletak pada batas buku ruas batang tebu yang paling atas yang telah terlihat secara visual.

3. Diameter batang

Pengamatan parameter diameter batang tebu dilakukan pada tiga bagian batang tebu, yaitu: batang atas, batang tengah dan batang bawah. Pengukuran parameter diameter batang tanaman tebu dilakukan dengan menggunakan jangka sorong. Untuk pengamatan diameter batang ini dilakukan pada batang produksi tebu, sehingga sebelum dilakukan pengukuran diameter batang tebu perlu dilakukan kegiatan klentek daun tebu yang telah kering. Batang produksi tebu ialah batang tanaman tebu dari pangkal batang hingga batang tanaman tebu pada bagian batas daun tebu yang masih hijau yang paling bawah, yang mana bagian batang tebu tersebut yang akan dipanen.

4. Jumlah tanaman per juring

Pengamatan jumlah tanaman tebu per juring ini sebenarnya mengarah ke pertumbuhan generatif tanaman tebu dalam hal pembentukan anakan setiap rumpunnya. Pengamatan jumlah tanaman ini dapat berguna dalam kegiatan taksasi produksi dalam hal memperkirakan batang tanaman tebu yang dipanen secara total. Selain itu dari data pengamatan ini juga dapat menjelaskan pengaruh suatu kombinasi perlakuan terhadap potensi suatu induk tanaman tebu dalam membentuk tanaman tebu baru dalam rumpun yang sama

Adapun teknik pengamatan perhitungan jumlah tanaman per juring ini dapat dilakukan secara manual dengan menghitung secara manual atau juga bisa menggunakan alat bantu *counter*. Perhitungan dengan alat bantu *counter* sangat disarankan dalam pelaksanaan pengamatan ini. Hal tersebut dikarenakan dapat menghemat waktu pengamatan dan energi dalam fokus menghitung jumlah tanaman tebu per juring yang cukup banyak.

5. Panjang batang produksi

Pada prinsipnya pengamatan parameter panjang batang produksi ini sama dengan pengamatan parameter tinggi tanaman tebu, bahkan dapat dalam pelaksanaan pengamatannya dapat dilakukan secara bersamaan. Batang tebu produksi ialah batang tanaman tebu dari pangkal batang hingga batang tanaman tebu pada bagian batas daun tebu yang masih hijau yang paling bawah, yang mana bagian batang tebu inilah yang akan dipanen. Adapun perbedaan keduanya terletak pada batas bagian tanaman tebu yang diukur. Pada pengamatan parameter panjang batang produksi tanaman tebu, pengukurannya dilakukan dari pangkal batang hingga buku-buku ruas daun tebu yang masih hijau dan menempel sempurna paling bawah atau batang tanaman tebu yang sudah tidak lagi diselubungi oleh pelepah daun tebu.

6. Jumlah ruas per tanaman

Kegiatan penghitungan jumlah ruas pada setiap batang tebu sampel ini dilakukan dengan cara menghitung ruas batang tanaman tebu yang telah terbentuk pada batang produksi tanaman tebu. Sebelum dilakukan perhitungan ruas yang telah terbentuk pada batang produksi tanaman tebu, terlebih dahulu dilakukan penglentekan daun tanaman tebu yang telah kering

atau kondisi pelepah daun yang cenderung telah terbuka. Hal ini dimaksudkan untuk memperlihatkan ruas batang yang telah terbentuk sempurna namun tersembunyi di balik pelepah daun tebu yang telah dan atau mulai mengering.

3.5.2. Pengamatan Destruktif

1. Pengamatan Rendemen

Menurut Pawirosemadi (2011), rendemen diartikan sejumlah hablur gula yang dinyatakan dalam persen terhadap sejumlah tebu yang digiling di pabrik gula. Semakin tinggi hablur gula yang diperoleh, semakin tinggi juga rendemen tebu yang digiling. Untuk memudahkan pengertian tersebut Pawirosemadi (2011) menyatakannya dalam bentuk rumur berikut ini :

$$\text{Rendemen} = \frac{\text{Berat hasil hablur gula}}{\text{Berat hasil tebu giling}} \times 100\%$$

Penentuan rendemen dilakukan dengan menggunakan rumus Hommes (Subiyono, 2005). Pada rumus tersebut menyatakan bahwa rendemen merupakan suatu besaran yang ditentukan oleh faktor luar pabrik dan faktor dalam pabrik. Faktor luar pabrik ialah nilai nira (NR), sedangkan faktor pabrik tercangkup dalam faktor rendemen (FR). Nilai NR tergantung kepada kualitas tebu yang digiling dan FR adalah suatu besaran tanpa satuan yang mengacu kepada kinerja Pabrik Gula (PG). Secara matematis rumus penentuan rendemen dinyatakan sebagai berikut:

$$\text{Rendemen} = \text{Nilai Nira} \times \text{Faktor Rendemen}$$

$$\begin{aligned} \text{Nilai Nira (\%)} &= \text{Pol} - 40\% \text{ dari bukan gula} \\ &= \text{Pol} - 0,4 \times (\text{Brix} - \text{Pol}) \end{aligned}$$

Keterangan :

Faktor rendemen	= 0,66
Brix	= Kadar gula dalam larutan
Pol	= Kadar sukrosa dalam nira

Menurut Subiyono (2005) nilai nira (NN) adalah perbandingan jumlah hablur yang dihasilkan terhadap jumlah nira yang diolah, dalam hal ini ialah nira perahan pertama. Nilai Nira dinyatakan dengan rumus *Winter Carp* telah yang disajikan diatas. Nilai Brix ialah gambaran seberapa banyak zat terlarut dalam nira. Di dalam padatan terlarut tersebut terkandung gula dan komponen bukan gula. Penentuan nilai brix brix refraktometer. Sedangkan Pol didefinisikan sebagai jumlah (gram) gula yang terlarut (sukrosa) setiap 100 gram larutan gula. Alat untuk mengukur pol suatu larutan gula dinamakan polarimeter (Subiyono, 2005).

Pengamatan rendemen dilakukan pada tiga tanaman tebu sample. Pengamatan rendemen gula sementara ini dilakukan di laboratorium *core sampler* di PG Ngadiredjo. Pengamatan rendemen sementara ini dilakukan pada saat tanaman tebu berumur 12 BST, yaitu pada bulan April. Pengamatan ini dilakukan pada tiga bagian batang tebu produksi yaitu atas, tengah, dan bawah. Penyebaran air dan gula dalam jaringan batang tebu tidak merata, nira yang banyak mengandung gula atau sukrosa terutama terdapat pada sel parenkim yang berdinding tipis. Pada bagian dalam dari batang terdapat pembuluh serabut yang banyak mengandung air berasal dari tanah

2. Pengamatan potensi hasil

Pengamatan potensi hasil tebu dilakukan dengan melakukan kegiatan taksasi produksi tebu segar. Taksasi produksi merupakan kegiatan menaksir hasil tebu baik secara visual ataupun perhitungan berdasarkan perkiraan atau pengukuran komponen produksi tanaman tebu yang mencakup panjang batang produksi, jumlah batang tebu ha⁻¹, dan berat batang per meter batang produksi. Kegiatan taksasi produksi ini dilakukan saat tanaman tebu berumur 11 BST yang tepatnya jatuh pada bulan Maret, sehingga kegiatan taksasi yang dilakukan merupakan kegiatan taksasi Maret. Taksasi Maret umumnya dilakukan untuk mengetahui produksi yang akan didapat dari sebuah kebun yang dalam

beberapa bulan kemudian akan ditebang untuk digiling di pabrik gula (PG).

Kegiatan taksasi yang dilakukan pada kegiatan penelitian ini ialah taksasi produksi melalui perhitungan komponennya. Pada perhitungan taksasi ini, menurut Pawirosemadi (2011) dipengaruhi oleh komponen produksi utamanya yaitu jumlah batang per satuan panjang alur tanaman di kebun (yang dinyatakan dalam satuan meter) yang dikonversi ke satuan hektar, rerata panjang batang produksi (meter), dan berat batang per meter. Secara umumnya menurut Pawirosemadi (2011) perhitungan tersebut dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$\text{Taksasi Produksi} = \frac{J \times T \times B}{100} \text{ kuintal tebu segar (ku.ha}^{-1}\text{)}$$

Keterangan:

J = Jumlah batang per hektar (batang) (hasil konversi setiap plot perlakuan)

T = Panjang batang produksi rata-rata (meter)

B = Berat batang produksi rata-rata (kg m^{-1})

Perhitungan taksasi produksi Maret, juga dapat diperoleh dengan rumus di bawah ini. Rumus taksasi produksi di bawah ini lebih memudahkan perhitungan taksasi produksi dalam skala plot-plot perlakuan ($\text{ku plot perlakuan}^{-1}$) (setiap plot perlakuan memiliki luasan 80 m^2) yang nantinya dapat dikonversi ke satuan (ku ha^{-1}).

$$\text{Taksasi Produksi per plot perlakuan} = \frac{\sum J \times K \times T \times B}{100} \text{ kuintal tebu segar (ku plot perlakuan}^{-1}\text{)}$$

$$\text{Taksasi Produksi} \left(\frac{\text{ku}}{\text{ha}} \right) = \frac{\text{Taksasi produksi plot perlakuan} \times 10.000 \times \text{FK}}{80}$$

Keterangan:

$\sum J$ = Jumlah juring per setiap plot percobaan = 10 juring

K = Jumlah batang tebu rata-rata dari setiap juring (hasil pengukuran jumlah tanaman tebu per juring)

T = Panjang batang produksi rata-rata (meter)

B = Berat batang produksi rata-rata (kg m^{-1})

FK = Faktor koreksi = 80%

Adapun batang produksi yang digunakan sebagai bahan perhitungan komponen taksasi produksi diambil dari tiga batang tebu produksi dari setiap plot perlakuan yang dinyatakan dalam nilai rata-rata. Pemilihan batang produksi menggunakan dasar penilaian diameter batang tanaman tebu. Batang tebu produksi yang diambil harus memiliki nilai diameter yang sama dari setiap perlakuan. Penentuan nilai diameter didasarkan pada nilai diameter rata-rata dari pengamatan diameter batang tebu pada pengamatan 11 BST. Batang produksi yang diambil sebagai bahan pengamatan ditebang 5 cm dari permukaan tanah sesuai dengan standar penebangan tebu oleh Bantacut (2012) dan Pawirosemadi (2011).

3.5 Analisis Statistik

Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan rancangan petak terbagi (RPT) dengan 12 kombinasi perlakuan dan 3 ulangan. Seluruh data pengamatan yang diperoleh dianalisis dengan menggunakan analisis sidik ragam atau uji F (Anova) dengan taraf 5%. Jika nilai F hitung < F Tabel, membuktikan antar perlakuan tidak memberikan pengaruh berbeda nyata pada parameter pengamatan. Sebaliknya apabila F hitung > F Tabel membuktikan antar perlakuan memberikan pengaruh berbeda nyata pada parameter pengamatan. Jika dari hasil uji sidik ragam diketahui antar perlakuan berbeda nyata, maka dilanjutkan dengan uji lanjutan BNT dengan signifikansi 5% untuk mengetahui perbedaan diantara perlakuan. Dalam kegiatan analisa diatas dilakukan dengan menggunakan Program Genstat edisi 4.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Hasil

4.1.1. Kondisi Umum Lahan Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan mulai bulan Juli 2013 sampai dengan bulan April 2014. Lahan yang digunakan untuk penelitian ini terletak Desa Kempleng, Kecamatan Purwoasri, Kabupaten Kediri Adapun penanaman tanaman tebu telah dilakukan pada tanggal 17 April 2013, sehingga pelaksanaan penelitian ini dilakukan 3 bulan setelah penanaman tebu. Adapun kegiatan-kegiatan penelitian yang telah dilakukan selama 3 bulan tersebut antara lain: analisa dasar tanah, pengolahan tanah, pemetaan lahan penelitian, penanaman, pemupukan dasar, dan perlakuan penyemprotan pupuk Si nano hingga frekuensi penyemprotan ke-3.

Tabel 3. Macam Analisa Dasar Tanah dan Statusnya

Jenis Analisa Tanah Awal	Nilai	Kriteria
C-Organik (%)	0,19	Sangat rendah *
N Total (%)	0,04	Sangat rendah *
KTK (me 100g ⁻¹)	13,20	Rendah *
P-tersedia (residu) (mg kg ⁻¹)	7,25	Sangat rendah *
pH H ₂ O	4,65	Masam*
Ca (%)	1,96	Sangat rendah*
Kadar Si total (%)	22,4	Sedang*
Kadar Si tersedia (ppm)	0,1	Sangat rendah **
Kadar Si Batu (%)	0,07	Sangat rendah ***

Keterangan : * Kriteria berdasarkan Putri (2014); **Kriteria berdasarkan Landon, 1984 (dalam Mulyadi *et al*, 2007); *** Kriteria berdasarkan Salminen (2006)

Pada tabel di atas dapat dilihat bahwa tanah di desa Kempleng, Kecamatan Purwoasri, Kabupaten Kediri memiliki kriteria kandungan unsur hara yang beragam. Kandungan C-Organik, N total, residu P, dan Ca yang sangat rendah, KTK rendah, dan pH masam. Pada hasil analisa tanah awal yang disajikan pada tabel diatas dapat diketahui kandungan Si total yang ada di lahan penelitian masuk

dalam kriteria sedang. Meskipun begitu untuk kandungan Si tersedia dan kadar Si batu yang ada di lahan penelitian masuk dalam kategori sangat rendah. Menurut Landon, 1984 (*dalam Mulyadi et al., 2007*) menyatakan kadar Si tanah sebesar 135 ppm pada tanah termasuk dalam kategori rendah. Dengan status kandungan Si tanah yang ada di lahan penelitian masuk dalam kategori rendah, maka lahan tersebut sangat sesuai bila digunakan untuk melakukan penelitian yang berkaitan dengan pemupukan Si.

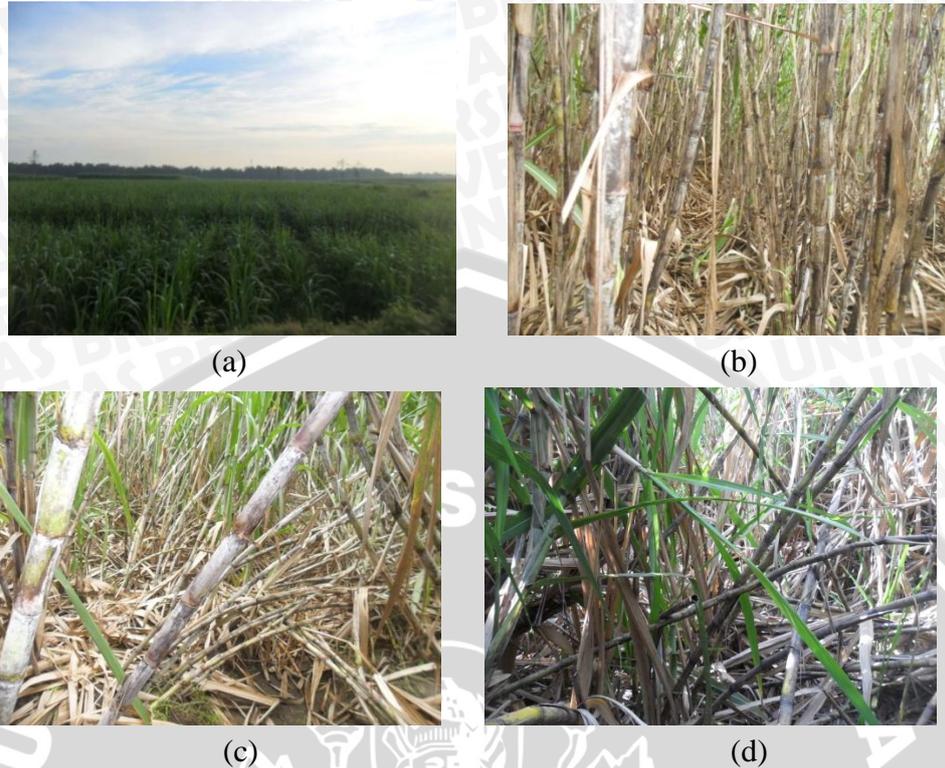
Jenis tanah di lahan penelitian menurut USDA *Soil Taxonomy* termasuk dalam Asosiasi Inceptisols dan Vertisols (APG), namun jika menurut FAO/UNESCO sepadan dengan jenis tanah Alluvial coklat kekelabuan dengan bahan induk endapan liat dan pasir (Putri, 2014). Adapun tekstur tanah yang ada di lahan penelitian ialah pasir berlempung dan memiliki tekstur tanah remah. Inceptisols merupakan jenis tanah debu vulkanik dan merupakan tingkat perkembangan terakhir Ultisols dan Oksisols di tropika basah. Inceptisols banyak yang digunakan secara intensif untuk penanaman tebu, kopi, dan tanaman lainnya. Vertisols memiliki kandungan bahan organik yang rendah, dan tanah jenis ini biasanya digunakan untuk penanaman kapas, gandum, jagung, sorgum, padi, tebu, dan padang rumput (Foth, 1994).

Kondisi pertanaman tebu penelitian pada saat umur 3 bulan menunjukkan kondisi yang cukup baik dan tidak ada faktor lingkungan yang menyebabkan pertumbuhan tanaman terhambat. Memasuki fase vegetatif tengah, terdapat beberapa serangan hama yang menyerang pertanaman tebu diantaranya: penggerek pucuk, penggerek batang, hama tikus, dan koloni bulu putih. Serangan hama-hama tersebut selain menyebabkan kerusakan ringan hingga berat pada tanaman tebu yang diserang, juga berakibat pada matinya tanaman tebu. Adapun hama yang dapat menyebabkan penurunan populasi tanaman tebu pada lahan penelitian ialah hama penggerek pucuk dan hama tikus. Adapun gambar-gambar dokumentasi hama yang menyerang tanaman tebu dapat dilihat pada lembar lampiran 8.

Memasuki fase vegetatif akhir yang bertepatan dengan awal musim hujan, pertanaman tebu mengalami kerobohan akibat terjangan angin yang cukup kuat dan derasnya hujan yang mengguyur di lahan penelitian. Selain disebabkan oleh

faktor cuaca yang cukup ekstrim, kerobohan tanaman tebu juga diduga disebabkan media tanam yang sudah tidak begitu mampu lagi menopang tanaman tebu yang cukup tinggi bahkan memiliki bobot yang cukup berat terutama pada hasil perlakuan-hasil perlakuan tertentu. Dengan tanah yang bertekstur dominan pasir dan memiliki struktur tanah yang remah, menyebabkan kemampuan tanah sebagai media tanam kurang mampu lagi menopang tanaman tebu.

Seiring berjalannya waktu, jumlah tanaman tebu yang mengalami kerobohan dan tingkat kerusakan tanaman tebu akibat kerobohan semakin meningkat. Adapun peningkatan jumlah tanaman tebu yang roboh selain disebabkan oleh cukup tingginya hujan dan kecepatan, diduga tertindihnya tanaman tebu oleh tanaman tebu yang roboh menyebabkan tebu yang awalnya berdiri tegak menjadi ikut roboh dan menindih tanaman tebu yang lain. Kondisi tersebut dapat diumpamakan sebagai “efek domino”, sehingga apabila terdapat pertanaman tebu yang roboh dan menindih tebu yang lain, maka tebu yang tertindih juga akan berpotensi untuk roboh dan menindih tebu yang lain. Sementara untuk tingkat kerusakan yang disebabkan oleh tebu yang roboh ialah patahnya batang tanaman tebu sehingga mengakibatkan penurunan jumlah populasi. Selain itu, kondisi yang demikian dapat merangsang tumbuhnya tunas tebu baru dari mata tunas yang ada di batang tebu yang mana tunas tersebut disebut *suckers*. Menurut Aji (2011) pada kondisi tebu roboh akan menyebabkan timbulnya *suckers*, untuk tumbuh *suckers* mengambil makanan dari tebu tua sehingga menyebabkan turunnya rendemen. Percobaan yang dilakukan oleh Aji (2011) dengan menggunakan pot experiment menunjukkan bahwa tebu yang roboh/rebah pada saat berumur 8 bulan dan kemudian dipanen 5 bulan kemudian gula yang dihasilkan akan turun 25%. Selain itu menurut Sutardjo (1994), pada musim hujan atau jika tebu roboh, tunas-tunas muda tumbuh dari ruas bawah tanah. Pertumbuhan tunas-tunas muda itu mempunyai pengaruh yang tidak baik terhadap proses kemasakan tebu. Adapun foto dokumentasi kondisi pertanaman tebu yang roboh dapat dilihat pada gambar dokumentasi di bawah ini dan atau pada lembar lampiran 7.



Gambar 7. Kondisi pertanaman tebu penelitian pada berbagai umur, (a) 3 BST, (b) 8 BST, (c) 9 BST dan (d) 11 BST (lokasi: Desa Kempleng, Purwoasri, Kabupaten Kediri).

4.1.2. Hasil Pengamatan Komponen Pertumbuhan

4.1.2.1. Jumlah Daun

Hasil analisa sidik ragam menunjukkan bahwa terdapat adanya interaksi yang nyata antara frekuensi aplikasi dan konsentrasi penyemprotan pupuk Si nano terhadap variabel pengamatan jumlah daun pada semua umur pengamatan tanaman tebu (Lampiran 5). Nilai jumlah daun tanaman tebu akibat terjadinya interaksi antara frekuensi aplikasi dan konsentrasi penyemprotan pupuk Si nano disajikan pada tabel 4 bawah ini.

Tabel 4. Pengaruh Frekuensi dan Konsentrasi Aplikasi Penyemprotan Pupuk Si Nano terhadap Jumlah Rata-rata Daun Tanaman Tebu (helai)

Jumlah Daun Tanaman Tebu 5 BST (helai)			
Frekuensi Aplikasi Si Nano	Konsentrasi Si Nano		
	0%	15%	30%
1 kali	6,39 ab	7,12 b	6,22 ab
2 kali	6,81 b	6,56 ab	6,33 ab
3 kali	6,44 ab	6,33 ab	6,22 ab
4 kali	5,89 a	5,75 a	6,22 ab
BNT 5%		0,89	

Jumlah Daun Tanaman Tebu 7 BST (helai)			
Frekuensi Aplikasi Si Nano	Konsentrasi Si Nano		
	0%	15%	30%
1 kali	6,53 ab	6,81 ab	6,33 a
2 kali	6,71 ab	6,44 ab	6,44 ab
3 kali	7,02 ab	6,86 ab	6,52 ab
4 kali	6,33 b	7,35 b	7,24 b
BNT 5%		0,82	

Jumlah Daun Tanaman Tebu 9 BST (helai)			
Frekuensi Aplikasi Si Nano	Konsentrasi Si Nano		
	0%	15%	30%
1 kali	6,81 a	7,51 ab	7,47 ab
2 kali	7,00 ab	7,67 b	6,79 a
3 kali	7,28 ab	7,41 ab	7,48 ab
4 kali	7,11 ab	8,11 b	7,94 b
BNT 5%		0,73	

Jumlah Daun Tanaman Tebu 11 BST (helai)			
Frekuensi Aplikasi Si Nano	Konsentrasi Si Nano		
	0%	15%	30%
1 kali	5,68 ab	5,50 ab	6,02 ab
2 kali	6,33 b	5,45 ab	5,75 ab
3 kali	5,67 ab	5,09 a	5,46 ab
4 kali	5,37 a	5,33 a	5,83 ab
BNT 5%		0,94	

Keterangan: Angka-angka pada setiap tabel umur pengamatan diikuti oleh huruf yang sama tidak berbeda nyata pada taraf uji BNT 5%; BST= Bulan Setelah Tanam; tn = tidak berbeda nyata.

Berdasarkan Tabel 4 di atas dapat diketahui, bahwasanya apabila dilihat berdasarkan pengaruh frekuensi aplikasi penyemprotan pupuk Si nano pada berbagai konsentrasi pupuk Si nano maka diperoleh hasil bahwa adanya perbedaan secara nyata terhadap jumlah daun tanaman tebu yang masih menempel pada hampir semua umur pengamatan. Adanya perbedaan secara nyata dilihat dari pengaruh frekuensi aplikasi penyemprotan pupuk Si nano terlihat pada

nilai jumlah daun pada umur pengamatan 9 BST, dimana penyemprotan pupuk Si nano dengan frekuensi 2 kali aplikasi dengan konsentrasi 15% memberikan pengaruh jumlah daun yang lebih banyak 12,69% dari pada perlakuan aplikasi penyemprotan Si sebanyak 2 kali dengan konsentrasi 30%. Namun, apabila dilihat dari pengaruh konsentrasi penyemprotan Si nano pada berbagai frekuensi aplikasi Si nano terhadap jumlah daun terdapat beberapa perbedaan nyata pada beberapa umur pengamatan tanaman tebu.

Pada pengamatan 5 BST, jumlah daun dengan aplikasi pemupukan Si nano 1 kali dan konsentrasi 15% memberikan jumlah daun yang paling tinggi dibandingkan dengan semua perlakuan. Sementara untuk aplikasi pemupukan Si nano 4 kali aplikasi pemupukan Si nano dengan konsentrasi 15%, justru menghasilkan jumlah daun yang paling rendah dari semua perlakuan. Dari dua perlakuan tersebut terdapat perbedaan jumlah daun sebesar 23,83%.

Pada pengamatan 7 BST, jumlah daun dengan aplikasi Si nano 4 kali dan konsentrasi 15% memberikan jumlah daun yang paling tinggi dibandingkan dengan semua perlakuan. Sementara untuk jumlah daun yang paling sedikit terdapat pada perlakuan aplikasi sebanyak 1 kali dengan Si nano 30%. Dari dua perlakuan tersebut adanya penurunan jumlah daun sebesar 13,88% terhadap perlakuan aplikasi pemupukan Si nano 4 kali dengan konsentrasi 15%. Berdasarkan pengaruh konsentrasi yang diaplikasikan pada berbagai frekuensi aplikasi pemupukan Si nano, diperoleh bahwa tanaman yang dipupuk dengan konsentrasi pemupukan Si nano 30% dengan 4 kali aplikasi memberikan hasil yang berbeda nyata dengan jumlah daun yang hanya diaplikasikan 1 kali aplikasi pada konsentrasi yang sama, adapun nilai penurunannya sebesar 12,57%. Namun pada konsentrasi yang sama, jumlah daun pada hasil perlakuan frekuensi 2 dan 3 kali tidak berbeda nyata dengan yang diberikan sebanyak 4 kali, meskipun demikian masih ada peningkatan jumlah daun sebesar 12,42% untuk frekuensi 2 kali dan 11,045% untuk frekuensi 3 kali aplikasi pemupukan Si nano. Untuk pengaruh konsentrasi pemupukan Si nano 15% pada semua frekuensi aplikasi pemupukan Si nano terhadap jumlah daun menunjukkan tidak adanya perbedaan secara nyata. Hal tersebut juga berlaku pada pengaruh konsentrasi 0% terhadap

semua frekuensi aplikasi pemupukan Si nano, yang juga menunjukkan tidak adanya perbedaan secara nyata terhadap jumlah daun.

Pada pengamatan 9 BST, jumlah daun terbanyak dari semua perlakuan juga ditunjukkan pada aplikasi pemupukan Si nano 4 kali dengan konsentrasi 15% dan untuk perlakuan yang memberikan hasil jumlah daun paling sedikit dipengaruhi oleh pemupukan Si nano dengan konsentrasi 30% dengan 2 kali aplikasi pemupukan Si nano. Adapun perbedaan kedua perlakuan tersebut terdapat peningkatan jumlah daun sebesar 19,44%. Berdasarkan pengaruh konsentrasi Si nano yang diaplikasikan pada berbagai frekuensi aplikasi pemupukan Si nano, tidak terdapat perbedaan secara nyata pada hampir semua perlakuan, kecuali pada perlakuan konsentrasi pemupukan Si nano 30% terhadap frekuensi pemupukan Si nano yang diaplikasikan. Pada konsentrasi pemupukan Si nano tersebut, aplikasi 4 kali pemupukan Si nano memberikan jumlah daun yang berbeda nyata terhadap aplikasi pemupukan sebanyak 1, 2, 3 kali. Adapun persentase penurunan jumlah daun pada frekuensi 4 kali dengan konsentrasi 30% terhadap jumlah daun pada frekuensi 1, 2, dan 3 kali pada konsentrasi yang sama masing-masing ialah 6,28%, 14,48%, dan 5,79%.

Pada pengamatan 11 BST, terdapat perbedaan secara nyata antara jumlah daun dari perlakuan pemupukan Si nano 2 kali aplikasi penyemprotan air terhadap jumlah daun hasil perlakuan 3 kali aplikasi pemupukan Si nano dengan konsentrasi 15%. Adapun perbedaan tersebut bernilai 18,76% lebih besar dari perlakuan aplikasi pemupukan Si nano 3 kali dengan konsentrasi 15%. Berdasarkan pengaruh konsentrasi Si nano yang diaplikasikan pada berbagai frekuensi aplikasi pemupukan Si nano, tidak terdapat perbedaan secara nyata pada hampir semua perlakuan, kecuali pada perlakuan konsentrasi pemupukan Si nano 0% terhadap frekuensi pemupukan Si nano tersebut yang diaplikasikan. Pada aplikasi pemupukan Si nano yang dengan kata lain hanya aplikasi penyemprotan air pada 2 kali aplikasi berbeda nyata dengan aplikasi penyemprotan air sebanyak 4 kali, dimana perbedaannya sebesar 17,89% lebih besar dari perlakuan aplikasi penyemprotan air sebanyak 4 kali. Namun dengan konsentrasi pemupukan Si nano yang sama, aplikasi penyemprotan 2 kali tidak berbeda nyata dibandingkan

dengan aplikasi 1 dan 2 kali, dengan penurunan jumlah daun masing-masing sebesar 10,27% dan 10,43%.

4.1.2.2. Jumlah Tanaman

Hasil analisa sidik ragam menunjukkan bahwasanya terdapat adanya interaksi yang nyata antara frekuensi aplikasi dan konsentrasi penyemprotan pupuk Si nano terhadap variabel jumlah tanaman tebu per meter juring pada umur pengamatan 7 dan 9 BST, namun tidak adanya interaksi yang nyata pada umur pengamatan 5 BST (Lampiran 5). Jumlah rata-rata tanaman tebu per meter hasil terjadinya interaksi antara frekuensi aplikasi dan konsentrasi penyemprotan pupuk Si nano disajikan pada tabel 5 di bawah ini.

Tabel 5. Pengaruh Frekuensi dan Konsentrasi Aplikasi Penyemprotan Pupuk Si Nano terhadap Jumlah Rata-rata Tanaman Tebu (batang m⁻¹)

Jumlah Tanaman Tebu 7 BST (batang m⁻¹)			
Frekuensi Aplikasi Si Nano	Konsentrasi Si Nano		
	0%	15%	30%
1 kali	9,35 ab	9,64 ab	10,28 b
2 kali	10,14 ab	9,62 ab	9,18 ab
3 kali	8,35 a	9,69 ab	10,37 b
4 kali	9,57 ab	9,67 ab	10,38 b
BNT 5%		1,83	

Jumlah Tanaman Tebu 9 BST (batang m⁻¹)			
Frekuensi Aplikasi Si Nano	Konsentrasi Si Nano		
	0%	15%	30%
1 kali	8,76 ab	9,67 ab	10,14 b
2 kali	10,00 ab	9,65 ab	9,72 ab
3 kali	8,47 a	10,18 b	10,40 b
4 kali	9,07 ab	9,76 ab	10,70 b
BNT 5%		1,62	

Keterangan: Angka-angka pada setiap tabel umur pengamatan yang sama diikuti oleh huruf yang sama tidak berbeda nyata pada taraf uji BNT 5%; BST= Bulan Setelah Tanam; tn = tidak berbeda nyata.

Berdasarkan pada Tabel 5 di atas, dapat diketahui bahwasanya secara umum aplikasi pemupukan Si nano 4 kali dengan konsentrasi 30% memberikan jumlah tanaman per meter juring lebih banyak dari semua perlakuan yang diaplikasikan. Sementara untuk aplikasi pemupukan Si nano 3 kali dengan konsentrasi Si nano 0% secara tetap memberikan hasil jumlah tanaman tebu per meter juring paling

sedikit dari semua perlakuan pada semua umur pengamatan jumlah tanaman per juring. Pada tabel 5, nilai jumlah tanaman per meter juring pada perlakuan 3 kali aplikasi pemupukan Si nano konsentrasi 0% tidak berbeda nyata pada semua aplikasi pemupukan Si nano konsentrasi 0% terhadap setiap frekuensi aplikasi pemupukan Si nano pada setiap umur pengamatan. Hal tersebut juga berlaku pada nilai jumlah batang per meter juring pada aplikasi pemupukan Si nano konsentrasi 15% dan 30% terhadap setiap frekuensi aplikasi pemupukan Si nano pada setiap umur pengamatan jumlah tanaman tebu per meter.

Pada umur pengamatan 5 BST, dapat diketahui tidak adanya interaksi antara pengaruh perlakuan aplikasi frekuensi dan konsentrasi pemupukan Si nano terhadap jumlah tanaman per meter juring. Secara umum jumlah tanaman tebu per meter juring pada umur tersebut tidak berbeda nyata antar kombinasi perlakuan. Adapun perlakuan yang memberikan jumlah tanaman per juring paling banyak ialah perlakuan penyemprotan air dengan aplikasi 1 kali penyemprotan air dan 3 kali aplikasi penyemprotan air memberikan jumlah tanaman paling sedikit diantara semua perlakuan. Nilai perbedaan jumlah tanaman per meter juring antara kedua perlakuan tersebut ialah sebesar 24,01% lebih besar dari perlakuan aplikasi penyemprotan air 3 kali. Pada Tabel 6 di bawah ini, dapat diketahui bahwasanya aplikasi dalam masing-masing berbeda frekuensi dan konsentrasi pemupukan Si nano tidak berpengaruh nyata terhadap jumlah tanaman tebu per meter juring pada umur tanaman tebu 5 BST.

Pada umur pengamatan 7 BST, terdapat interaksi antara aplikasi frekuensi dan konsentrasi pemupukan Si nano terhadap jumlah tanaman tebu per meter juring. Adapun kombinasi perlakuan 4 aplikasi pemupukan Si nano dengan konsentrasi 30% memberikan hasil jumlah tanaman per meter juring yang terbanyak dan perlakuan dengan 3 kali penyemprotan air memberikan hasil jumlah tanaman tebu per meter juring yang paling sedikit dibandingkan dengan semua kombinasi perlakuan yang ada. Perbedaan kedua perlakuan tersebut berkisar pada persentase 24,31% lebih besar dari aplikasi 3 kali penyemprotan air. Berdasarkan pengaruh konsentrasi Si nano yang diaplikasikan pada berbagai frekuensi aplikasi pemupukan Si nano, tidak terdapat perbedaan secara nyata terhadap semua hasil jumlah tanaman tebu per meter juring. Sementara bila dilihat

dari pengaruh frekuensi pemupukan Si nano yang diaplikasikan pada berbagai konsentrasi hampir secara umum tidak terdapat perbedaan secara nyata terhadap jumlah tanaman tebu per meter juring, kecuali pada aplikasi 3 kali pemupukan Si nano. Pada frekuensi aplikasi pemupukan Si nano yang sama sebanyak 3 kali dengan konsentrasi 0%, jumlah tanaman per meter juring yang dihasilkan berbeda nyata dengan aplikasi pemupukan Si nano konsentrasi 30% dengan adanya peningkatan sebesar 24,19%. Namun pada frekuensi yang sama sebanyak 3 kali aplikasi pemupukan Si nano, jumlah tanaman per meter juring hasil penyemprotan air tidak berbeda nyata dengan jumlah tanaman tebu per meter juring pada perlakuan konsentrasi 15%, namun tetap saja ada peningkatan jumlah sebesar 16,5%.

Tabel 6. Pengaruh Frekuensi dan Konsentrasi Aplikasi Penyemprotan Pupuk Si Nano terhadap Jumlah Rata-rata Tanaman Tebu (batang m^{-1})

Frekuensi	Jumlah Tanaman Tebu (batang m^{-1})
	5 BST
1 kali	9,92
2 kali	9,81
3 kali	9,37
4 kali	9,70
BNT 5%	tn

Konsentrasi	Jumlah Tanaman Tebu (batang m^{-1})
	5 BST
0%	9,66
15%	9,59
30%	9,86
BNT 5%	tn

Keterangan: Angka-angka pada setiap tabel umur pengamatan yang sama diikuti oleh huruf yang sama tidak berbeda nyata pada taraf uji BNT 5%; BST= Bulan Setelah Tanam; tn = tidak berbeda nyata

Pada umur pengamatan 9 BST, juga terdapat interaksi antara aplikasi frekuensi dan konsentrasi pemupukan Si nano terhadap jumlah tanaman tebu per meter juring. Adapun kombinasi perlakuan 4 aplikasi pemupukan Si nano dengan konsentrasi 30% yang merupakan perlakuan tertinggi yang memberikan hasil 26,33% lebih banyak dari perlakuan penyemprotan air sebanyak 3 kali yang merupakan perlakuan yang menghasilkan jumlah tanaman tebu per meter juring

paling sedikit dari semua kombinasi perlakuan. Berdasarkan pengaruh konsentrasi Si nano yang diaplikasikan pada berbagai frekuensi aplikasi pemupukan Si nano, tidak terdapat perbedaan secara nyata terhadap semua hasil jumlah tanaman tebu per meter juring. Sementara bila dilihat dari pengaruh frekuensi pemupukan Si nano yang diaplikasikan pada berbagai konsentrasi hampir secara umum tidak terdapat perbedaan secara nyata terhadap jumlah tanaman tebu per meter juring, kecuali pada aplikasi 3 kali pemupukan Si nano. Pada frekuensi aplikasi pemupukan Si nano yang sama sebanyak 3 kali dengan konsentrasi 0%, jumlah tanaman per meter juring yang dihasilkan berbeda nyata dengan aplikasi pemupukan Si nano konsentrasi 15% dan 30%. Adapun peningkatan jumlah tanaman tebu per meter juring dari masing-masing perlakuan tersebut ialah sebesar 20,19% dan 22,79%.

4.1.2.3. Tinggi Tanaman

Hasil analisa sidik ragam menunjukkan bahwasanya terdapat adanya interaksi yang nyata antara frekuensi aplikasi dan konsentrasi penyemprotan pupuk Si nano terhadap variabel tinggi tanaman tebu pada umur pengamatan 5,9, dan 11 BST, namun tidak adanya interaksi yang nyata pada umur 7 BST (Lampiran 5). Nilai tinggi tanaman tebu hasil terjadinya interaksi antara frekuensi aplikasi dan konsentrasi penyemprotan pupuk Si nano disajikan pada tabel 7 bawah ini.

Tabel 7. Pengaruh Frekuensi dan Konsentrasi Aplikasi Penyemprotan Pupuk Si Nano terhadap Parameter Tinggi Tanaman Tebu (cm)

Tinggi Tanaman Tebu 5 BST (cm)			
Frekuensi Aplikasi Si Nano	Konsentrasi Si Nano		
	0%	15%	30%
1 kali	201,44 ab	241,81 b	222,08 ab
2 kali	219,19 ab	223,50 ab	205,89 ab
3 kali	199,72 ab	214,52 ab	194,94 a
4 kali	213,69 ab	229,86 b	222,22 ab
BNT 5%		33,87	

Tinggi Tanaman Tebu 9 BST (cm)			
Frekuensi Aplikasi Si Nano	Konsentrasi Si Nano		
	0%	15%	30%
1 kali	356,69 ab	361,49 b	366,03 b
2 kali	357,31 ab	365,94 b	372,03 b
3 kali	337,93 a	355,26 ab	368,65 b
4 kali	353,78 ab	375,78 b	375,42 b
BNT 5%		23,05	

Tinggi Tanaman Tebu 11 BST (cm)			
Frekuensi Aplikasi Si Nano	Konsentrasi Si Nano		
	0%	15%	30%
1 kali	366,46 ab	372,67 ab	374,78 b
2 kali	382,77 bc	378,30 bc	391,43 cd
3 kali	360,89 a	372,39 ab	386,79 bc
4 kali	375,16 b	389,42 c	405,03 d
BNT 5%		12,95	

Keterangan: Angka-angka pada setiap tabel umur pengamatan diikuti oleh huruf yang sama tidak berbeda nyata pada taraf uji BNT 5%; BST= Bulan Setelah Tanam; tn = tidak berbeda nyata.

Berdasarkan tabel di atas, sebanyak 50% dari total pengamatan yang telah dilakukan, perlakuan dengan kombinasi 4 kali pemupukan Si nano konsentrasi 15% memberikan tinggi tanaman yang tertinggi dari semua perlakuan pada pengamatan 7 dan 9 BST. Sementara untuk nilai tinggi tanaman yang paling rendah dari semua perlakuan dihasilkan oleh perlakuan kontrol dengan 3 kali aplikasi penyemprotan air pada umur pengamatan ke 9 dan 11 BST. Pada tabel di atas juga dapat diketahui bahwasanya hampir pada semua umur pengamatan tinggi tanaman terdapat interaksi antara frekuensi dan konsentrasi aplikasi pemupukan Si nano, kecuali pada umur pengamatan ke 7 BST.

Pada umur pengamatan ke 5 BST, apabila dilihat berdasarkan pengaruh berbagai konsentrasi aplikasi pemupukan Si nano pada berbagai frekuensi aplikasinya, tidak terdapat perbedaan secara nyata antar perlakuannya. Hal

tersebut juga berlaku bila dilihat berdasarkan pengaruh berbagai frekuensi aplikasi pemupukan Si nano terhadap konsentrasinya, dimana tidak perbedaan secara nyata antar perlakuannya. Akan tetapi, bila dilihat secara umum terdapat perbedaan secara nyata pada nilai tinggi tanaman antara perlakuan 3 kali aplikasi pemupukan Si nano dengan konsentrasi 30% dengan perlakuan 2 kali aplikasi pemupukan Si nano dengan konsentrasi setengahnya, adapun peningkatannya sebesar 24,04%.

Pada umur 7 BST, tidak terdapat interaksi yang nyata antara frekuensi aplikasi pemupukan Si nano dengan konsentrasinya terhadap tinggi tanaman tebu. Pada tabel 8, juga menunjukkan tidak adanya pengaruh yang nyata antara frekuensi atau konsentrasi aplikasi pemupukan Si nano terhadap tinggi tanaman tebu. Meskipun demikian, pada tabel tersebut dapat diketahui penyemprotan pupuk Si nano dengan konsentrasi 30% memberikan pengaruh tinggi tanaman yang lebih besar dari konsentrasi 15% dan 0% dengan persentase masing-masing sebesar 0,91% dan 1,61%

Pada umur pengamatan 9 BST, terlihat adanya interaksi yang berbeda nyata antara frekuensi dan konsentrasi aplikasi pemupukan Si nano terhadap tinggi tanaman tebu. Pada umur pengamatan tersebut tinggi tanaman dari perlakuan 3 kali aplikasi penyemprotan air berbeda nyata semua aplikasi pemupukan Si nano konsentrasi 30% pada berbagai frekuensi dan pada hampir semua aplikasi pemupukan Si nano konsentrasi 15 pada berbagai frekuensi. Adapun perbedaan yang paling nyata terlihat antara tinggi tanaman pengaruh 3 kali aplikasi penyemprotan air dengan pengaruh perlakuan 4 kali pemupukan Si nano konsentrasi 15%, dengan persentase peningkatannya sebesar 11,2%. Apabila dilihat berdasarkan pengaruh berbagai konsentrasi aplikasi pemupukan Si nano pada berbagai frekuensi aplikasinya, tidak terdapat perbedaan secara nyata antar perlakuannya. Namun dilihat berdasarkan pengaruh berbagai frekuensi aplikasi pemupukan Si nano terhadap konsentrasi aplikasinya, hanya pada frekuensi aplikasi pemupukan Si nano 3 kali dengan konsentrasi 0% yang berbeda nyata terhadap konsentrasi 30%, dengan persentase peningkatannya sebesar 9,09%.

Tabel 8. Pengaruh Frekuensi dan Konsentrasi Aplikasi Penyemprotan Pupuk Si Nano terhadap Tinggi Rata-rata Tanaman Tebu (cm)

Frekuensi	Tinggi Tanaman Tebu (cm)
	7 BST
1 kali	302,70
2 kali	301,02
3 kali	285,22
4 kali	300,87
BNT 5%	tn

Konsentrasi	Tinggi Tanaman Tebu (cm)
	7 BST
0%	295,2
15%	297,21
30%	299,95
BNT 5%	tn

Keterangan: Angka-angka pada setiap kolom yang sama diikuti oleh huruf yang sama tidak berbeda nyata pada taraf uji BNT 5%; BST= Bulan Setelah Tanam; tn = tidak berbeda nyata.

Pada umur 11 BST, terdapat adanya interkasi yang nyata dimana perlakuan 4 kali aplikasi pemupukan Si nano dengan konsentrasi tertinggi memberikan pengaruh tertinggi dari semua perlakuan. Namun, bila konsentrasi diturunkan menjadi 0% dengan 3 kali aplikasi maka akan terjadi penurunan tinggi tanaman sebesar 10,90%. Dilihat berdasarkan pengaruh berbagai frekuensi pemupukan Si nano terhadap konsentrasi aplikasinya, terlihat adanya beberapa perbedaan yang nyata diantara perlakuannya. Pada aplikasi pemupukan Si nano sebanyak 3 kali dengan konsentrasi 0%, memberikan pengaruh tinggi tanaman yang berbeda nyata dengan aplikasi pemupukan Si nano konsentrasi 30%, dimana terjadi peningkatan tinggi tanaman sebesar 7,18%. Sementara pada 4 kali aplikasi pemupukan Si nano dengan konsentrasi 30%, memberikan tinggi tanaman yang cukup berbeda nyata dengan aplikasi pemupukan Si nano konsentrasi 15% dan 0%, yang mana bila konsentrasi pemupukan Si nano aplikasinya diturunkan menjadi 15% dan 0% terjadi penurunan tinggi tanaman sebesar 4,01% dan 7,38%.

4.1.2.4. Panjang Batang Produksi

Hasil analisa sidik ragam menunjukkan bahwasanya terdapat adanya interaksi yang nyata antara frekuensi aplikasi dan konsentrasi penyemprotan pupuk Si nano terhadap variabel panjang batang produksi pada umur pengamatan 5, 9, dan 11 BST, namun tidak adanya interaksi yang nyata pada umur 7 BST (Lampiran 5). Nilai panjang batang produksi hasil terjadinya interaksi antara frekuensi aplikasi dan konsentrasi penyemprotan pupuk Si nano disajikan pada tabel 9 bawah ini.

Tabel 9. Pengaruh Frekuensi dan Konsentrasi Aplikasi Penyemprotan Pupuk Si Nano terhadap Panjang Rata-rata Batang Produksi Tanaman Tebu (cm)

Panjang Batang Produksi Tanaman Tebu 5 BST (cm)			
Frekuensi Aplikasi Si Nano	Konsentrasi Si Nano		
	0%	15%	30%
1 kali	125,08 ab	146,99 b	139,11 b
2 kali	135,06 ab	136,67 ab	128,55 ab
3 kali	120,22 ab	138,99 b	110,16 a
4 kali	126,11 ab	145,82 b	138,43 b
BNT 5%		27,99	

Panjang Batang Produksi Tanaman Tebu 9 BST (cm)			
Frekuensi Aplikasi Si Nano	Konsentrasi Si Nano		
	0%	15%	30%
1 kali	260,31 b	280,46 c	266,43 bc
2 kali	260,47 b	264,90 bc	276,40 c
3 kali	235,52 a	258,91 b	278,01 c
4 kali	271,04 bc	281,44 c	287,52 c
BNT 5%		13,10	

Panjang Batang Produksi Tanaman Tebu 11 BST (cm)			
Frekuensi Aplikasi Si Nano	Konsentrasi Si Nano		
	0%	15%	30%
1 kali	308,21 a	324,14 ab	332,35 b
2 kali	323,19 ab	329,63 ab	348,51 b
3 kali	312,71 ab	318,46 ab	334,21 b
4 kali	321,67 ab	337,37 b	347,21 b
BNT 5%		23,84	

Keterangan: Angka-angka pada setiap tabel umur pengamatan diikuti oleh huruf yang sama tidak berbeda nyata pada taraf uji BNT 5%; BST= Bulan Setelah Tanam; tn = tidak berbeda nyata.

Berdasarkan tabel di atas, sebanyak 50% dari total pengamatan yang telah dilakukan, perlakuan dengan kombinasi 4 kali pemupukan Si nano konsentrasi

30% memberikan hasil panjang batang produksi yang tertinggi dari semua perlakuan pada pengamatan 9 dan 11 BST. Sementara untuk panjang batang produksi yang paling rendah dari semua perlakuan dihasilkan oleh perlakuan kontrol pada umur pengamatan ke 9 dan 11 BST. Pada tabel di atas juga dapat diketahui bahwasanya hampir pada semua umur pengamatan panjang batang produksi terdapat interaksi antara frekuensi dan konsentrasi aplikasi pemupukan Si nano, kecuali pada umur pengamatan ke 7 BST.

Pada umur pengamatan ke 5 BST, apabila dilihat berdasarkan pengaruh berbagai konsentrasi aplikasi pemupukan Si nano pada berbagai frekuensi aplikasinya terhadap panjang batang produksi tanaman tebu, hampir semuanya tidak terdapat perbedaan secara nyata antar perlakuannya. Pada pemupukan Si nano dengan konsentrasi 30%, dengan 3 kali aplikasi memberikan hasil panjang batang produksi yang berbeda nyata dengan aplikasi pemupukan Si nano sebanyak 1 dan 4 kali aplikasi dengan terjadinya peningkatan panjang batang produksi masing-masing sebesar 26,28% dan 25,66%. Namun bila dilihat dari pengaruh berbagai frekuensi aplikasi pemupukan Si nano pada berbagai konsentrasinya, hanya pengaruh frekuensi 3 kali aplikasi pemupukan Si nano pada konsentrasi 15% yang memberikan hasil panjang batang produksi yang berbeda nyata dengan aplikasi pemupukan Si nano konsentrasi 30% pada frekuensi aplikasi yang sama.

Pada umur 7 BST, dapat diketahui tidak terdapat interaksi yang nyata antara frekuensi aplikasi pemupukan Si nano dengan konsentrasinya terhadap panjang batang produksi tanaman tebu. Pada tabel 10 juga menunjukkan adanya pengaruh yang nyata pada pengaruh konsentrasi aplikasi pemupukan Si nano terhadap panjang batang produksi, namun tidak pada frekuensi aplikasi pemupukan Si nano. Pada tabel tersebut dapat diketahui penyemprotan pupuk Si nano dengan konsentrasi 30% memberikan pengaruh terhadap panjang batang produksi berbeda nyata dan lebih besar dari konsentrasi 15% dan 0% dengan persentase peningkatannya masing-masing sebesar 0,90% dan 3,39%

Tabel 10. Pengaruh Frekuensi dan Konsentrasi Aplikasi Penyemprotan Pupuk Si Nano terhadap Panjang Rata-rata Batang Produksi Tanaman Tebu (cm)

Frekuensi	Panjang Batang Produksi Tanaman Tebu (cm)
	7 BST
1 kali	224,74
2 kali	225,35
3 kali	206,24
4 kali	221,57
BNT 5%	tn

Konsentrasi	Panjang Batang Produksi Tanaman Tebu (cm)
	7 BST
0%	215,35 a
15%	220,54 b
30%	222,54 c
BNT 5%	1,835

Keterangan: Angka-angka pada setiap kolom yang sama diikuti oleh huruf yang sama tidak berbeda nyata pada taraf uji BNT 5%; BST= Bulan Setelah Tanam; tn = tidak berbeda nyata.

Pada umur pengamatan panjang batang produksi tanaman tebu ke-3, menunjukkan adanya interaksi yang cukup nyata antara perlakuan frekuensi dan konsentrasi aplikasi pemupukan Si nano terhadap panjang batang produksi tanaman tebu. Panjang batang produksi hasil dari kombinasi perlakuan 4 kali aplikasi pemupukan Si nano dengan konsentrasi 30% memberikan hasil yang paling baik dari semua kombinasi perlakuan yang diaplikasikan pada tanaman tebu. Sementara itu untuk panjang batang produksi yang paling rendah dihasilkan oleh 3 kali aplikasi penyemprotan air dengan nilai panjang batang produksi sebesar 235,52 cm. Adapun persentase penurunan nilai panjang batang produksi dari perlakuan 4 kali pemupukan Si nano dengan konsentrasi 30% yang diturunkan menjadi 0% dengan 3 kali aplikasi, ialah sebesar 18,09%. Apabila dilihat berdasarkan pengaruh berbagai konsentrasi aplikasi pemupukan Si nano pada berbagai frekuensinya terhadap panjang batang produksi tanaman tebu, terdapat beberapa perbedaan secara nyata antar perlakuannya. Pada aplikasi penyemprotan air, aplikasi sebanyak 3 kali memberikan hasil panjang batang produksi yang berbeda nyata dengan aplikasi 1, 2, dan 4 kali dengan terjadinya peningkatan masing-masing sebesar 10,53%, 10,59%, dan 15,08%. Sementara itu pada aplikasi pemupukan Si nano dengan konsentrasi 15%, aplikasi sebanyak 3

kali juga memberikan hasil panjang batang produksi yang berbeda nyata dengan hasil pada aplikasi sebanyak 1 dan 4 kali dengan persentase peningkatannya masing-masing sebesar 8,32% dan 8,70%.

Pada pengamatan panjang batang produksi yang terakhir, juga terlihat adanya interaksi antara perlakuan frekuensi dan konsentrasi aplikasi pemupukan Si nano terhadap panjang batang produksi tanaman tebu. Dilihat berdasarkan pengaruh berbagai konsentrasi aplikasi pemupukan Si nano terhadap frekuensinya, secara umum tidak terlihat adanya perbedaan secara nyata terhadap semua hasil kombinasi perlakuan. Namun, apabila dilihat berdasarkan pengaruh berbagai frekuensi aplikasi pemupukan Si nano terhadap konsentrasi aplikasinya, terdapat perbedaan yang cukup nyata antara kombinasi perlakuan pada frekuensi 1 kali aplikasi. Pada frekuensi 1 kali aplikasi pemupukan Si nano, perlakuan konsentrasi pupuk Si nano 0% memberikan hasil panjang batang produksi yang berbeda nyata dengan hasil perlakuan konsentrasi 30% dengan nilai peningkatannya sebesar 7,83%. Secara umum kombinasi perlakuan 4 kali aplikasi pemupukan Si nano dengan konsentrasi 30% memberikan pengaruh paling besar terhadap panjang batang produksi tanaman tebu dengan nilai panjang batang produksi sebesar 347,21cm. Sedangkan aplikasi 1 kali pemupukan Si nano dengan konsentrasi 0% memberikan pengaruh yang paling kecil terhadap panjang batang produksi dibandingkan dengan semua kombinasi perlakuan yang diperlakukan pada pertanaman tebu. Adapun persentase peningkatan panjang batang produksi yang sebelumnya hanya mengaplikasikan 1 kali penyemprotan air ke aplikasi 4 kali pemupukan Si nano dengan konsentrasi sebesar 30% ialah 12,65%

4.1.2.5. Diameter Batang

Hasil analisa sidik ragam menunjukkan bahwasanya terdapat adanya interaksi yang nyata antara frekuensi aplikasi dan konsentrasi penyemprotan pupuk Si nano terhadap ukuran diameter batang tebu pada umur pengamatan 7, 9, dan 11 BST, namun tidak adanya interaksi yang nyata pada umur 5 BST (Lampiran 5). Nilai diameter batang tebu hasil terjadinya interaksi antara frekuensi aplikasi dan konsentrasi penyemprotan pupuk Si nano disajikan pada tabel 11 bawah ini.

Tabel 11. Pengaruh Frekuensi dan Konsentrasi Aplikasi Penyemprotan Pupuk Si Nano terhadap Diameter Batang Tanaman Tebu (cm)

Diameter Batang Tanaman Tebu 7 BST (cm)			
Frekuensi Aplikasi Si Nano	Konsentrasi Si Nano		
	0%	15%	30%
1 kali	2,46 ab	2,50 ab	2,61 b
2 kali	2,49 ab	2,46 ab	2,55 ab
3 kali	2,36 a	2,56 ab	2,52 ab
4 kali	2,58 b	2,57 ab	2,61 b
BNT 5%		0,21	

Diameter Batang Tanaman Tebu 9 BST (cm)			
Frekuensi Aplikasi Si Nano	Konsentrasi Si Nano		
	0%	15%	30%
1 kali	2,49 ab	2,54 b	2,56 b
2 kali	2,50 ab	2,54 b	2,62 bc
3 kali	2,40 a	2,61 bc	2,60 bc
4 kali	2,57 b	2,71 c	2,73 c
BNT 5%		0,13	

Diameter Batang Tanaman Tebu 11 BST (cm)			
Frekuensi Aplikasi Si Nano	Konsentrasi Si Nano		
	0%	15%	30%
1 kali	2,49 a	2,64 b	2,65 bc
2 kali	2,53 ab	2,57 ab	2,63 ab
3 kali	2,62 b	2,65 bc	2,75 c
4 kali	2,63 b	2,83 c	2,82 c
BNT 5%		0,11	

Keterangan: Angka-angka pada setiap kolom umur pengamatan diikuti oleh huruf yang sama tidak berbeda nyata pada taraf uji BNT 5%; BST= Bulan Setelah Tanam; tn = tidak berbeda nyata.

Berdasarkan pada Tabel 11 di atas, dapat diketahui bahwasanya secara umum aplikasi pemupukan Si nano 4 kali yang berinteraksi dengan pemupukan Si nano konsentrasi 30% memberikan nilai diameter yang lebih besar dari dibandingkan dengan kombinasi perlakuan pemupukan Si nano yang lain. Sementara untuk aplikasi pemupukan Si nano dengan konsentrasi Si nano 0% secara tetap memberikan hasil diameter batang tebu yang paling kecil dari semua perlakuan pada semua umur pengamatan. Pada tabel 11, nilai diameter rata-rata batang tanaman tebu pada perlakuan 3 kali aplikasi pemupukan Si nano dengan konsentrasi 0% tidak berbeda nyata pada semua aplikasi pemupukan Si nano konsentrasi 0% pada berbagai frekuensi aplikasi pemupukan Si nano pada setiap umur pengamatan. Hal tersebut menunjukkan perlakuan penyemprotan air dengan

berbagai frekuensi tidak memberikan perbedaan hasil yang nyata pada diameter batang tanaman tebu.

Tabel 12. Pengaruh Frekuensi dan Konsentrasi Aplikasi Penyemprotan Pupuk Si Nano terhadap Diameter Batang Tanaman Tebu (cm)

Frekuensi	Diameter Batang Tanaman Tebu (cm)	
	5 BST	
1 kali	2,52	
2 kali	2,47	
3 kali	2,45	
4 kali	2,56	
BNT 5%	tn	

Konsentrasi	Diameter Batang Tanaman Tebu (cm)	
	5 BST	
0%	2,46 a	
15%	2,48 a	
30%	2,55 b	
BNT 5%	0,07	

Keterangan: Angka-angka pada setiap kolom yang sama diikuti oleh huruf yang sama tidak berbeda nyata pada taraf uji BNT 5%; BST= Bulan Setelah Tanam; tn = tidak berbeda nyata.

Pada umur pengamatan 5 BST, dapat diketahui tidak adanya interaksi antara pengaruh perlakuan aplikasi frekuensi dan konsentrasi pemupukan Si nano terhadap diameter batang tebu. Adapun perlakuan yang memberikan ukuran diameter paling besar ialah perlakuan 4 kali aplikasi penyemprotan Si nano 15% dan 3 kali aplikasi penyemprotan air memberikan ukuran diameter paling kecil diantara semua perlakuan. Nilai perbedaan ukuran diameter antara kedua perlakuan tersebut ialah sebesar 7,35% lebih besar dari perlakuan aplikasi penyemprotan air 3 kali. Pada Tabel 12 di atas, dapat diketahui bahwasanya aplikasi dalam masing-masing berbeda frekuensi pemupukan Si nano tidak berpengaruh nyata terhadap ukuran diameter batang pada umur tanaman tebu 5 BST. Meskipun demikian ukuran diameter yang dipengaruhi oleh 4 kali aplikasi pemupukan Si nano memberikan hasil yang lebih besar dengan persentase 1,59%, 3,64%, dan 4,49% terhadap 1, 2, dan 3 kali aplikasi pemupukan Si nano. Meninjau pada kolom pengaruh konsentrasi pemupukan Si nano terhadap ukuran diameter batang tanaman tebu, aplikasi pemupukan Si nano dengan konsentrasi

30% memberikan hasil yang lebih besar dan berbeda nyata dengan persentase 3,66% dan 2,82% terhadap aplikasi pemupukan Si nano dengan konsentrasi 0% dan 15%.

Pada umur pengamatan 7 BST, terdapat interaksi antara aplikasi frekuensi dan konsentrasi pemupukan Si nano terhadap ukuran diameter batang tanaman tebu. Adapun kombinasi perlakuan 4 kali aplikasi pemupukan Si nano dengan konsentrasi 30% memberikan ukuran diameter batang yang paling besar dan perlakuan dengan 3 kali penyemprotan air memberikan ukuran diameter batang tebu yang paling kecil dibandingkan dengan semua kombinasi perlakuan yang ada. Perbedaan kedua perlakuan tersebut berkisar pada persentase 9,58% lebih besar dari aplikasi 3 kali penyemprotan air. Berdasarkan pengaruh konsentrasi Si nano yang diaplikasikan pada berbagai frekuensi aplikasi pemupukan Si nano, hanya pada aplikasi penyemprotan air saja yang terdapat perbedaan secara nyata pada frekuensi aplikasinya. Pada aplikasi penyemprotan air sebanyak 4 kali aplikasi berbeda nyata dengan 3 kali aplikasi penyemprotan air dengan nilai perbedaannya sebesar 9,32% lebih besar dari 3 kali aplikasi penyemprotan air. Selain itu, berdasarkan pengaruh frekuensi aplikasi pemupukan Si nano pada berbagai tingkatan konsentrasinya, ukuran diameter akibat aplikasi 4 kali pemupukan Si nano konsentrasi 30% berbeda nyata dan lebih besar dengan aplikasi pemupukan Si nano pada konsentrasi 0%. Adapun nilai peningkatan ukuran diameternya sebesar 1,17%.

Pada umur pengamatan 9 BST, kombinasi perlakuan 4 kali aplikasi pemupukan Si nano dengan konsentrasi 30% juga memberikan pengaruh ukuran diameter batang tebu yang paling besar dari semua kombinasi perlakuan yang diaplikasikan. Adapun nilai peningkatannya dibandingkan nilai ukuran diameter batang dari 3 kali aplikasi perlakuan kontrol yang memberikan ukuran diameter paling rendah ialah sebesar 10,59%. Berdasarkan pengaruh aplikasi konsentrasi pemupukan Si nano terhadap frekuensinya, pada semua antar perlakuannya terdapat perbedaan secara nyata. Pada aplikasi pemupukan Si nano dengan konsentrasi 0%, hasil ukuran diameter perlakuan 4 kali aplikasi lebih besar dan berbeda nyata dibandingkan dengan hasil perlakuan 3 kali aplikasi. Pada aplikasi pemupukan Si nano dengan konsentrasi 15% dan 30%, hasil ukuran diameter

perlakuan 4 kali aplikasinya berbeda nyata dan lebih besar dibandingkan dengan hasil perlakuan 1 kali aplikasinya. Adapun nilai penurunan ukuran diameter akibat pengurangan aplikasinya masing-masing sebesar 6,27% dan 6,23%.

Pada umur pengamatan ukuran diameter batang tebu ke 11 BST, justru kombinasi perlakuan 4 kali aplikasi pemupukan Si nano konsentrasi 15% memberikan nilai yang paling besar dari semua ukuran diameter batang dari kombinasi perlakuan yang lain. Sementara itu untuk ukuran diameter yang paling kecil dari semua perlakuan tetap dihasilkan dari perlakuan kontrol pada sekali aplikasinya. Pada umur pengamatan yang terakhir ini, adapun peningkatan ukuran diameter dari perlakuan yang memberikan ukuran diameter paling besar dan paling kecil ialah sebesar 13,65%. Berdasarkan pengaruh konsentrasi pemupukan Si nano terhadap frekuensi aplikasinya terdapat perbedaan secara nyata antar kombinasi perlakuannya. Pada aplikasi penyemprotan air 1 kali berbeda nyata dengan aplikasi 3 dan 4 kalinya dengan adanya peningkatan ukuran diameter masing-masing sebesar 5,22% dan 5,62%. Pada aplikasi pemupukan Si nano konsentrasi 15%, ukuran diameter batang hasil sekali aplikasi pemupukan Si nano konsentrasi 15% berbeda nyata dan lebih kecil dibandingkan hasil diameter perlakuan 4 kali aplikasinya dengan peningkatan ukuran sebesar 7,20%. Sementara itu pada konsentrasi pemupukan Si nano 2 kali lipatnya, aplikasi 2 kali pemupukannya memberikan pengaruh ukuran diameter yang berbeda nyata dan lebih besar dari hasil aplikasi pemupukan Si nano pada konsentrasi yang sama dengan aplikasi sebanyak 3 dan 4 kali. Adapun nilai peningkatan ukuran diameternya masing-masing sebesar 4,56% dan 7,22%.

4.1.2.6. Jumlah Ruas Batang Tebu

Pada tabel 13 menunjukkan bahwasanya adanya interaksi yang nyata antara frekuensi dan konsentrasi aplikasi pemupukan Si nano terhadap variabel jumlah ruas batang tebu pada semua umur tanaman tebu. Adapun tabel 13 yang menunjukkan adanya interaksi yang nyata antara perlakuan frekuensi dan konsentrasi pemupukan Si nano dapat dilihat di bawah ini.

Tabel 13. Pengaruh Frekuensi dan Konsentrasi Aplikasi Penyemprotan Pupuk Si Nano terhadap Jumlah Ruas Rata-rata Batang Tanaman Tebu (ruas)

Jumlah Ruas Batang Tanaman Tebu 5 BST (ruas)			
Frekuensi Aplikasi Si Nano	Konsentrasi Si Nano		
	0%	15%	30%
1 kali	11,17 ab	12,27 b	11,08 ab
2 kali	11,53 ab	11,14 ab	12,52 b
3 kali	11,03 ab	11,82 ab	9,74 a
4 kali	10,86 ab	11,75 ab	11,22 ab
BNT 5%		2,13	

Jumlah Ruas Batang Tanaman Tebu 7 BST (ruas)			
Frekuensi Aplikasi Si Nano	Konsentrasi Si Nano		
	0%	15%	30%
1 kali	19,75 ab	19,17 ab	18,28 ab
2 kali	20,71 b	19,33 ab	17,71 a
3 kali	19,14 ab	18,56 ab	21,04 b
4 kali	18,68 ab	19,59 ab	18,42 ab
BNT 5%		2,58	

Jumlah Ruas Batang Tanaman Tebu 9 BST (ruas)			
Frekuensi Aplikasi Si Nano	Konsentrasi Si Nano		
	0%	15%	30%
1 kali	23,75 b	24,89 b	21,77 ab
2 kali	21,36 ab	20,36 a	23,20 b
3 kali	22,38 ab	22,81ab	22,92 ab
4 kali	22,67 ab	21,85 ab	24,03 b
BNT 5%		2,74	

Jumlah Ruas Batang Tanaman Tebu 11 BST (ruas)			
Frekuensi Aplikasi Si Nano	Konsentrasi Si Nano		
	0%	15%	30%
1 kali	28,18 a	28,52 a	30,08 ab
2 kali	26,42 ab	27,67 ab	28,85 ab
3 kali	29,88 b	31,67 b	30,33 b
4 kali	27,13 b	30,50 b	30,34 b
BNT 5%		2,73	

Keterangan: Angka-angka pada setiap kolom umur pengamatan diikuti oleh huruf yang sama tidak berbeda nyata pada taraf uji BNT 5%; BST= Bulan Setelah Tanam; tn = tidak berbeda nyata.

Berdasarkan tabel 13 di atas, diketahui secara umum tidak adanya kombinasi perlakuan frekuensi dan konsentrasi pemupukan Si nano yang memberikan hasil jumlah ruas batang tebu yang tertinggi dan terendah secara konsisten pada setiap umur pengamatan tebu. Pada umur pengamatan 5 BST, jumlah ruas tertinggi dihasilkan dari aplikasi 1 kali pemupukan Si nano pada konsentrasi 15% dengan jumlah ruas yang dihasilkan sebanyak 12,27 ruas per

batang tanaman tebu. Berdasarkan pengaruh frekuensi pemupukan Si nano terhadap konsentrasi aplikasinya, pada aplikasi frekuensi 1 kali aplikasi 30% pemupukan Si nano apabila konsentrasinya diturunkan menjadi 50% dan 100% aplikasinya, terjadi peningkatan jumlah ruas masing-masing sebesar 10,74% dan 0,81%. Akan tetapi, pada aplikasi frekuensi 2 kali aplikasi 30% pemupukan Si nano, apabila konsentrasinya dirubah menjadi 50% dan 100% aplikasinya, terjadi penurunan masing-masing sebesar 11,02% dan 7,91%. Sementara pada aplikasi frekuensi 3 kali aplikasi 30% pemupukan Si nano apabila konsentrasinya diturunkan menjadi 50% dan 100% dari aplikasinya, terjadi peningkatan jumlah ruas masing-masing sebesar 21,36% dan 13,24%. Dan pada aplikasi frekuensi 4 kali aplikasi 0% pemupukan Si nano apabila konsentrasinya ditingkatkan menjadi 15% dan 30%, terjadi peningkatan jumlah ruas masing-masing sebesar 8,20% dan 3,32%.

Pada umur pengamatan 7 BST, perlakuan 3 kali aplikasi pemupukan Si nano dengan konsentrasi 30% memberikan pengaruh jumlah ruas terbanyak dibandingkan dengan jumlah ruas dari semua perlakuan yang lain. Berdasarkan pengaruh frekuensi pemupukan Si nano terhadap konsentrasi aplikasinya, hampir secara umum tidak ada perbedaan secara nyata, kecuali pada aplikasi 2 kali pemupukan Si nano. Aplikasi 2 kali pemupukan Si nano, dengan konsentrasi 0% memberikan hasil jumlah ruas yang berbeda nyata terhadap hasil dari perlakuan konsentrasi 30% namun tidak berbeda nyata dengan hasil dari konsentrasi 15%. Adapun nilai penurunannya masing-masing sebesar 14,49% dan 6,66%

Pada umur pengamatan 9 BST, perlakuan 2 kali aplikasi pemupukan Si nano dengan konsentrasi 15% kembali memberikan hasil jumlah ruas yang paling banyak diantara jumlah hasil dari kombinasi perlakuan yang lain. Dilihat berdasarkan pengaruh konsentrasi pemupukan Si nano pada frekuensi aplikasinya terhadap jumlah ruas batang tanaman tebu, hanya pada aplikasi konsentrasi 15% saja yang memberikan hasil yang berbeda nyata diantara beberapa perlakuannya. Pada pengaruh aplikasi pemupukan Si nano 15% terhadap jumlah ruas pada batang tanaman tebu, 2 kali aplikasi pemupukan Si nano memberikan hasil yang lebih kecil dan berbeda nyata terhadap hasil dari 1 kali aplikasi, namun tidak memberikan hasil yang berbeda nyata terhadap hasil dari 3 dan 4 kali aplikasi

pemupukan Si nano. Adapun nilai peningkatannya masing-masing sebesar 22,25%, 12,03%, dan 7,32%. Sementara itu, apabila dilihat dari pengaruh frekuensi aplikasi pemupukan Si nano pada berbagai konsentrasi aplikasinya terhadap jumlah ruas tanaman tebu, hanya perlakuan 2 kali aplikasi pemupukan Si nano yang memberikan hasil yang nyata diantara perlakuannya. Pada pengaruh 2 kali aplikasi pemupukan Si nano terhadap jumlah ruas tanaman tebu, aplikasi konsentrasi 15% memberikan hasil yang lebih kecil dan berbeda nyata dengan hasil dari aplikasi konsentrasi 30%, namun tidak berbeda nyata dengan hasil dari aplikasi konsentrasi 0%. Adapun nilai peningkatannya masing-masing sebesar 13,95% dan 4,91%.

Pada umur 11 BST, dapat terlihat adanya perbedaan yang cukup nyata diantara perlakuannya dalam hal pengaruh interaksi frekuensi aplikasi dan konsentrasi pemupukan Si nano terhadap jumlah ruas batang tanaman tebu. Adapun kombinasi perlakuan yang memberikan pengaruh jumlah ruas paling banyak pada batang tanaman tebu ialah perlakuan 3 kali aplikasi pemupukan Si nano dengan konsentrasi 15%. Sementara itu, perlakuan 1 kali penyemprotan air memberikan jumlah ruas yang paling sedikit. Apabila dilihat berdasarkan pengaruh frekuensi aplikasi pemupukan Si nano pada berbagai konsentrasi aplikasinya terhadap jumlah ruas batang tebu, secara umum tidak ada perbedaan secara nyata diantara perlakuannya. Namun, berdasarkan pengaruh konsentrasi pemupukan Si nano pada berbagai frekuensi aplikasinya terhadap jumlah ruas tanaman tebu, hampir secara umum terdapat beberapa perbedaan secara nyata pada setiap perlakuannya. Pada aplikasi pemupukan Si nano konsentrasi 0% terhadap jumlah ruas, hasil dari 1 kali aplikasi pemupukan Si nano lebih kecil dan berbeda nyata dengan hasil dari 3 dan 4 kali aplikasi. Sementara pada aplikasi konsentrasi 15%, jumlah ruas hasil dari 1 kali juga lebih kecil dan berbeda nyata dengan hasil dari perlakuan 3 dan kali aplikasi pemupukan Si nano.

4.1.2.7. Panjang Ruas Batang Tebu

Pada tabel 14 menunjukkan bahwasanya adanya interaksi yang nyata antara frekuensi dan konsentrasi aplikasi pemupukan Si nano terhadap variabel panjang ruas rata-rata batang tebu pada semua umur tanaman tebu. Adapun tabel 14 yang

menunjukkan adanya interaksi yang nyata antara perlakuan frekuensi dan konsentrasi pemupukan Si nano dapat dilihat di bawah ini.

Tabel 14. Pengaruh Frekuensi dan Konsentrasi Aplikasi Penyemprotan Pupuk Si Nano terhadap Panjang Ruas Rata-rata Batang Tanaman Tebu (cm)

Panjang Ruas Batang Tanaman Tebu 5 BST (cm)			
Frekuensi Aplikasi Si Nano	Konsentrasi Si Nano		
	0%	15%	30%
1 kali	11,20 ab	11,71 bc	12,55 c
2 kali	11,68 b	12,27 bc	13,03 c
3 kali	10,88 ab	11,08 ab	10,37 a
4 kali	11,61 b	12,42 bc	11,80 bc
BNT 5%	0,86		

Panjang Ruas Batang Tanaman Tebu 7 BST (cm)			
Frekuensi Aplikasi Si Nano	Konsentrasi Si Nano		
	0%	15%	30%
1 kali	10,53 a	11,99 ab	11,97 ab
2 kali	10,54 a	11,00 ab	12,37 b
3 kali	10,60 a	10,87 ab	10,54 a
4 kali	11,64 ab	11,70 ab	11,88 ab
BNT 5%	1,55		

Panjang Ruas Batang Tanaman Tebu 9 BST (cm)			
Frekuensi Aplikasi Si Nano	Konsentrasi Si Nano		
	0%	15%	30%
1 kali	11,53 ab	12,13 ab	11,10 a
2 kali	12,30 ab	12,69 b	11,93 ab
3 kali	11,78 ab	10,97 a	11,56 ab
4 kali	11,74 ab	12,97 b	12,00 ab
BNT 5%	1,04		

Panjang Ruas Batang Tanaman Tebu 11 BST (cm)			
Frekuensi Aplikasi Si Nano	Konsentrasi Si Nano		
	0%	15%	30%
1 kali	10,72 ab	10,68 ab	10,95 ab
2 kali	12,13 b	12,01 b	12,38 b
3 kali	10,23 a	10,21 a	11,02 ab
4 kali	11,84 b	11,08 ab	11,60 b
BNT 5%	1,00		

Keterangan: Angka-angka pada setiap kolom umur pengamatan diikuti oleh huruf yang sama tidak berbeda nyata pada taraf uji BNT 5%; BST= Bulan Setelah Tanam; tn = tidak berbeda nyata.

Pada tabel di atas, secara umum dapat diketahui kombinasi perlakuan 2 kali aplikasi pemupukan Si nano dengan konsentrasi 30% memberikan hasil panjang ruas yang paling tinggi dibandingkan dengan hasil dari semua kombinasi

perlakuan pada hampir setiap umur pengamatan. Sementara untuk panjang ruas paling rendah pada setiap umur pengamatan selalu mengalami perubahan. Bila melihat pengaruh konsentrasi terhadap panjang ruas batang tanaman tebu, aplikasi konsentrasi 30% memberikan hasil panjang ruas yang paling tinggi diantara 2 perlakuan konsentrasi yang lain, dan untuk peringkat ke-2 disusul oleh aplikasi pemupukan Si nano dengan interaksi 15% yang memberikan hasil panjang ruas lebih tinggi dibandingkan dengan hasil aplikasi pemupukan Si nano konsentrasi 0%. Sehingga dari pernyataan di atas dapat diketahui pemberian pupuk Si nano berpengaruh terhadap tingkat pemanjangan ruas rata-rata batang tanaman tebu.

Pada pengamatan 5 BST, terdapat perbedaan secara nyata diantara nilai pengamatan panjang ruas batang tanaman tebu yang cukup nyata antar hasil pengaruh interaksi frekuensi dan konsentrasi aplikasi pemupukan Si nano. Pada umur pengamatan tersebut, perlakuan 2 kali aplikasi pemupukan Si nano memberikan hasil panjang ruas yang paling besar diantara semua hasil dari antar kombinasi perlakuan. Berdasarkan pengaruh konsentrasi aplikasi pemupukan Si nano pada berbagai frekuensi, nampak pada perlakuan konsentrasi 30% memberikan hasil panjang batang produksi yang cukup nyata diantara perlakuannya. Pada pengaruh aplikasi pemupukan Si nano konsentrasi 30% terhadap panjang ruas batang tanaman tebu, hasil dari 3 kali aplikasi pemupukan Si nano memberikan hasil yang lebih kecil dan berbeda nyata terhadap hasil dari 1 dan 2 kali aplikasi, namun tidak berbeda nyata terhadap hasil dari 3 kali aplikasi pemupukan Si nano. Adapun nilai peningkatan yang semula diaplikasikan 3 kali pemupukan Si nano dengan konsentrasi 30% kemudian dirubah menjadi 1, 2, dan kali, ialah masing-masing sebesar 21,02%, 25,65%, dan 13,79%. Sementara apabila dilihat berdasarkan pengaruh frekuensi pemupukan Si nano terhadap konsentrasi aplikasinya, terdapat perbedaan secara nyata pada perlakuan pemupukan Si nano 1 dan 2 kali aplikasi. Pada pengaruh pemupukan Si nano sebanyak 1 kali aplikasi terhadap panjang ruas batang tanaman tebu, hasil dari konsentrasi 0% memberikan hasil yang lebih kecil dan berbeda nyata terhadap hasil dari konsentrasi 30%, namun tidak berbeda nyata terhadap hasil dari konsentrasi 15%. Adapun persentase peningkatan panjang ruas batang tanaman tebu yang semula diaplikasikan 1 kali penyemprotan air lalu dirubah menjadi

aplikasi pemupukan Si nano dengan konsentrasi 15% dan 30% pada frekuensi yang sama, ialah masing-masing sebesar 4,55% dan 12,05%. Sementara itu, pada pengaruh pemupukan Si nano sebanyak 2 kali aplikasi terhadap panjang ruas batang tanaman tebu, hasil dari konsentrasi 0% juga memberikan hasil yang lebih kecil dan berbeda nyata terhadap hasil dari konsentrasi 30%, namun tidak berbeda nyata terhadap hasil dari konsentrasi 15%. Adapun persentase peningkatan panjang ruas batang tanaman tebu yang semula diaplikasikan 2 kali penyemprotan air lalu dirubah menjadi aplikasi pemupukan Si nano dengan konsentrasi 15% dan 30% pada frekuensi yang sama, ialah masing-masing sebesar 5,05% dan 11,56%.

Pada pengamatan 7 BST, secara umum terdapat perbedaan yang nyata pada nilai panjang ruas batang tanaman tebu hasil terjadinya interaksi antara perlakuan frekuensi dan konsentrasi aplikasi pemupukan Si nano. Pada pengamatan yang kedua ini, perlakuan 2 kali aplikasi pemupukan Si nano dengan konsentrasi 30% kembali memberikan panjang ruas batang tanaman tebu yang paling besar diantara semua panjang batang tanaman tebu dari semua perlakuan. Dilihat berdasarkan pengaruh konsentrasi pemupukan Si nano pada berbagai frekuensi aplikasinya terhadap panjang ruas tanaman tebu, hanya pada perlakuan pemupukan Si nano dengan konsentrasi 30% saja yang memberikan hasil yang berbeda nyata diantara hasil perlakuannya. Pada pengaruh aplikasi pemupukan Si nano dengan konsentrasi 30% terhadap hasil panjang ruas batang tanaman tebu, 3 kali aplikasinya memberikan hasil yang lebih kecil dan berbeda nyata dengan hasil pengaruh perlakuan 2 kali aplikasi, namun tidak berbeda nyata dengan hasil dari 1 dan 4 kali aplikasi pemupukan Si nano. Adapun persentase peningkatan panjang ruas batang yang sebelumnya diaplikasikan 3 kali pemupukan Si nano dengan konsentrasi 30% lalu diubah menjadi 1, 2, dan 4 kali, ialah masing-masing sebesar 13,57%, 17,36%, dan 12,71%. Apabila dilihat berdasarkan pengaruh frekuensi aplikasi pemupukan Si nano pada berbagai konsentrasi aplikasinya terhadap panjang ruas tanaman tebu, secara umum tidak ada perbedaan secara nyata diantara hasil dari setiap kombinasi perlakuannya.

Pada umur pengamatan 9 BST, perlakuan 4 kali pemupukan Si nano dengan konsentrasi 15% memberikan hasil panjang ruas batang tanaman tebu yang paling besar diantara hasil dari semua perlakuan. Bila dibandingkan dengan hasil dari

perlakuan 2 kali pemupukan Si nano dengan konsentrasi 30%, nilai panjang ruas batang tebu dari perlakuan 4 kali pemupukan Si nano konsentrasi 15% tidak memiliki perbedaan yang cukup nyata. Apabila dilihat berdasarkan pengaruh frekuensi pemupukan Si nano pada berbagai konsentrasinya terhadap panjang ruas tanaman tebu, secara umum tidak ada perbedaan secara nyata diantara semua perlakuannya. Namun bila dilihat berdasarkan pengaruh konsentrasi pemupukan Si nano pada berbagai frekuensi aplikasinya terhadap panjang ruas batang tanaman tebu, terdapat perbedaan yang cukup nyata antar hasil dari perlakuannya pada aplikasi pemupukan Si nano konsentrasi 15%. Pada pengaruh aplikasi pemupukan Si nano konsentrasi 15% terhadap hasil panjang ruas batang tanaman tebu, hasil dari 3 kali aplikasi memberikan nilai yang lebih kecil dan berbeda nyata terhadap hasil dari 2 dan 3 kali aplikasi, namun tidak berbeda nyata terhadap hasil dari 1 kali aplikasi pemupukan Si nano.

Pada umur pengamatan 11 BST, perlakuan 2 kali aplikasi pemupukan Si nano konsentrasi 30% kembali memberikan hasil panjang ruas batang produksi yang paling tinggi diantara semua perlakuan. Dilihat berdasarkan pengaruh frekuensi pemupukan Si nano pada berbagai konsentrasi aplikasinya terhadap panjang ruas batang tebu, tidak ada perbedaan secara nyata diantara semua perlakuannya. Namun bila dilihat dari pengaruh konsentrasi pemupukan Si nano pada berbagai frekuensi aplikasinya terhadap panjang ruas batang tebu, terdapat perbedaan yang nyata pada perlakuan konsentrasi 0% dan 15%. Pada pengaruh konsentrasi 0% pemupukan Si nano terhadap panjang ruas batang, hasil dari 3 kali aplikasi memberikan hasil yang lebih kecil dan berbeda nyata terhadap hasil dari 2 dan 4 kali aplikasi, namun tidak berbeda nyata terhadap hasil dari sekali aplikasinya. Pada pengaruh konsentrasi 15% pemupukan Si nano terhadap panjang ruas batang, hasil dari 3 kali aplikasi memberikan hasil yang lebih kecil dan berbeda nyata terhadap hasil dari 2 kali, namun tidak berbeda nyata terhadap hasil dari 1 dan 4 kali aplikasinya.

4.1.3. Hasil Pengamatan Komponen Produksi

4.1.3.1. Bobot Batang Tanaman Tebu per Meter

Hasil analisa sidik ragam menunjukkan bahwasanya terdapat adanya interaksi yang nyata antara frekuensi dan konsentrasi aplikasi penyemprotan pupuk Si nano terhadap variabel bobot batang tanaman tebu per meter (Lampiran 5). Nilai bobot batang tanaman tebu per meter hasil terjadinya interaksi antara frekuensi aplikasi dan konsentrasi penyemprotan pupuk Si nano disajikan pada tabel 15 bawah ini

Table 15. Pengaruh Frekuensi dan Konsentrasi Aplikasi Penyemprotan Pupuk Si Nano terhadap Parameter Bobot Batang Tanaman tebu per Meter (kg)

Bobot Batang Tanaman tebu per Meter (kg)			
Frekuensi Aplikasi Si Nano	Konsentrasi Si Nano		
	0%	15%	30%
1 kali	0,596 ab	0,480 a	0,641 b
2 kali	0,577 ab	0,727 bc	0,758 bc
3 kali	0,664 bc	0,666 bc	0,629 b
4 kali	0,600 ab	0,793 c	0,856 c
BNT 5%		0,1525	

Keterangan: Angka-angka pada setiap tabel yang sama diikuti oleh huruf yang sama tidak berbeda nyata pada taraf uji BNT 5%

Berdasarkan tabel di atas, hampir secara umum terdapat perbedaan secara nyata antara pengaruh interaksi frekuensi dan konsentrasi aplikasi pemupukan Si nano terhadap bobot batang tanaman tebu. Dapat diketahui bahwasanya 4 kali aplikasi Si nano dengan konsentrasi 15% dan 30% memberikan nilai bobot batang per meter yang cukup tinggi dibandingkan dengan semua hasil bobot batang dari semua perlakuan. Sementara itu, bobot batang per meter hasil perlakuan 1 kali aplikasi pemupukan Si nano dengan konsentrasi 15% memberikan hasil yang paling rendah dari semua perlakuan yang ada. Adapun persentase peningkatan bobot batang tebu per meter yang sebelumnya diaplikasikan sekali dengan konsentrasi 15% dirubah menjadi 4 kali aplikasi dengan konsentrasi 15% dan 30% ialah 65,21% dan 78,33%.

Apabila dilihat berdasarkan pengaruh berbagai konsentrasi aplikasi pemupukan Si nano pada berbagai frekuensi aplikasinya terhadap bobot batang tebu per meter, hampir pada semua aplikasi konsentrasi pemupukan Si nano memberikan hasil yang berbeda nyata diantara perlakuannya. Pada aplikasi

pemupukan Si nano konsentrasi 15%, bobot batang tebu per meter dari 1 kali aplikasi pemupukan Si nano berbeda nyata dan lebih kecil terhadap hasil dari 2, 3, dan 4 kali aplikasi pemupukan Si nano pada konsentrasi yang sama. Adapun persentase peningkatannya masing-masing sebesar 51,46%, 38,54%, dan 65,21. Sementara pada aplikasi pemupukan Si nano dengan konsentrasi 30%, bobot batang tebu per meter yang dihasilkan dari 1 dan 3 kali aplikasi berbeda nyata dengan bobot batang tebu per meter yang dihasilkan dari 4 kali aplikasi pemupukan Si nano pada konsentrasi yang sama, meskipun tidak berbeda nyata hasil dari 2 kali aplikasi. Adapun peningkatan hasil bobot batang tebu per meter dari yang semula diaplikasikan 3 kali pemupukan Si nano dengan konsentrasi 30% kemudian dirubah menjadi 1, 2, dan 4 kali, masing-masing ialah 1,91%, 18,25%, dan 33,54%.

Apabila dilihat berdasarkan pengaruh berbagai frekuensi aplikasi pemupukan Si nano pada berbagai konsentrasi aplikasinya terhadap nilai bobot batang tebu per meter, hanya pada aplikasi pemupukan Si nano dengan frekuensi 1 kali dan 4 kali yang memberikan perbedaan secara nyata diantara perlakuannya. Pada pengaruh aplikasi pemupukan Si nano dengan frekuensi 1 kali terhadap bobot batang tebu per meter, aplikasi dengan konsentrasi 15% memberikan hasil yang cukup berbeda nyata dengan hasil aplikasi pemupukan Si nano konsentrasi 30% dan tidak berbeda nyata dengan hasil aplikasi pemupukan Si nano konsentrasi 0%. Adapun peningkatan bobot batang tebu per meter dari yang semula diaplikasikan 1 kali pemupukan Si nano dengan konsentrasi 15% dirubah menjadi 0% dan 30% dengan frekuensi yang sama, ialah sebesar 24,17% dan 33,54%. Sementara itu, pada pengaruh aplikasi pemupukan Si nano dengan frekuensi 4 kali terhadap bobot batang tebu per meter, aplikasi dengan konsentrasi 0% memberikan hasil yang cukup berbeda nyata dengan hasil aplikasi pemupukan Si nano konsentrasi 15% dan 30%. Adapun peningkatan bobot batang tebu per meter dari yang semula diaplikasikan 4 kali pemupukan Si nano dengan konsentrasi 0% menjadi 15% dan 30% dengan frekuensi yang sama, ialah sebesar 32,17% dan 42,67%.

4.1.3.2. Bobot Panen Hasil Taksasi Produksi

Hasil analisa sidik ragam menunjukkan bahwasanya terdapat adanya interaksi yang nyata antara frekuensi dan konsentrasi aplikasi penyemprotan pupuk Si nano terhadap variabel bobot hasil tanaman tebu (Lampiran 5). Hasil taksasi produksi tanaman tebu hasil terjadinya interaksi antara frekuensi aplikasi dan konsentrasi penyemprotan pupuk Si nano disajikan pada tabel 16 bawah ini.

Tabel 16. Pengaruh Frekuensi dan Konsentrasi Aplikasi Penyemprotan Pupuk Si Nano terhadap Parameter Taksasi Bobot Tanaman Tebu per Hektar

Taksasi Bobot Tanaman Tebu (ton ha⁻¹)			
Frekuensi Aplikasi Si Nano	Konsentrasi Si Nano		
	0%	15%	30%
1 kali	150,39 ab	129,34 a	160,75 ab
2 kali	180,96 b	166,80 b	142,77 ab
3 kali	126,94 a	150,88 ab	164,35 b
4 kali	146,34 ab	197,85 bc	217,50 c
BNT 5%		34,93	

Keterangan: Angka-angka pada setiap tabel yang sama diikuti oleh huruf yang sama tidak berbeda nyata pada taraf uji BNT 5%

Berdasarkan tabel di atas, hampir secara umum terdapat perbedaan secara nyata antara pengaruh interaksi frekuensi dan konsentrasi aplikasi pemupukan Si nano terhadap bobot tanaman tebu hasil takasai produksi. Pada tabel interaksi di atas, bobot tanaman tebu hasil 4 kali aplikasi pemupukan Si nano dengan konsentrasi 30% memberikan hasil yang paling tinggi dibandingkan dengan semua hasil bobot hasil tanaman tebu dari semua perlakuan. Sementara untuk perlakuan 3 kali penyemprotan air memberikan bobot tanaman tebu yang paling rendah diantara semua kombinasi perlakuan. Adapun penurunan bobot tanaman tebu yang sebelumnya diaplikasikan 4 kali aplikasi pemupukan Si nano konsentrasi 30% lalu diturunkan aplikasinya menjadi 3 kali penyemprotan air, ialah sebesar 41,64%.

Apabila dilihat berdasarkan pengaruh berbagai konsentrasi aplikasi pemupukan Si nano pada berbagai frekuensi aplikasinya terhadap bobot tanaman tebu, pada semua aplikasi konsentrasi pemupukan Si nano memberikan hasil yang berbeda nyata diantara perlakuannya. Pada aplikasi pemupukan Si nano konsentrasi 0%, hasil aplikasi 3 kali berbeda nyata dengan hasil dari perlakuan 2

kali aplikasi pada konsentrasi yang sama, adapun persentasenya sebesar 42,55%. Pada aplikasi pemupukan Si nano konsentrasi 15%, bobot tebu dari 1 kali aplikasi pemupukan Si nano berbeda nyata dan lebih kecil terhadap hasil dari 2 dan 4 kali aplikasi pemupukan Si nano pada konsentrasi yang sama. Adapun persentasenya masing-masing sebesar 28,29% dan 53%. Sementara pada aplikasi pemupukan Si nano dengan konsentrasi 30%, bobot tebu yang dihasilkan dari 2 kali aplikasi berbeda nyata dengan bobot tebu yang dihasilkan dari 3 dan 4 kali aplikasi pemupukan Si nano pada konsentrasi yang sama, meskipun tidak berbeda nyata hasil dari 1 kali aplikasi. Adapun peningkatan hasil bobot tebu dari yang semula diaplikasikan 2 kali pemupukan Si nano dengan konsentrasi 30% kemudian dirubah menjadi 1, 3, dan 4 kali, masing-masing ialah 12,59%, 15,12%, dan 52,34%.

Apabila dilihat berdasarkan pengaruh berbagai frekuensi aplikasi pemupukan Si nano pada berbagai konsentrasi aplikasinya terhadap nilai bobot batang tebu, hanya pada aplikasi pemupukan Si nano dengan frekuensi 3 kali dan 4 kali yang memberikan perbedaan secara nyata diantara perlakuannya. Pada pengaruh aplikasi pemupukan Si nano dengan frekuensi 3 kali terhadap bobot tebu, aplikasi dengan konsentrasi 0% memberikan hasil yang cukup berbeda nyata dengan hasil aplikasi pemupukan Si nano konsentrasi 30% dan tidak berbeda nyata dengan hasil aplikasi pemupukan Si nano konsentrasi 15%. Adapun peningkatan bobot tebu dari yang semula diaplikasikan 3 kali pemupukan Si nano dengan konsentrasi 0% dirubah menjadi 15% dan 30% dengan frekuensi yang sama, ialah sebesar 18,86% dan 29,47%. Sementara itu, pada pengaruh aplikasi pemupukan Si nano dengan frekuensi 4 kali terhadap bobot tebu, aplikasi dengan konsentrasi 0% memberikan hasil yang cukup berbeda nyata dengan hasil aplikasi pemupukan Si nano konsentrasi 30% dan tidak berbeda nyata dengan hasil aplikasi pemupukan Si nano konsentrasi 15%. Adapun peningkatan bobot tebu dari yang semula diaplikasikan 4 kali pemupukan Si nano dengan konsentrasi 0% menjadi 15% dan 30% dengan frekuensi yang sama, ialah sebesar 35,20% dan 48,63%.

4.1.3.3. Rendemen

Pada pengamatan rendemen tebu yang dilakukan pada umur tanaman tebu 12 BST, diketahui adanya interaksi yang nyata antara frekuensi dan konsentrasi pemupukan Si nano terhadap variabel kandungan sukrosa ini. Nilai rata-rata rendemen batang tanaman tebu akibat adanya interaksi antara frekuensi dan konsentrasi aplikasi pemupukan Si nano disajikan dalam tabel 17 di bawah ini.

Tabel 17. Pengaruh Frekuensi dan Konsentrasi Aplikasi Penyemprotan Pupuk Si Nano terhadap Parameter Rendemen Batang Tebu

Frekuensi Aplikasi Si Nano	Rendemen Sementara (%)		
	0%	15%	30%
1 kali	8,14 ab	7,81 ab	6,76 a
2 kali	7,31 ab	7,85 ab	7,73 ab
3 kali	7,48 ab	7,14 ab	8,21 b
4 kali	7,76 ab	7,27 ab	8,36 b
BNT 5%		1,458	

Keterangan: Angka-angka pada setiap tabel yang sama diikuti oleh huruf yang sama tidak berbeda nyata pada taraf uji BNT 5%

Berdasarkan tabel di atas, hampir secara umum tidak ada perbedaan secara nyata antara pengaruh interaksi frekuensi dan konsentrasi aplikasi pemupukan Si nano terhadap nilai rendemen batang tanaman tebu. Adapun perbedaan nilai rendemen hasil terjadinya interaksi antara frekuensi dan konsentrasi terlihat antara nilai rendemen dari perlakuan aplikasi 1 kali aplikasi dengan konsentrasi Si nano 30% yang berbeda nyata dengan hasil perlakuan aplikasi pemupukan Si nano dengan frekuensi 3 dan 4 kali pada konsentrasi 30%. Pada pengamatan ini, diketahui nilai rendemen yang dipupuk dengan pemupukan Si nano konsentrasi 30% dengan 4 kali aplikasi memberikan nilai rendemen batang tanaman tebu yang paling tinggi dari semua kombinasi perlakuan yang ada dengan nilai rendemen sebesar 8,36%. Sedangkan untuk nilai rendemen yang paling rendah dihasilkan oleh perlakuan 3 aplikasi pemupukan Si nano konsentrasi 15% dengan dengan nilai rendemen sebesar 6,76%. Bila dilihat secara umum, aplikasi pemupukan Si nano dengan konsentrasi 30% memberikan nilai rendemen yang lebih tinggi dibandingkan aplikasi pemupukan Si nano dengan konsentrasi 0% dan 15%. Adapun persentase peningkatan apabila aplikasi pemupukan Si nano dari yang

semula 0% dan 15% ditingkatkan menjadi 30%, ialah masing-masing sebesar 2,74% dan 7,36%.

Apabila dilihat berdasarkan pengaruh berbagai konsentrasi aplikasi pemupukan Si nano pada berbagai frekuensi aplikasinya terhadap nilai rendemen batang tebu, hanya pada aplikasi pemupukan Si nano dengan konsentrasi 30% saja yang memberikan perbedaan yang cukup nyata diantara perlakuannya. Pada pengaruh aplikasi pemupukan Si nano dengan konsentrasi 30% terhadap nilai rendemen batang tebu, aplikasi sebanyak 1 kali memberikan hasil yang cukup berbeda nyata dengan hasil pada aplikasi 3 dan 4 kali, namun tidak berbeda nyata dengan hasil dari perlakuan 2 kali. Adapun persentase peningkatan nilai rendemen tebu apabila dari yang semula aplikasi pemupukan Si nano dengan konsentrasi dilakukan sekali aplikasi dan ditingkatkan menjadi 2, 3, dan 4 kali, ialah sebesar 14,35%, 21,45%, dan 23,67%.

Apabila dilihat berdasarkan pengaruh berbagai frekuensi aplikasi pemupukan Si nano pada berbagai konsentrasi aplikasinya terhadap nilai rendemen batang tebu, secara umum tidak ada perbedaan secara nyata diantara perlakuannya. Pada aplikasi pemupukan Si nano sebanyak 2 kali, bila dari yang semula diaplikasikan dengan konsentrasi sebesar 0% dirubah menjadi 15% dan 30%, terjadi peningkatan hasil masing-masing sebesar 7,39% dan 5,75%. Pada aplikasi pemupukan Si nano sebanyak 3 kali, hasil rendemen batang tebu aplikasi pemupukan Si nano dengan konsentrasi 30% memberikan hasil rendemen yang lebih tinggi 4,76% terhadap hasil aplikasi 0% dan 14,99% terhadap hasil aplikasi 30%. Pada aplikasi pemupukan Si nano sebanyak 4 kali, hasil rendemen batang tebu aplikasi pemupukan Si nano dengan konsentrasi 30% memberikan hasil rendemen yang lebih tinggi sebesar 7,73% terhadap aplikasi 0% dan 14,99% terhadap aplikasi 14,99% terhadap 15% pada frekuensi aplikasi yang sama.

4.2. Pembahasan

Pertumbuhan dan perkembangan tanaman merupakan proses yang penting dalam kehidupan dan perkembangbiakan suatu spesies. Pertumbuhan dan perkembangan berlangsung secara terus-menerus sepanjang daur hidup, tergantung pada hasil asimilasi, hormon, dan substansi pertumbuhan lainnya, serta

lingkungan yang mendukung. Pertumbuhan adalah proses penambahan volume tubuh makhluk hidup yang sifatnya tidak bisa kembali ke keadaan semula. Penambahan tersebut disebabkan adanya penambahan jumlah dan volume sel, karena adanya pembelahan mitosis dan pembesaran sel. Arti kata pertumbuhan meliputi: (1) pergandaan protoplasma, (2) perbanyakkan sel, (3) penambahan ruang, (4) penambahan bobot kering, (5) fenologi tanaman. Menurut Susanto (2014) hasil akhir dari tanaman merupakan fungsi dari pertumbuhan, sementara keberhasilan pertumbuhan suatu tanaman sangat dipengaruhi oleh: (1) kondisi lingkungan, (2) faktor genetik, dan (3) manajemen tanaman. Apabila diketahui jika faktor genetik dan manajemen bukan merupakan suatu kendala dalam pertumbuhan tanaman, maka pertumbuhan tanaman hanya dikendalikan atau dipengaruhi secara dominan oleh faktor lingkungan. Diketahui bahwa tanaman dan lingkungannya merupakan suatu kesatuan yang tidak terpisahkan dalam kehidupan tanaman. Oleh karena itu, agar tanaman dapat tumbuh dan berkembang dengan baik, dan dapat menyelesaikan siklus hidupnya secara lengkap, maka diperlukan kondisi lingkungan yang optimum dan mendukung pertumbuhan tanaman tersebut. Dalam hidup tanaman, faktor lingkungan dapat dibedakan berdasarkan ruang, yaitu faktor lingkungan di atas tanah dan lingkungan di dalam tanah yang mencakup tanah, air, dan unsur hara.

Menurut Mustafa *et al.* (2012) tanah berperan sebagai tempat tumbuh tanaman. Akar tanaman berjangkar pada tanah sehingga dapat berdiri dan tumbuh dengan baik. Tanah mampu menyediakan air dan berbagai unsur hara baik makro maupun mikro. Disamping itu, tanah juga mampu menyediakan oksigen (O_2) bagi pertumbuhan tanaman yang dikenal melalui sistem aerasi tanah. Tanah menopang berdirinya tanaman. Akar tanaman perlu berkembang baik dalam tanah agar dapat menjamin berdirinya tanaman. Kalau drainase tanah terhambat, akar hanya berkembang pada lapisan atas yang aerasinya baik. Dengan perakaran yang dangkal, tanaman akan mudah rebah. Tanah juga berperan sebagai tempat hidup organisme hidup termasuk mikroorganisme dan makroorganisme tanah. Selain itu, juga berperan sebagai tempat hidup berbagai vegetasi yang hidup di atasnya (Mustafa *et al.*, 2012)

Mengingat tingginya fungsi tanah bagi kehidupan tanaman suatu tanaman, maka penyediannya lingkungan tumbuh (tanah) yang baik secara fisik, kimia, dan biologi perlu dilakukan. Berdasarkan analisa tekstur tanah yang dilakukan secara mandiri, adapun tekstur tanah pada lahan penelitian ialah pasir berlempung. Menurut Aisyah (2012) adapun ciri-ciri tekstur tanah pasir berlempung memiliki terkstur yang kasar. Pasir berlempung ini akan membentuk bola yang mudah hancur karena daya ikat pada partikel-partikel di pasir berlempung tidak kuat serta akan sedikit sekali lengket karena memang kandungan lempungnya yang sedikit. Dengan tekstur tanah yang cenderung dominan berpasir, struktur tanah yang dimiliki pada lahan penelitian tersebut memiliki sifat yang kurang mantap dan memiliki sifat yang remah. Foth (1994) mengatakan ruangan pori total pada tanah yang berpasir cenderung rendah, tetapi sebagian besar tersusun dari pori-pori besar yang sangat efisien untuk pergerakan air dan udara. Namun, persentase volume yang diisi oleh pori-pori kecil pada tanah berpasir cukup rendah, yang menjadi penyebab rendahnya tanah berpasir pada kapasitas menyimpan air. Sehingga pada tanah-tanah yang teksturnya berpasir memiliki kecenderungan sistem drainase yang sangat baik namun kurang baik dalam menyediakan air bagi tanaman yang tumbuh di atasnya.

Hasil analisa tanah awal yang dilakukan oleh Putri (2014) pada tabel 3 menunjukkan status unsur hara yang ada di lahan penelitian secara umum sangat rendah. Hasil analisa terhadap kandungan beberapa unsur hara makro yang diperlukan tanaman tebu dalam pertumbuhan dan perkembangannya menunjukkan kandungannya dalam tanah tersebut sangatlah rendah. Nilai kandungan N-total, P-tersedia, dan Ca pada tanah lahan penelitian ialah masing sebesar 0,04%, 7,25ppm, dan 1,96%, yang semuanya masuk dalam kategori yang sangat rendah dalam status kesuburan tanah (Putri, 2014). Selain mengacu pada sifat kimia tanah, secara biologi tanah yang ada di lahan penelitian juga masuk dalam kategori sangatlah rendah. Hal tersebut dibuktikan dari hasil analisa kandungan C-organik pada tanah di lahan tersebut yang bernilai rendah, yaitu pada nilai 0,19% saja yang menunjukkan kandungan bahan organik pada lahan tersebut rendah. Rendahnya kandungan bahan organik pada tanah lahan penelitian dengan teksturnya yang berpasir, tidak mengherankan bila KTK yang

ada pada lahan tersebut juga masuk dalam kategori rendah. Hal tersebut diperkuat dengan pendapat Mustafa *et al.* (2012) yang menyatakan tanah dengan kandungan bahan organik atau kadar liat tinggi mempunyai KTK lebih tinggi daripada tanah-tanah dengan kandungan bahan organik rendah atau tanah berpasir. Tanah dengan KTK tinggi mampu menyerap dan menyediakan unsur hara lebih baik daripada tanah KTK rendah. Tanah dengan KTK tinggi bila didominasi oleh kation basa seperti Ca, Mg, K, Na dapat meningkatkan kesuburan tanah, tetapi bila didominasi oleh kation asam seperti Al dan H dapat mengurangi kesuburan tanah. Bahkan pada hasil analisa tingkat kemasaman tanah (pH), menunjukkan pH tanah masuk dalam kategori masam dengan nilai kemasamannya yaitu 4,65. Dengan kondisi kemasaman tanah yang cukup rendah, aktivitas kimia dan biologi tanah pada lahan penelitian juga dapat terhambat.

Si merupakan unsur hara yang sangat penting untuk pertumbuhan dan perkembangan tanaman tebu. Tanaman tebu menyerap unsur hara Si dari dalam tanah dalam jumlah yang cukup besar, bahkan lebih banyak dari unsur hara lainnya (Toharisman dan Mulyadi, 2005; Mativchenkov dan Calvert, 2002), sehingga tidak mengherankan apabila Meyer *et al.* (2011) dan Ridge (2013) mengategorikan Si ke dalam unsur hara makro sekunder bagi tanaman tebu. Selain memiliki banyak peran positif dalam pertumbuhan dan perkembangan tanaman tebu, unsur Si juga berperan dalam tingkat ketahanan tanaman tebu terhadap hama dan penyakit yang menyerang tanaman tebu, bahkan ketersediaannya di dalam tanah memiliki peran yang positif terhadap sifat-sifat tanah (Yukamgo dan Yuwono, 2007). Hasil penelitian Putri (2014) mengungkapkan aplikasi pemupukan Si nano dapat meningkatkan kandungan P-tersedia dan tingkat kemasaman tanah yang sebelumnya pada tingkat cukup masam. Sehingga ketersediaan unsur hara Si bagi pertanaman tebu sangat diperlukan.

Hasil analisa tanah awal yang juga dapat dilihat pada Tabel 3, menunjukkan kandungan Si total yang ada di tanah lahan penelitian menurut Putri (2014) masuk dalam kategori sedang dengan nilai kandungannya sebesar 22,4%. Meskipun demikian untuk kandungan Si tersedia dan kadar Si batu yang ada di lahan penelitian masuk dalam kategori sangat rendah dengan nilai masing-masing

sebesar 0,1 ppm dan 0,07%. Menurut Landon, 1984 (dalam Mulyadi *et al.*, 2007) menyatakan kadar Si tanah sebesar 135 ppm pada tanah termasuk dalam kategori rendah. Sementara itu, Salminen (2006) mengungkapkan kandungan Si batu sebesar 45-50% masuk dalam kategori rendah. Dengan diketahuinya tingkat kesuburan tanah pada lahan penelitian yang cukup rendah terutama kandungan Si tanah, mengindikasikan bahwa daya dukung lahan tersebut rendah dan rendahnya daya dukung lahan tersebut berdampak pada rendahnya produktivitas lahan. Pada kegiatan budidaya tebu, menurut P3GI (2008) produktivitas tanah yang menurun akibat ketimpangan neraca hara, pada saatnya tidak saja akan menurunkan hasil panen, namun juga menurunkan kualitas hasil panen, misalnya rendemen tanaman tebu.

Pupuk adalah suatu bahan yang digunakan untuk memperbaiki kesuburan tanah, sedangkan pemupukan adalah penambahan bahan tersebut ke tanah agar tanah menjadi lebih subur. Menurut Mustafa *et al.* (2012) pemupukan pada umumnya diartikan sebagai penambahan zat hara tanaman ke dalam tanah. Dalam arti luas pemupukan sebenarnya juga termasuk penambahan bahan-bahan yang dapat memperbaiki sifat-sifat tanah misalnya pemberian pasir pada tanah liat, penambahan tanah mineral pada tanah organik, pengapuran dan sebagainya yang disebut ameliorasi. Pemupukan daun menurut Mustafa *et al.* (2012) dikategorikan dalam klasifikasi pupuk menurut keadaan fisiknya. Pupuk daun adalah pupuk anorganik yang cara pemberiannya dilakukan dengan penyemprotan ke daun. Kelebihan pupuk daun dibandingkan dengan pupuk akar adalah penyerapan hara melalui mulut daun (stomata) berjalan cepat, sehingga perbaikan tanaman cepat terlihat. Unsur hara itu, unsur hara yang diberikan lewat daun hampir seluruhnya dapat diambil tanaman dan tidak menyebabkan kelelahan atau kerusakan tanah. Kekurangan pupuk yang diberikan lewat daun adalah bila dosis yang diberikan terlalu besar, maka daun akan rusak. Matlou (2006) mengungkapkan aplikasi pemupukan daun pada umumnya dilakukan untuk menambahkan unsur hara mikro pada tanaman yang mengalami kekurangan unsur hara mikro tertentu. Bahkan Matlou (2006) juga mengungkapkan aplikasi pemupukan Si melalui sistem pemupukan daun tidak biasa mengingat kebutuhan tanaman tebu akan unsur hara ini sangat tinggi (misalnya, menurut Mativchenkov dan Calvert (2002)

tanaman tebu yang menyerap Si sebanyak 500-700 kg ha⁻¹) dan biasanya melalui pemupukan tanah. Meskipun begitu, pemupukan daun sangat berguna pada tanaman yang tidak mampu mentransportasikan Si melalui sistem pembuluhnya dari akar ke daun pada tanaman tersebut (Menzies *et al.*, 1992 dalam Matlou; 2006)

Hasil penelitian menunjukkan bahwa secara umum terdapat pengaruh interaksi yang nyata antara frekuensi dan konsentrasi aplikasi pemupukan Si nano terhadap semua variabel pengamatan pada tanaman tebu, meliputi: jumlah daun, tinggi tanaman, panjang batang produksi, diameter batang, jumlah tanaman per meter juring, jumlah ruas, panjang ruas batang, bobot batang per meter, bobot batang tebu hasil taksasi dan rendeman batang tebu. Adanya interaksi yang nyata antara frekuensi dan konsentrasi aplikasi pemupukan Si nano terhadap semua variabel pengamatan pada tanaman tebu terdapat pada hampir setiap umur pengamatan tanaman tebu. Secara umum hasil tertinggi didapatkan pada tanaman tebu yang diaplikasikan 4 kali pemupukan Si nano dengan konsentrasi 30%, dan disusul oleh hasil dari perlakuan 4 kali pemupukan Si nano dengan konsentrasi 15% dan atau oleh hasil dari aplikasi perlakuan 3 kali pemupukan Si nano dengan konsentrasi 30%. Hal tersebut dapat dipahami karena kebutuhan Si pada tanaman tebu sangat besar bahkan lebih banyak dari unsur hara yang lain (Toharisman dan Mulyadi, 2005; Mativchenkov dan Calvert, 2002).

Daun ialah organ yang sangat penting bagi tanaman yang merupakan penciri tumbuhan sebagai organisme fotoautotrof. Daun yang juga memiliki sebutan sebagai organ asimilator bagi tanaman merupakan bagian tanaman dimana kegiatan fotosintesis atau yang juga disebut sebagai proses asimilasi karbon berlangsung. Produk dari kegiatan fotosintesis yang biasa disebut dengan fotosintat atau asimilat dibutuhkan oleh tanaman itu sendiri. Fungsi asimilat yang dihasilkan oleh daun akan digunakan tanaman untuk: (1) sebagai bahan dalam melakukan pertumbuhan tanaman, (2) dialokasikan ke bagian “sink” tanaman, (3) disimpan sebagai cadangan makanan. Dalam proses pertumbuhan tanaman akan mengalami penambahan biomassa tanaman (berat kering) yang merupakan akumulasi dari asimilat dan juga hasil metabolisme dari tanaman dalam menyusun biomassa tanaman. Karena produksi asimilat dipengaruhi oleh daun

dan proses pertumbuhan tanaman (pertambahan biomassa tanaman) dipengaruhi oleh asimilat yang dihasilkan oleh daun, maka pengamatan organ daun ini perlu dilakukan. Menurut Rachmawati (2011), jumlah daun yang semakin banyak mengakibatkan tempat fotosintesis bertambah sehingga fotosintat yang dihasilkan semakin meningkat. Hasil penelitian menunjukkan adanya interaksi antara frekuensi dan konsentrasi pemupukan Si nano terhadap jumlah daun menempel pada tanaman tebu. Pada pengamatan umur ke 7 dan 9 BST, perlakuan 4 kali pemupukan Si nano konsentrasi 30% dan 15% memberikan jumlah daun yang lebih banyak dibandingkan dengan jumlah daun dari perlakuan yang lain. Sementara itu pada umur pengamatan 5 dan 11 BST, jumlah daun dari kedua perlakuan tersebut tidak berbeda nyata dengan jumlah daun tertinggi yang dihasilkan oleh perlakuan yang lain. Hasil penelitian ini sependapat dengan hasil penelitian yang dilakukan oleh Lee *et al.*, 1985 (dalam Aziz *et al.*, 2002) bahwasanya adanya peningkatan jumlah daun dan jumlah anakan pada tanaman padi yang diaplikasikan terak baja yang mengandung banyak Si. Bahkan hasil penelitian dari Putri (2014) menunjukkan aplikasi pupuk Si nano dengan konsentrasi 15% dan 30% memberikan jumlah daun yang cukup nyata dibandingkan tanpa diaplikasikannya pupuk Si nano pada fase vegetatif awal tanaman tebu.

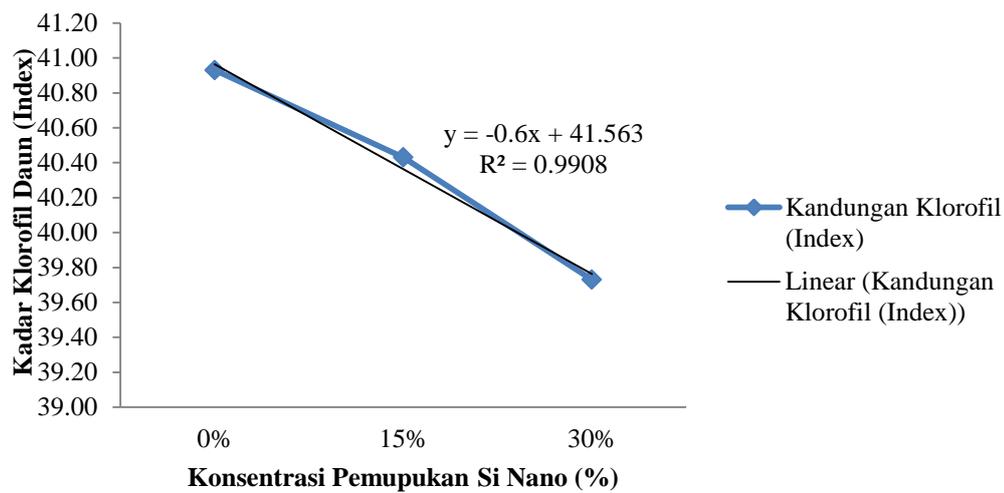
Pemberian pupuk Si, menurut Yukamgo dan Yuwono (2007), Toharisman (2010), dan Matlou (2006) berpengaruh terhadap penurunan tingkat transpirasi yang dilakukan oleh daun. Leiwin dan Reiman, 1966 (dalam Yukamgo dan Yuwono, 2007) menyatakan bahwa laju transpirasi pada tebu yang kekurangan Si 30%, lebih tinggi dibandingkan dengan tebu yang kecukupan Si. Bahkan hasil penelitian Ma *et al.*, 2001 (dalam Matlou, 2006) peningkatan kandungan SiO₂ pada daun tanaman menurunkan laju transpirasinya. Transpirasi ialah kegiatan penguapan air yang dilakukan oleh daun. Endress *et al.* (2010) mengungkapkan bahwasanya transpirasi secara utama dipengaruhi oleh membuka-menutupnya stomata yang mana merupakan proses fisiologi yang sangat sensitif terhadap cekaman kekeringan pada tanaman. Matlou (2006) menambahkan transpirasi yang berlebihan dapat menyebabkan penutupan stomata daun yang berakibat pada penurunan tingkat fotosintesis tanaman. Apabila tanaman mengalami cekaman

kekeringan, biasanya daun-daun tanaman akan layu dan mengering. Kondisi yang demikian ini merupakan kondisi adaptasi tanaman dalam cekaman kering untuk mengurangi tingkat transpirasi pada daun tanaman. Sehingga tidak mengherankan aplikasi pemupukan Si nano pada tanaman tebu dapat mengontrol tingkat transpirasi daun tanaman tebu, sehingga tanaman tebu akan tahan pada cekaman kekeringan yang mana penurunan jumlah daun dapat dikendalikan akibat cekaman kekeringan dapat teratasi. Yukamgo dan Yuwono (2007) menuturkan, pemberian Si dapat diasosiasikan dengan peningkatan kadar Si gel ($\text{SiO}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$) yang berasosiasi dengan selulosa pada sel epidermis dari dinding sel daun. Akibatnya, lapisan Si gel yang tebal membantu menahan atau memperlambat kehilangan air akibat penguapan. Sedangkan pada dinding sel epidermis yang tidak terdapat lapisan Si gel yang tebal akan terjadi pelolosan air yang sangat cepat. Selain itu Si juga memperkuat dinding sel epidermis sehingga dapat menekan kegiatan transpirasi dan cekaman air dapat berkurang

Menurut Savant *et al.* (1999), Yukamgo dan Yuwono (2007), Toharisman (2010), dan Aziz *et al.* (2002), pemberian Si pada tanaman tebu dapat meningkatkan tingkat efisiensi fotosintesis daun tanaman tebu. Peningkatan efisiensi fotosintesis disini selain disebabkan karena efisiennya tanaman tebu dalam penggunaan air akibat penurunan tingkat transpirasi daun tanaman tebu, namun juga disebabkan oleh tegaknya daun tanaman tebu. Mulyadi dan Toharisman (2008) menuturkan bahwasanya pada kondisi lapang dimana tebu tumbuh lebat biasanya daun dari satu tanaman dengan tanaman lainnya akan saling tumpang tindih bersaing memperebutkan cahaya. Pada daun yang terjadi tumpang tindih dengan daun yang di atasnya maka daun yang dibawah hanya menerima energi matahari sebesar 50% dari daun di atasnya, sehingga daun yang menerima sedikit energi cahaya matahari akan cenderung menjadi daun parasit karena tidak menghasilkan asimilat secara optimal. Daun dikatakan sebagai parasit apabila daun tersebut tidak melakukan proses asimilasi namun justru menjadi "sink" asimilat, sehingga memanfaatkan asimilat dari daun produktif untuk bertahan hidup

Pemberian Si menyebabkan daun tumbuh lebih kuat dan bisa merentang dengan baik, sehingga bisa mengurangi dampak negatif saling menaungi. Selain

itu, dengan tegaknya daun tanaman tebu sirkulasi CO₂ di dalam areal pertanaman tebu akan semakin lancar. Dampaknya lebih jauh menyebabkan proses fotosintesis relatif berjalan lancar. Dalam penelitian ini, peneliti tidak dapat secara langsung membuktikan pengaruh aplikasi pemupukan Si terhadap tingkat ketegakan daun tanaman tebu. Namun dari hubungan kandungan klorofil daun tanaman tebu dan tingkat cahaya yang diterima olah daun, barulah dapat dibuktikan pengaruh Si terhadap tingkat ketegakan daun tanaman tebu.



Gambar 8. Pengaruh konsentrasi aplikasi pemupukan Si nano terhadap kandungan klorofil daun; pengukuran dilakukan dengan menggunakan klorofilmeter tipe minolta SPAD 502.

Hasil analisa ragam menunjukkan aplikasi frekuensi dan konsentrasi aplikasi pemupukan Si nano tidak adanya interaksi dan tidak memberikan pengaruh yang nyata pada kandungan klorofil daun tanaman tebu pada uji signifikansi 5% (lampiran 6). Meskipun secara statistika aplikasi frekuensi dan konsentrasi pemupukan Si nano tidak memberikan pengaruh yang nyata, namun dapat dilihat pada gambar 8 di atas bahwasanya semakin tinggi diaplikasikannya konsentrasi Si nano justru menurunkan kandungan klorofil daun tanaman tebu. Hal ini juga ditunjukkan dari hasil penelitian Pulung (2007) yang mana dengan peningkatan dosis pemupukan Si justru menurunkan kandungan klorofil daun yang diukur pada alat yang sama. Pradnyawan *et al.* (2005) mengungkapkan daun pada kondisi ternaungi umumnya mempunyai klorofil yang lebih banyak. Jumlah klorofil yang lebih banyak pada daun tanaman di bawah yang ternaungi berfungsi untuk memaksimalkan penyerapan cahaya pada kondisi cahaya rendah. yang

mana klorofil pada tanaman ternaungi tersusun dalam keadaan fototaksis. Sitrait (2008) juga mengungkapkan daun yang mengalami naungan umumnya mempunyai klorofil lebih banyak, khususnya klorofil b, terutama karena tiap kloroplas mempunyai lebih banyak grana dibandingkan dengan daun *sun plants*. Peningkatan klorofil b dilakukan oleh tanaman sebagai upaya penyesuaian secara fisiologis dengan kondisi naungan guna mengoptimalkan penangkapan cahaya, sebab klorofil b berperan langsung sebagai antena pemanen cahaya. Sementara klorofil a berpartisipasi dalam pengubahan energi radiasi yang ditangkap oleh klorofil b menjadi energi kimia. Dari hasil pengamatan klorofil, hasil dari aplikasi penyemprotan air dan juga pada frekuensi aplikasi rendah memberikan nilai klorofil yang lebih tinggi, kondisi tersebut memungkinkan kondisinya daunnya ternaungi oleh daun di atasnya, mengingat aplikasi pengukuran ini dilakukan pada daun ke 1, 3, dan 5 dari daun paling atas. Sementara daun dengan hasil aplikasi pemupukan Si nano menghasilkan kandungan klorofil yang lebih rendah yang menandakan daun cenderung menerima intensitas cahaya matahari yang cukup besar. Hal ini sesuai pada hasil penelitian Pradnyawan *et al.* (2005) yang mana daun pada tingkat naungan 0% memiliki kandungan klorofil daun yang lebih rendah daripada daun yang ternaungi pada persentase 40% dan 70%.

Bagian tanaman tebu yang memiliki nilai ekonomi paling tinggi ialah batang tanaman tebu. Pada bagian ini mengandung nira yang dapat diolah menjadi gula dan bioethanol. Pertumbuhan batang tebu ini merupakan bagian terpenting dari kegiatan produksi tanaman tebu sebagai bahan baku pembuatan gula. Semakin panjang batang tanaman tebu, maka semakin tinggi pula hasil panen yang akan di dapat. Panjang batang tanaman tebu ini dipengaruhi oleh jumlah ruas dan masing-masing panjang ruas dari batang tanaman tebu tersebut. Selain dipengaruhi oleh jumlah dan panjang ruas, panjang batang tanaman tebu juga sangat dipengaruhi oleh tinggi tanaman tebu. Semakin tinggi tanaman tebu maka semakin panjang pula panjang batang yang didapatkan. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa aplikasi pemupukan Si nano memberikan pengaruh yang positif terhadap tinggi tanaman tebu. Hasil penelitian ini memberikan hasil bahwasanya interaksi antara 4 kali aplikasi pemupukan Si nano dengan konsentrasi 15% memberikan tinggi tanaman yang paling tinggi pada umur 7 dan 9 BST, lalu

disusul oleh interaksi antara perlakuan 4 kali aplikasi pemupukan nano dengan konsentrasi 30% yang memberikan hasil paling tinggi pada umur 11 BST. Bahkan hampir secara umum aplikasi pemupukan Si nano dengan konsentrasi 30% memberikan tinggi tanaman yang paling tinggi dan disusul dengan aplikasi pemupukan Si nano konsentrasi 15% pada setiap umur pengamatan. Hasil tersebut juga sependapat dengan hasil penelitian Putri (2014) dimana aplikasi pemupukan Si nano dengan konsentrasi 30% memberikan hasil tinggi tanaman tebu yang lebih tinggi dari hasil aplikasi pemupukan Si nano 15% dan 0%. Hasil penelitian yang dilakukan oleh Mulyadi *et al.* (2007) juga menunjukkan aplikasi pemupukan Si pada tanah pada dosis tertentu dapat meningkatkan tinggi tanaman tebu secara nyata pada umur 4,5 bulan. Bahkan hasil penelitian Mulyadi dan Toharisman (2008) menunjukkan peningkatan dosis aplikasi pemupukan Si pada tanaman tebu memberikan hasil peningkatan tinggi tanaman yang cukup nyata pada percobaan yang dilakukan di rumah kaca dan di lapangan. Gascho, 1978 (dalam Savant *et al.*, 1999) melaporkan aplikasi terak TVA dan natrium silikat meningkatkan tinggi tanaman tebu yang ditumbuhkan di dalam rumah kaca. Hal ini menunjukkan respon tanaman tebu terhadap pemupukan Si berpengaruh positif dalam meningkatkan pertumbuhan tanaman. Mulyadi *et al.* (2008) menyebutkan efektifitas pemupukan Si mampu meningkatkan pertumbuhan tinggi tanaman secara signifikan ketika tanaman berumur 3 bulan.

Pengaruh unsur hara Si pada peningkatan kuantitas hasil panen tanaman tebu dari komponen pengamatan bobot panen tanaman tebu banyak disebutkan dalam beberapa studi penelitian (Toharisman *et al.*, 2011; Yukamgo dan Yuwono, 2007; Mativchenkov dan Calvert, 2002), namun jarang yang menghubungkannya dengan parameter tinggi dan panjang batang produksi tanaman tebu. Menurut Savant *et al.* (1999) Si mungkin saja terlibat dalam pemanjangan dan atau pembelahan sel. Pada studi di lapangan, tinggi tanaman secara kuadrat berhubungan dengan tingkat Si yang diaplikasikan, dan pada saat yang bersamaan ukuran diameter batang secara linear juga meningkat (Elawad *et al.*, 1982 dalam Savant *et al.*, 1999). Phickett, 1971 (dalam Savant *et al.*, 1999) mengindikasikan beberapa pengaruh Si terhadap tanaman tebu ialah semakin panjang tanaman tebu maka semakin besar diameter batang tanaman tebu dan juga meningkatnya jumlah

sogolan. Oleh karenanya pengamatan tentang kemungkinan peran Si pada perkembangan dan pembelahan sel tanaman masih perlu dilakukan.

Panjang batang produksi tanaman tebu merupakan salah satu komponen penting dalam hasil panen atau bobot panen tanaman tebu. Batang produksi tanaman tebu ialah bagian dari batang tanaman tebu yang dipanen dimana pada bagian batang tersebut sudah tidak lagi adanya daun hijau yang masih menempel dan memiliki kandungan sukrosa yang cukup tinggi, yang mana batang produksi merupakan tempat sukrosa disimpan sebagai cadangan makanan tanaman tebu. Selain dipengaruhi oleh jumlah ruas dan panjang ruas batang tebu, panjang batang produksi lebih dipengaruhi oleh tinggi tanaman tebu. Semakin tinggi tanaman tebu, maka semakin panjang batang produksi yang diperoleh. Sehingga secara umum penjelasan pengaruh pemupukan Si nano terhadap panjang batang produksi sama dengan penjelasan pengaruh pemupukan Si nano terhadap tinggi tanaman tebu. Dari hasil penelitian menunjukkan interaksi antara 4 kali aplikasi pemupukan Si nano dengan konsentrasi 30% memberikan panjang produksi yang lebih panjang dan cukup berbeda nyata pada umur pengamatan 9 dan 11 BST. Bahkan secara hampir secara umum aplikasi pemupukan Si nano dengan konsentrasi 30% memberikan hasil panjang batang produksi yang lebih tinggi dibandingkan dengan hasil dari aplikasi pemupukan Si nano dengan konsentrasi yang lebih rendah.

Hasil penelitian yang sama juga ditunjukkan oleh Putri (2014) yang mana pada pengukuran panjang batang produksi yang dilakukan pada fase vegetatif awal tanaman tebu menghasilkan aplikasi pemupukan Si nano dengan konsentrasi 30% memberikan panjang batang produksi yang paling unggul dibandingkan perlakuan yang lain meskipun perbedaannya tidak nyata secara statistika. Mulyadi dan Toharisman (2003) juga melaporkan pemupukan Si dengan dosis 100-700 kg ha⁻¹ mampu meningkatkan tinggi tanaman antara 199-32% dibandingkan tanpa perlakuan Si, yang berarti juga terjadi peningkatan panjang batang produksi akibat pemupukan Si. Hasil penelitian diatas menunjukkan adanya pengaruh bahwasanya panjang batang produksi tanaman tebu dipengaruhi oleh tinggi tanaman tebu, yang dalam penelitian ini dibuktikan kedua parameter tersebut memiliki nilai yang paling tinggi akibat pemupukan Si nano sebesar 30%.

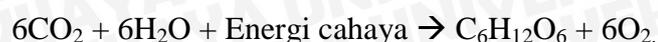
Telah disebutkan sebelumnya, bahwasanya bagian batang tanaman tebu ialah bagian yang utama dan memiliki nilai ekonomis paling tinggi. Selain mengamati tinggi dan panjang batang produksi tanaman tebu sebagai komponen hasil panen tebu, diameter batang tanaman tebu juga memiliki peranan sangat penting sebagai salah satu komponen hasil panen tanaman tebu. Menurut Pawirosemadi (2011) ukuran diameter batang tanaman tebu menjadi penentu utama dalam pengambilan sampel tanaman tebu yang akan diambil sebagai bahan dalam kegiatan taksasi produksi. Adapun hubungan parameter ukuran diameter terhadap bobot tanaman tebu ialah semakin besar diameter batang tanaman tebu, maka berat batang tebu per satuan meter juga meningkat. Hal tersebut dikarenakan dengan semakin besarnya ukuran diameter maka semakin besar pula volume batang tanaman tebu. Meskipun demikian nilai massa jenis batang tanaman tebu juga cukup berpengaruh terhadap bobot tanaman tebu. Hasil penelitian menunjukkan adanya interaksi yang nyata antara frekuensi dan konsentrasi aplikasi pemupukan Si nano terhadap ukuran diameter batang tebu pada hampir setiap umur pengamatan tanaman tebu. Secara umum, 4 kali aplikasi pemupukan Si nano dengan konsentrasi 30% memberikan ukuran diameter paling tinggi pada umur pengamatan 7 dan 9 BST, sementara 4 kali aplikasi perlakuan pemupukan Si nano dengan konsentrasi 15% memberikan ukuran diameter yang tertinggi pada umur pengamatan 5 dan 11 BST. Secara umum, aplikasi pemupukan Si nano dengan konsentrasi 30% memberikan hasil yang paling tinggi pada setiap umur pengamatan.

Elawad *et al.*, 1982 (*dalam Savant et al.*, 1999) melaporkan bahwa aplikasi dari TVA dan terak kalsium silikat (mencapai 20 ton ha^{-1}) pada pertanaman tebu meningkatkan tinggi tanaman, diameter batang, jumlah tanaman tebu, dan hasil gula bahkan hingga tanaman tebu keprasan. Phicket, 1971 (*dalam Savant et al.*, 1999) mengindikasikan beberapa pengaruh Si terhadap tanaman tebu ialah semakin panjang tanaman tebu maka semakin besar diameter batang tanaman tebu dan juga meningkatnya jumlah sogolan. Telah disebutkan sebelumnya bahwasanya, pada studi di lapangan, tinggi tanaman secara kuadrat berhubungan dengan tingkat Si yang diaplikasikan, dan pada saat yang bersamaan ukuran diameter batang secara linear juga meningkat (Elawad *et al.*, 1982 *dalam*

Savant *et al.*; 1999). Bahkan hasil dari penelitian Putri (2014) aplikasi pemupukan Si nano dengan konsentrasi 30% memberikan ukuran diameter batang tanaman yang nyata dan lebih besar dibandingkan dengan aplikasi pemupukan Si nano dengan konsentrasi 15% dan apalagi bila dibandingkan dengan ukuran diameter tanaman tebu yang tidak diaplikasikan pemupukan Si nano. Gascho (2001) melaporkan bahwa penerapan TVA terak dan Na silika untuk tebu ditanam rumah kaca mengindikasikan bahwa beberapa efek dari Si pada tebu adalah batang dengan diameter lebih besar dan peningkatan jumlah serapan.

Pendapat yang diungkapkan oleh Savant *et al.* (1999) yang menyatakan Si mungkin saja terlibat dalam pemanjangan dan atau pembelahan sel, memberikan titik terang pengaruh Si terhadap peningkatan pertumbuhan tanaman tebu. Kegiatan penambahan ukuran diameter mengacu pada perkembangan organ tanaman tebu yang tidak lain ialah kegiatan perkembangan atau pemanjangan sel hasil dari perbanyakan sel melalui pembelahan mitosis. Yukamgo dan Yuwono (2007) dalam jurnalnya menyatakan Si di dalam daun membantu translokasi karbon atau fotosintat yang dihasilkan dari kegiatan fotosintesis. Telah dijelaskan sebelumnya bahwasanya fotosintat dalam tanaman digunakan sebagai bahan dalam melakukan pertumbuhan tanaman dan dialokasikan ke bagian “sink” tanaman. Mengingat batang tanaman tebu merupakan bagian “sink” dan kegiatan pemanjangan sel batang tanaman tebu merupakan kegiatan perkembangan batang tanaman tebu, sehingga dengan lancarnya translokasi asimilat dalam jaringan tanaman yang dibantu oleh Si tidak mengherankan bila ukuran diameter batang tanaman tebu dapat berkembang dengan baik.

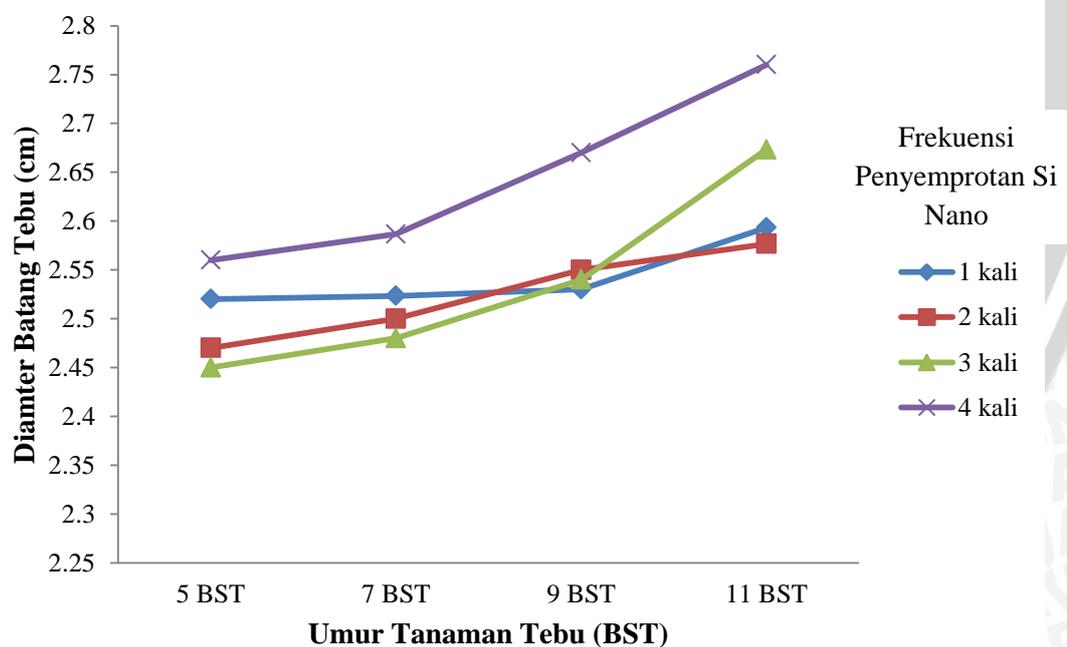
Air yang diserap oleh tanaman memiliki peran yang cukup penting dalam proses fotosintesis dan transpirasi. Proses transpirasi pada tanaman berguna untuk menyerap unsur hara yang ada dalam tanah yang terlarut dalam air, sehingga kebutuhan tanaman akan unsur hara dapat terpenuhi. Dalam kegiatan fotosintesis, molekul air berguna dalam salah satu penyusun asimilat. Secara sederhana, reaksi fotosintesis dapat ditulis seperti di bawah ini:



Menurut Campbell *et al.* (2002) pada mekanisme fotosintesis oksigen yang dikeluarkan oleh tumbuhan berasal dari air dan bukan dari karbon dioksida.

Kloroplas menguraikan air menjadi hidrogen dan air, yang selanjutnya ekstraksi hidrogen dari air akan digunakan dalam membentuk senyawa asimilat atau karbohidrat. Dari reaksi fotosintesis sederhana yang telah ditampilkan sebelumnya, dapat diketahui apabila substrat ($6\text{CO}_2 + 6\text{H}_2\text{O} + \text{Energi cahaya}$) yang tersedia cukup banyak maka produk fotosintesis ($\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 + 6\text{O}_2$) juga akan meningkat. Peningkatan produk utama fotosintesis yaitu asimilat ($\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$) dapat berakibat pada peningkatan biomassa tanaman tebu, sehingga apabila terjadi peningkatan biomassa pada batang tanaman tebu maka bobot batang tebu yang terpanen juga akan semakin meningkat.

Perlakuan frekuensi penyemprotan Si nano selain meningkatkan jumlah unsur Si yang diberikan pada tanaman, juga meningkatkan jumlah air yang diberikan. Air pada pemupukan Si Nano berguna sebagai pelarut pupuk Si nano dalam aplikasi pemupukan daun. Telah dijelaskan sebelumnya bahwasanya banyaknya air yang diserap tanaman dapat meningkatkan asimilat yang dihasilkan, sehingga adanya kemungkinan pengaruh pemberian air yang berbeda menyebabkan pertumbuhan tanaman yang berbeda-beda pula.



Gambar 9. Pengaruh frekuensi pemupukan si nano terhadap diameter batang tebu (cm)

Pada gambar 9 di atas menunjukkan bahwasanya pengaruh frekuensi penyemprotan Si nano menyebabkan adanya perbedaan dalam ukuran diameter

batang tebu. Semakin banyak frekuensi aplikasi pemupukan Si nano menyebabkan semakin besar ukuran diameter batang tanaman tebu. Sehingga dapat dikatakan juga semakin banyak Si dan air yang diaplikasikan pada tanaman tebu, semakin besar pula ukuran diameter batang tanaman tebu. Dari gambaran pengaruh frekuensi aplikasi pemupukan Si nano terhadap diameter batang tanaman tebu, dapat mendeskripsikan bahwasanya banyaknya air yang diterima tanaman tebu dapat meningkatkan volume tanaman tebu yang juga memungkinkan peningkatan biomassa tanaman tebu. Sehingga tidak mengherankan apabila peningkatan frekuensi pemupukan Si nano dapat meningkatkan bobot tanaman tebu. Serta tidak mengherankan pula apabila aplikasi frekuensi Si nano dengan konsentrasi 0% dengan frekuensi aplikasi tertentu menghasilkan tanaman yang lebih baik dibandingkan dengan hasil frekuensi yang lebih rendah.

Panjang batang produksi tanaman tebu yang secara umum dipengaruhi oleh tinggi tanaman tebu. Panjang batang produksi merupakan salah satu komponen penting dalam hasil bobot panen tebu yang diperoleh. Dengan semakin tinggi tanaman tebu, maka semakin panjang pula batang produksi tanaman tebu yang berimbas pada semakin besarnya hasil panen tanaman tebu. Tinggi dan panjang batang produksi tanaman tebu juga dipengaruhi oleh jumlah ruas dan panjang ruas rata-rata yang ada pada batang tanaman tebu. Semakin banyak ruas dan semakin panjang ruas tanaman tebu, maka semakin tinggi pula tinggi dan panjang batang produksi tanaman tebu. Namun pada suatu nilai panjang batang produksi tertentu didapatkan hubungan, semakin banyak ruasnya maka semakin pendek panjang ruas batang tanaman tebu, dan begitu juga sebaliknya. Oleh karena jumlah ruas dan panjang ruas tanaman tebu mempengaruhi tinggi tanaman tebu, maka kedua parameter tersebut juga diamati dalam penelitian ini. Hasil penelitian ini menunjukkan aplikasi 4 kali pemupukan Si nano dengan konsentrasi 30% memberikan pengaruh jumlah ruas yang cukup tinggi pada umur pengamatan 9 dan 11 BST. Sementara itu aplikasi 3 kali pemupukan Si nano dengan konsentrasi 30 memberikan hasil jumlah ruas paling tinggi pada umur 7 BST, dan aplikasi 2 kali dengan konsentrasi yang sama memberikan jumlah ruas paling tinggi pada umur 5 BST. Dari hasil penelitian tersebut dapat dikatakan aplikasi pemupukan Si

nano mampu meningkatkan jumlah ruas tanaman tebu. Hasil yang sama juga ditunjukkan dari hasil penelitian Putri (2014) yang menunjukkan aplikasi pemupukan Si nano sebanyak 2 kali aplikasinya meningkatkan jumlah ruas pada tanaman tebu pada umur 90 dan 120 hari setelah tanam (HST). Sehingga dapat dikatakan pemberian unsur hara Si nano pada tanaman tebu memberikan pengaruh nyata terhadap jumlah ruas batang tanaman tebu yang berarti juga mempengaruhi panjang batang dan tinggi tanaman tebu.

Panjang ruas rata-rata batang tanaman tebu diperoleh dari pembagian panjang batang produksi tanaman tebu yang dibagi dengan jumlah ruas yang ada pada batang produksi tanaman tebu tersebut. Hasil penelitian menunjukkan adanya interaksi yang nyata antara perlakuan frekuensi aplikasi dan konsentrasi pemupukan Si nano terhadap panjang ruas tanaman tebu. Secara umum kombinasi perlakuan 2 kali aplikasi pemupukan Si nano dengan konsentrasi 30% memberikan hasil panjang ruas yang paling tinggi dibandingkan dengan hasil dari semua kombinasi perlakuan pada hampir setiap umur pengamatan. Bila melihat pengaruh konsentrasi terhadap panjang ruas batang tanaman tebu, aplikasi konsentrasi 30% memberikan hasil panjang ruas yang paling tinggi diantara 2 perlakuan konsentrasi yang lain, dan untuk peringkat ke-2 disusul oleh aplikasi pemupukan Si nano dengan interaksi 15% yang memberikan hasil panjang ruas lebih tinggi dibandingkan dengan hasil aplikasi pemupukan Si nano konsentrasi 0%. Sehingga dari pernyataan diatas dapat diketahui pemberian pupuk Si nano berpengaruh terhadap tingkat pemanjangan ruas rata-rata batang tanaman tebu. Hasil penelitian Keeping *et al.* (2010) juga menunjukkan aplikasi pemberian Si pada tanaman tebu selain meningkatkan ukuran diameter batang, juga meningkatkan panjang ruas tanaman tebu yang menurutnya juga akan meningkatkan panjang batang.

Menurut Mahardhika (2013) nilai panjang ruas tanaman tebu digunakan sebagai salah satu penciri tanaman tebu mengalami cekaman kekeringan atau tidak. Ruas batang tanaman tebu yang mengalami cekaman kekeringan, ukurannya akan menjadi pendek akibat mengalami stagnasi pada pertumbuhan tanaman. Serta telah dijelaskan bahwasanya terjadinya cekaman kekeringan pada tanaman tebu mengakibatkan turunnya kegiatan fotosintesis akibat penutupan

stomata untuk mengurangi laju transpirasi. Akibat dari menurunnya laju fotosintesis ialah penurunan fotosintat yang dihasilkan, sehingga pertumbuhan tanaman tebu kurang optimal atau bahkan dapat terhambat. Dengan hasil aplikasi pemupukan Si nano yang memberikan hasil panjang ruas batang tanaman tebu yang cukup besar, membuktikan sekali lagi bahwasanya unsur Si memberikan ketahanan tanaman tebu pada cekaman abiotik berupa kekeringan dan juga berpengaruh terhadap pertumbuhan tanaman tebu yang optimum.

Jumlah populasi tanaman tebu juga merupakan komponen penting bagi perkembangan dan komponen hasil tanaman tebu. Semakin banyak tebu yang dapat dipanen, maka semakin besar juga bobot total batang tanaman tebu yang dapat dipanen, sehingga berimbas pada meningkatnya produk gula yang dihasilkan. Hasil penelitian menunjukkan adanya interaksi yang nyata antara frekuensi dan konsentrasi aplikasi pemupukan Si nano terhadap populasi tanaman tebu. Secara umum aplikasi pemupukan Si nano 4 kali dengan konsentrasi 30% memberikan jumlah tanaman per meter juring lebih banyak dari semua perlakuan yang diaplikasikan. Sementara untuk aplikasi pemupukan Si nano 3 kali dengan konsentrasi Si nano 0% secara tetap memberikan hasil jumlah tanaman tebu per meter juring paling sedikit dari semua perlakuan pada semua umur pengamatan. Pada tabel 5, nilai jumlah tanaman per meter juring pada perlakuan 3 kali aplikasi pemupukan Si nano konsentrasi 0% tidak berbeda nyata pada semua aplikasi pemupukan Si nano konsentrasi 0% terhadap setiap frekuensi aplikasi pemupukan Si nano pada setiap umur pengamatan. Hal tersebut juga berlaku pada nilai jumlah batang per meter juring pada aplikasi pemupukan Si nano konsentrasi 15% dan 30% terhadap setiap frekuensi aplikasi pemupukan Si nano pada setiap umur pengamatan jumlah tanaman tebu per meter. Bahkan secara umum aplikasi pemupukan Si nano dengan konsentrasi 30% memberikan jumlah tanaman tebu per meter juring yang lebih banyak dari perlakuan yang lain. Sehingga dapat dikatakan bahwasanya aplikasi pemupukan Si nano berpengaruh terhadap peningkatan populasi tanaman tebu.

Studi pengaruh aplikasi pemupukan Si terhadap peningkatan populasi tanaman tebu cukup banyak dilaporkan oleh para peneliti. Mulyadi *et al.* (2007) melaporkan aplikasi pemupukan Si dengan dosis 400 kg ha⁻¹ mampu

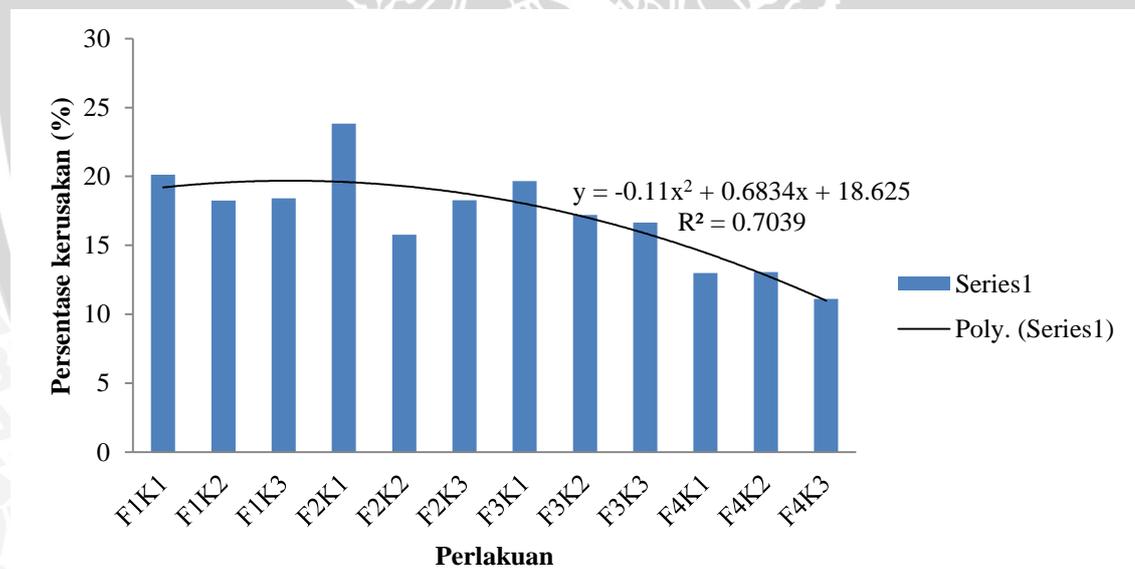
meningkatkan populasi tanaman tebu secara nyata dengan persentase peningkatan sebesar 22% pada umur 3 dan 4,5 bulan yang ditumbuhkan pada tanah *Dystropepts*. Hasil penelitian Mulyadi dan Toharisman (2008) menunjukkan perlakuan pemupukan Si juga memberikan hasil meningkatkan populasi tanaman tebu yang cukup nyata yang ditumbuhkan di lapangan, namun hasil pengamatan populasi tanaman tebu yang ditumbuhkan di rumah kaca tidak memberikan hasil perbedaan yang cukup nyata secara statistika tapi aplikasi pemupukan Si meningkatkan populasi tanaman tebu. Elawad *et al.*, 1982 (*dalam Savant et al.*, 1999) juga melaporkan bahwa aplikasi dari TVA dan terak kalsium silikat (mencapai 20 ton ha⁻¹) pada pertanaman tebu tidak hanya meningkatkan tinggi tanaman dan diameter batang, namun juga jumlah tanaman tebu bahkan hingga tanaman tebu keprasan. Dari hasil beberapa penelitian diatas telah terbukti secara nyata bahwasanya aplikasi pemupukan Si nano meningkatkan populasi tanaman tebu.

Peningkatan populasi tanaman tebu tidak hanya dipengaruhi potensi tanaman tebu saja dalam meningkatkan populasinya, pengaruh faktor biotik dan abiotik daerah sekitar pertanaman tebu juga mempengaruhi populasi tanaman tebu. Seperti yang diungkapkan pada sub-bab kondisi umum lahan penelitian, serangan hama utama tanaman tebu dan kerobohan mempengaruhi populasi tanaman tebu. Bahkan akibat terjadinya kerobohan, pengamatan jumlah tanaman per juring pada umur 11 BST tidak dapat dilakukan. Adapun penjelasan secara terperinci telah dijelaskan pada sub-bab kondisi umum lahan penelitian. Kondisi robohnya tanaman tebu pada lahan berseberangan pendapat yang disampaikan oleh Toharisman dan Mulyadi (2005), yang menurut mereka peningkatan kadar Si dalam tanaman tebu meningkatkan kekuatan mekanis jaringan sehingga bisa mencegah terjadinya kerobohan. Bila dianalisa pengaruh penyemprotan Si pada tanaman tebu yang mengakibatkan tingginya dan beratnya tanaman tebu, membuat tanah sebagai media tumbuhnya tanaman tebu harus menahan beban yang cukup berat. Namun dengan tekstur tanah yang berpasir dimana strukturnya kurang begitu mantap, diperparah lagi dengan kondisi cuaca yang seringkali terjadi hujan deras disertai angin membuat tanah tidak mampu lagi dalam mempertahankan tegaknya tanaman tebu, sehingga tidak mengherankan bila

pertanaman tebu di lahan penelitian terjadi kerobohan yang cukup parah. Hal tersebut diperkuat dengan pendapat Mulyono (2009) yang menyatakan tingginya tanaman tebu yang juga tumbuh pada media tanam yang kurang mantap dapat mengakibatkan kerobohan tanaman tebu terutama dalam menahan tiupan angin.

Selain dipengaruhi oleh robohnya tanaman tebu, populasi tanaman tebu yang ada di lahan penelitian juga dipengaruhi oleh tingkat ketahanan tanaman tebu akibat serangan hama dan penyakit. Telah dijelaskan pula pada sub-bab kondisi umum lahan penelitian, bahwasanya tanaman tebu diserang oleh beberapa jenis hama utama tanaman tebu. Adapun hama utama tanaman tebu yang menyerang pertanaman tebu penelitian ialah hama penggerek batang dan penggerek pucuk tanaman tebu (lampiran 9). Menurut Pawirosemadi (2011) dan Sukriswati (2005) serangan hama penggerek pucuk pada tanaman tebu dapat mengakibatkan kematian pada tanaman tebu, dimana kerugian akibat kematian serangan hama ini yang terjadi pada 5,4,3,2,1 bulan sebelum tebang menyebabkan kerugian gula berturut-turut 77%, 58%, 46%, 24%, dan 15%. Menurut Yukamgo dan Yuwono (2007), Toharisman dan Mulyadi (2005), dan Savant *et al.* (1999), aplikasi pemupukan Si pada tanaman tebu meningkatkan ketahanan tanaman tebu akibat cekaman faktor biotik, salah satunya serangan hama penggerek pucuk. Menurut Toharisman dan Mulyadi (2005) serangan hama penggerek batang dan pucuk berkurang dengan pemberian Si. Hasil penelitian Pan *et al.* 1979 (*dalam Savant et al.*, 1999) menunjukkan persentase kerusakan yang diakibatkan dari kerusakan penggerek lebih kecil pada tanaman tebu yang diaplikasikan terak silikat dibandingkan pada tanaman tebu yang tidak diaplikasikan. Hasil penelitian Toharisman *et al.* (2009) menunjukkan aplikasi pemupukan Si dengan dosis 500 kg ha⁻¹ dan 250 kg ha⁻¹ memberikan pengaruh tingkat serangan penggerek pucuk pada tanaman tebu masing-masing sebesar 0,28% dan 0,91%, sementara tanaman tebu yang tidak diaplikasikan pemupukan Si terserang hama penggerek pucuk sebesar 1,17%. Dengan meningkatnya ketahanan tanaman tebu terhadap serangan penggerek pucuk maka kematian akibat serangan hama ini dapat diminimalisir, sehingga tidak mengherankan bila populasi pada tanaman tebu yang diaplikasikan dengan 4 kali pemupukan Si nano konsentrasi 30% memberikan populasi tanaman tebu yang lebih tinggi dibandingkan dengan kombinasi perlakuan yang lain.

Hama penggerek batang merupakan salah satu jenis hama penggerek pada tanaman tebu yang juga merupakan hama utama dalam budidaya tanaman tebu. Menurut Pawirosemadi (2011) hama ini dapat menyerang tanaman tebu pada setiap fase pertumbuhan tanaman tebu. Pawirosemadi (2011) dan P3GI (2008) mengungkapkan serangan hama ini dapat mengakibatkan kematian batang-batang tebu atau busuk atau tidak bisa digiling, serta juga bisa berakibat pada penurunan bobot tebu dan rendemen akibat kerusakan pada ruas-ruas batang tebu. Pawirosemadi (2011) dan Sukriswati (2005) mengungkapkan serangan ruas batang tanaman tebu sebesar 1% akan menurunkan 0,74% hasil hablur gula. Pada kegiatan penelitian ini, kegiatan pengamatan tingkat kerusakan tanaman tebu akibat serangan hama penggerek batang dilakukan pada umur 6 BST. Kegiatan pengamatan ini dilakukan dengan metode pengamatan diagonal yang direkomendasikan oleh Sukriswati (2005). Adapun hasil pengaruh frekuensi dan konsentrasi pemupukan Si nano terhadap tingkat serangan hama penggerek batang tebu dapat dilihat pada gambar di bawah ini.



Gambar 10. Pengaruh frekuensi dan konsentrasi aplikasi pemupukan Si nano terhadap tingkat serangan hama penggerek batang tanaman tebu umur 6 BST; F₁= frekuensi 1 kali, F₂=frekuensi 2 kali, F₃=frekuensi 3 kali, dan F₄=frekuensi 4 kali; K₁= konsentrasi Si nano 0%, K₂= konsentrasi Si nano 15%, dan K₃= konsentrasi Si nano 30%.

Yukamgo dan Yuwono (2007) dan Savant *et al.* (1999) mengungkapkan salah satu peran Si pada tanaman tebu ialah meningkatkan ketegakan daun.

Kondisi demikian selain menyebabkan daun yang berada di bawah daun lain mendapat cahaya matahari yang berimbas pada peningkatan fotosintesis, cahaya yang terintersepsi dapat mencapai permukaan tanah. Phicket, 1971 (*dalam Savant et al.*, 1999) mengindikasikan salah satu pengaruh Si terhadap tanaman tebu ialah meningkatnya jumlah sogolan. Dalam pertanaman tebu sogolan yang muncul akan mati akibat ternaungi tanaman tebu yang telah tinggi. Dengan tegaknya daun, maka cahaya matahari bisa mencapai sogolan sehingga tumbuh menjadi individu baru sehingga persaingan intraspesies dapat diminimalisir. Selain itu, kelembaban pada permukaan tanah dapat diminimalisir sehingga serangan patogen penyakit juga dapat diminimalisir.

Dari hasil pengamatan tingkat serangan penggerek batang tanaman tebu terhadap ruas-ruas batang tanaman tebu, dapat diketahui semakin banyak frekuensi dan konsentrasi pupuk Si nano yang diaplikasikan pada tanaman tebu semakin rendah tingkat kerusakan batang tanaman tebu akibat serangan penggerek batang tanaman tebu. Dari hasil pengamatan diatas, kombinasi perlakuan 4 kali aplikasi pemupukan Si nano dengan konsentrasi 30% memberikan tingkat kerusakan hama penggerek batang tebu yang paling kecil. Hasil penelitian yang sama juga dilaporkan oleh Toharisman *et al.* (2010) yang melaporkan aplikasi pemupukan Si dengan dosis 500 kg ha^{-1} dan 250 kg ha^{-1} memberikan pengaruh tingkat serangan penggerek batang pada tanaman tebu masing-masing sebesar 0,17% dan 0,23%, sementara tanaman tebu yang tidak diaplikasikan pemupukan Si terserang hama penggerek batang sebesar 0,81%. Elaward *et al.*, 1985 (*dalam Toharisman dan Mulyadi*, 2005) menemukan adanya peningkatan ketahanan tebu terhadap serangan setelah diberi Si. Toharisman dan Mulyadi (2005) serta Savant *et al.* (1999) menuturkan larva penggerek sebelum memulai serangan ke batang, terlebih dahulu memakan jaringan epidermis penutup daun atau batang. Adanya kristal Si dalam jaringan tersebut menghindari terjadinya serangan, karena pada saat itu serangga penyebab penggerek masih memiliki rahang yang rapuh. Rahang serangga akan rusak bila menggigit kristal Si. Menurut Sasamoto, 1961 (*dalam Makarin et al.*, 2007) larva yang memakan tanaman yang mengandung SiO_2 kadar tinggi mengakibatkan alat mulutnya aus, sehingga tanaman terhindar dari serangannya. Menurut Toharisman dan Mulyadi (2005) mekanisme ini terjadi

juga pada hama penggerek pucuk. Ma, 2004 (*dalam* Sindhu, 2013) penyerapan Si oleh tanaman menyebabkan penebalan lapisan epeidermis sel yang dapat membuat tanaman tahan terhadap cekaman biotik dan abiotik, termasuk serangan hama penggerek, batang, dan kutu.

Komponen produksi tanaman tebu terdiri dari dua komponen penting, yaitu bobot batang terpanen dan rendemen batang tanaman tebu. Hasil pengamatan pada parameter bobot batang tanaman tebu hasil taksasi produksi, memperlihatkan adanya interaksi yang nyata antara frekuensi dan konsentrasi aplikasi pemupukan Si nano terhadap bobot tanaman tebu. Sekali lagi perlakuan 4 kali aplikasi pemupukan Si nano konsentrasi 30% memberikan hasil bobot tanaman tebu yang paling tinggi dan disusul oleh perlakuan 4 kali aplikasi pemupukan Si nano sebesar 15% yang juga menghasilkan bobot yang lebih tinggi dibandingkan dengan perlakuan yang lain. Dengan demikian terbukti bahwasanya aplikasi pemupukan Si nano mampu meningkatkan bobot tanaman tebu secara nyata. Namun hasil penelitian dari Matlou (2006) mengungkapkan aplikasi pemupukan Si melalui metode pemupukan daun pada tanaman yang resposif terhadap unsur Si dianggap tidak efektif pada kondisi tanaman yang ditumbuhkan dalam kondisi tanah yang rendah akan kandungan Si. Adapun menurutnya Si diakumulasi pada jaringan tanaman dalam jumlah yang sama seperti unsur hara makro (K, P, Ca, dan Mg). Sehingga aplikasi pemupukan Si pada tanah merupakan metode yang paling efektif dalam menyuplai Si untuk tanaman tebu, sementara pada aplikasi pemupukan Si melalui daun hanya Si dalam jumlah yang sedikit yang dapat diambil oleh tanaman. Adapun dugaan hasil penelitian ini yang menunjukkan pemupukan Si melalui aplikasi pemupukan daun mampu meningkatkan produksi tanaman tebu, diduga penggunaan pupuk Si cair hasil teknologi nano yang lebih unggul dibandingkan dengan pupuk Si cair yang digunakan oleh Matlou (2006) yang merupakan pupuk daun konvensional.

Penggunaan teknologi nano dalam konteks pupuk dan pemupukan dapat meningkatkan efisiensi penggunaan pupuk dan bahkan bersifat aman dan berkelanjutan dalam agroekosistem (Chinnamuthu dan Boopathi, 2009; Naderi dan Danesh-Shahraki, 2013; Karunaratne,2010; Mousavi dan Rezai, 2011; Widowati *et al.*, 2011). Penggunaan pupuk nano yang berukuran super kecil (1

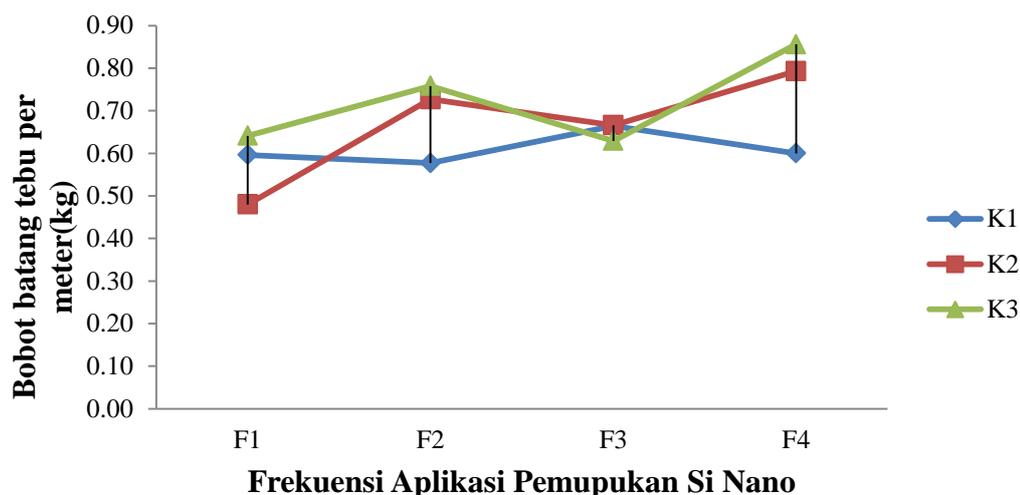
nm = 10^{-9} μm) memiliki keunggulan lebih reaktif, langsung mencapai sasaran atau target karena ukurannya yang halus, serta hanya dibutuhkan dalam jumlah kecil (Widowati, 2011). Menurut Widowati *et al.* (2011), dengan menggunakan produk pupuk berteknologi nano, hasil pertanian yang optimal diharapkan dapat dicapai dengan mengaplikasikan jumlah pupuk yang lebih sedikit dibandingkan dengan menggunakan pupuk konvensional. Dengan demikian, penggunaan pupuk akan sangat efisien, efektif, dan dapat menurunkan biaya produksi. Dengan keunggulan-keunggulan tersebut maka pupuk nano diharapkan dapat menjadi terobosan teknologi peningkatan produksi pertanian.

Hasil penelitian yang menunjukkan pengaruh pemberian unsur Si terhadap peningkatan bobot tanaman tebu cukup banyak dilaporkan. Toharisman dan Mulyadi (2005) mengatakan pemupukan Si secara rutin pada tanah-tanah berkadar Si rendah di Hawaii dapat meningkatkan hasil tebu dan gula antara 10-50%. Hasil serupa juga diperoleh di Mauritius dan Puerto Rico. Dari hasil penelitian yang dilakukan Mulyadi dan Toharisman (2003), pemupukan Si dengan dosis 100-700 kg ha⁻¹ menunjukkan hasil nyata lebih tinggi sekitar 5-10% dibanding dengan tanpa perlakuan pemupukan Si. Serupa dengan pengaruh terhadap bobot, pemupukan Si juga dapat meningkatkan hasil gula sebesar 9-12%. Telaah di Mauritius menunjukkan bahwa pemberian 247 ton ha⁻¹ debu basalt meningkatkan hasil tebu dengan nyata sekali. Pemberian yang besar tersebut meningkatkan kandungan Si dan menurunkan kandungan Mn di jaringan tanaman (Pawirosemadi, 2011). Mativchenkov dan Calvert (2002) juga melaporkan hal yang sama yaitu hasil penelitian yang dilakukan di Hawaii, Mauritius, dan Florida menunjukkan tingginya respon tanaman tebu terhadap pemupukan Si yang mana pemupukan Si tidak hanya meningkatkan produksi tebu namun juga kandungan gula dalam tebu. Di Malaysia, pemberian abu ketel dari pabrik gula sebagai sumber Si antara 12-48 ton ha⁻¹ dapat meningkatkan hasil tebu dan gula masing-masing hingga 20% dan 15% di atas kontrol (Toharisman dan Mulyadi, 2005).

Tingginya bobot tebu pada perlakuan aplikasi frekuensi dan konsentrasi pemupukan Si nano pada level tertinggi ini dipengaruhi oleh banyak faktor. Pengaruh pemupukan Si nano yang meningkatkan tinggi, panjang batang produksi, diameter batang, jumlah populasi tanaman tebu, dan ketahanan

tanaman tebu terhadap hama penggerek batang, serta cekaman kekeringan, mempengaruhi tingginya bobot tebu yang dihasilkan. Selain itu nilai bobot panjang batang tebu per meter juga memberikan pengaruh terhadap bobot tebu hasil perhitungan taksasi produksi. Adapun pengaruh frekuensi dan konsentrasi aplikasi pemupukan Si nano terhadap panjang batang produksi disajikan pada gambar 10 di bawah ini.

Hasil analisa ragam (lampiran 5) menunjukkan adanya interaksi antara pengaruh frekuensi dan konsentrasi terhadap bobot batang tanaman tebu per meter. Pada gambar 11 di bawah ini, dapat diketahui bahwasanya kombinasi perlakuan 4 kali aplikasi pemupukan Si nano dengan konsentrasi 30% memberikan hasil bobot batang tanaman tebu per meter yang paling berat dan disusul oleh bobot batang tanaman tebu per meter hasil dari pengaruh 4 kali aplikasi pemupukan Si nano dengan konsentrasi 15% yang lebih berat dibandingkan dengan hasil bobot batang tanaman tebu per meter dari perlakuan yang lainnya. Hal ini membuktikan aplikasi pemupukan Si nano berpengaruh terhadap bobot batang tanaman tebu per meter. Pengaruh tersebut merupakan pengaruh secara tidak langsung, yang mana pemberian Si nano berpengaruh terhadap peningkatan ukuran diameter batang tebu yang menyebabkan terjadinya peningkatan bobot batang tanaman tebu per meter. Selain itu, pengaruh aplikasi Si nano pada tanaman tebu yang meningkatkan ketahanan batang tanaman tebu dari serangan hama penggerek batang, juga berpengaruh pada biomassa batang tanaman tebu yang tidak dimakan dan dirusak oleh larva hama penggerek batang tebu. Mulyadi dan Toharisman (2003) mengatakan pemupukan Si pada tanaman tebu yang berakibat pada peningkatan bobot batang tebu secara nyata, mengindikasikan bahwa Si memperbaiki fotosintesis tanaman tebu. Hasil penelitian Keeping *et al.* (2010) menunjukkan aplikasi Si pada tanaman tebu selain meningkatkan panjang ruas dan batang tebu, juga meningkatkan bobot batang tanaman tebu.



Gambar 11. Pengaruh frekuensi dan konsentrasi aplikasi pemupukan Si nano terhadap bobot batang tebu per meter; F₁= frekuensi 1 kali, F₂=frekuensi 2 kali, F₃=frekuensi 3 kali, dan F₄=frekuensi 4 kali; K₁= konsentrasi Si nano 0%, K₂= konsentrasi Si nano 15%, dan K₃= konsentrasi Si nano 30%.

Selain bobot tanaman tebu, salah satu komponen produksi tebu yang juga sangat penting ialah komponen rendemen. Menurut Pawirosemadi (2011) dalam perindustrian gula, rendemen diartikan sejumlah hablur gula yang dihasilkan yang dinyatakan dalam persen terhadap sejumlah tebu yang digiling di Pabrik Gula (PG). Rendemen juga dapat diartikan persentase kandungan gula pada batang tanaman tebu yang akan digiling di PG. Hasil pengamatan rendemen pada penelitian ini menunjukkan bahwasanya adanya interaksi yang nyata antara frekuensi dan konsentrasi aplikasi pemupukan Si nano terhadap rendemen batang tebu. Sekali lagi kombinasi perlakuan 4 kali aplikasi pemupukan Si nano dengan konsentrasi 30% memberikan nilai rendemen yang tertinggi dari semua nilai rendemen dari perlakuan lain dengan nilai rendemen 8,36% dan disusul dengan kombinasi 3 kali aplikasi pemupukan Si nano dengan konsentrasi 30% yang memberikan nilai rendemen sebesar 8,21%. Bahkan bila dilihat secara umum aplikasi pemupukan Si nano dengan konsentrasi 30% memberikan nilai rendemen batang tebu yang lebih besar daripada rendemen batang tebu hasil aplikasi konsentrasi 15%, dan apalagi bila dibandingkan dengan hasil aplikasi pemupukan Si nano dengan konsentrasi 0%. Sehingga didapatkan hasil bahwasanya aplikasi

pemupukan Si nano juga memberikan pengaruh terhadap peningkatan rendemen batang tebu.

Hasil rendemen dari interaksi 4 kali pemupukan Si nano dengan konsentrasi 30% menunjukkan tidak berbeda secara nyata terhadap aplikasi penyeprotan air. Adapun kondisi tersebut diduga terlalu lamanya pengamatan rendemen tanaman tebu yang dilakukan pada umur 12 BST, mengingat tanaman tebu varietas PSBM merupakan varietas masak awal yang mencapai masak fisiologis pada umur 10-11 BST. Menurut Sang Penggembala (2012) ada fase yang kelima dalam fase hidup tebu, yaitu fase kematian. Fase ini dapat datang lebih awal atau bahkan tidak terjadi sama sekali, bergantung pada ketersediaan air di tanah. Pada fase ini tebu mulai kekurangan nira dan air dalam tubuhnya sehingga berat dan rendemennya menurun. Adapun dugaan tanaman tebu percobaan yang sudah cukup tua mulai memasuki fase kematian sehingga terjadi penurunan rendemen tebu.

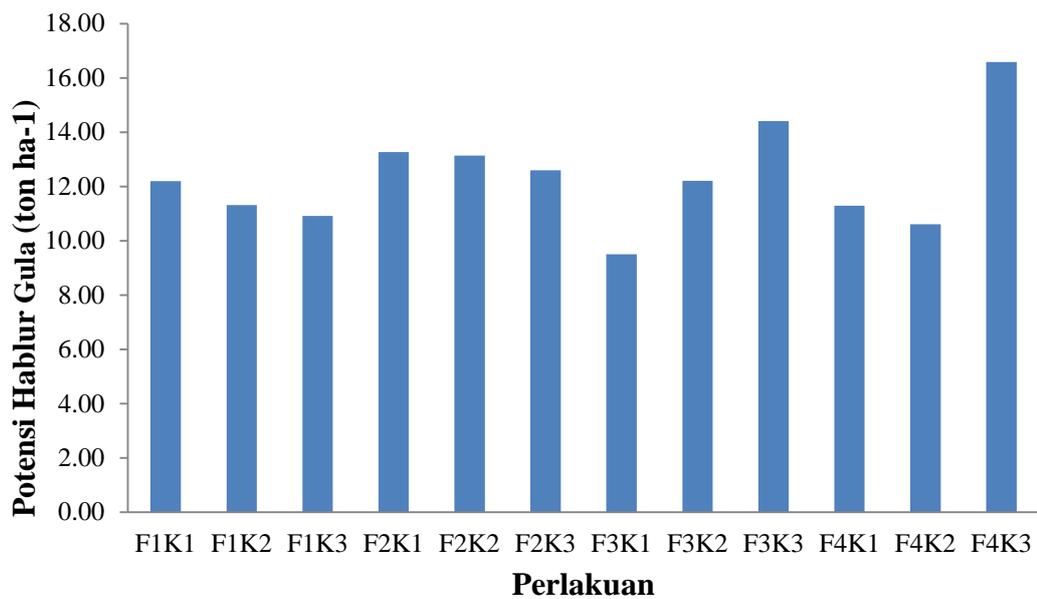
Hasil penelitian ini yang menyatakan adanya pengaruh positif pemberian pupuk Si nano terhadap rendemen tebu, berseberangan pendapat dengan apa yang dikemukakan oleh Mulyadi dan Toharisman (2003). Mulyadi dan Toharisman (2003) mengungkapkan pemupukan Si pada tanaman tebu berpengaruh nyata terhadap bobot tebu dan hasil gula, tetapi tidak berpengaruh nyata terhadap rendemen. Pernyataan tersebut diperkuat dengan hasil penelitian mereka pada tanaman tebu yang ditumbuhkan pada tanah *Dystropepts* yang menunjukkan tidak adanya perbedaan secara nyata hasil rendemen batang tebu pada berbagai dosis perlakuan Si terhadap perlakuan kontrolnya. Namun Mativchenkov dan Calvert (2002) menyatakan pemupukan Si tidak hanya meningkatkan produktivitas dari tanaman tebu, tetapi juga konsentrasi gula di dalam tanaman tebu juga. Bahkan hasil penelitian Toharisman *et al.* (2009) sendiri menunjukkan adanya pemberian pupuk Si dengan dosis 500 kg ha⁻¹ meningkatkan rendemen tebu yang lebih besar dan memberikan hasil yang cukup nyata bila dibandingkan dengan hasil rendemen dari perlakuan kontrol.

Ningsih (2013) mengatakan salah satu penyebab rendahnya produktivitas dan efisien industri gula yaitu terjadinya degradasi gula (sukrosa) menjadi gula-gula sederhana (*invert*), seperti glukosa dan fruktosa atau senyawa turunan lainnya. Gula-gula sederhana tersebut tidak dapat dikristalisasi sehingga

menyebabkan penurunan rendemen. Kerusakan gula atau sukrosa dapat disebabkan oleh aktivitas enzim, mikroorganisme ataupun perlakuan proses (misalnya asam, suhu tinggi, dan lainnya). Invertase merupakan salah satu enzim yang terdapat dalam nira tebu atau hasil aktivitas ekstraseluler mikroorganisme yang turut memicu kerusakan sukrosa. Reaksi yang dilakukan oleh invertase disebut reaksi invertasi. Reaksi invertasi merupakan reaksi hidrolisis yang bersifat *irreversible* karena satu molekul sukrosa dan satu molekul air menghasilkan satu molekul glukosa dan satu molekul fruktosa. Astawan, 2001 (dalam Ningsih 2013) menyatakan bahwa pembentukan gula sederhana juga tidak diharapkan pada pengolahan gula semut. Jika kadar gula pereduksinya lebih dari 3% maka gula yang dihasilkan akan menjadi lembek dan sangat higroskopis.

Savant *et al.* (1999) menemukan peran Si dalam inversi sukrosa. Inversi sukrosa pada contoh nira tebu dapat dicegah hingga beberapa hari setelah penambahan natrium metasilikat. Bukti secara kromatografi menunjukkan metasilikat secara fisik membentuk kompleks dengan sukrosa yang dapat mencegah menempelnya enzim invertase ke sukrosa. Selain itu, dikemukakan pula bahwa Si bergabung dengan gugus fruktosa dari sukrosa sehingga mencegahnya dari metabolisme mikroba. Makarin *et al.* (2007) menambahkan Si dapat menekan aktivitas enzim invertase dalam tebu, sehingga produksi sukrosa meningkat. Pengurangan enzim forfotase menyebabkan peningkatan penyediaan prekursor berenergi tinggi esensial yang dibutuhkan untuk pertumbuhan tanaman tebu dan produksi gula yang optimal.

Gula merupakan produk yang dihasilkan dari bahan baku pengolahan batang tanaman tebu. Gula yang dihasilkan oleh batang tanaman tebu dipengaruhi jumlah batang yang digiling dan kandungan gula yang terkandung di dalamnya. Pawirosemadi (2011) mengatakan rendemen diartikan sejumlah hablur gula yang dihasilkan yang dinyatakan dalam persen persen terhadap sejumlah tebu yang digiling di Pabrik Gula (PG). Dari pernyataan tersebut maka hablur gula dapat dihitung dengan perkalian antara rendemen dan potensi bobot batang tebu yang digiling. Dari data hasil penelitian ini, maka potensi hablur gula yang didapat digambarkan pada grafik di bawah ini.



Gambar 12. Pengaruh frekuensi dan konsentrasi aplikasi pemupukan si nano terhadap potensi hablur gula pe petak perlakuan (ku); F_1 = frekuensi 1 kali, F_2 =frekuensi 2 kali, F_3 =frekuensi 3 kali, dan F_4 =frekuensi 4 kali; K_1 = konsentrasi Si nano 0%, K_2 = konsentrasi Si nano 15%, dan K_3 = konsentrasi Si nano 30%.

Pada grafik di atas dapat diketahui perlakuan 4 kali aplikasi penyemprotan pupuk Si nano dengan konsentrasi 30% memberikan hasil potensi hablur gula yang paling tinggi dibandingkan dari semua perlakuan. Hal ini disebabkan potensi panen dan rendemen batang tebu yang dihasilkan dari perlakuan tersebut memiliki nilai yang paling tinggi dibandingkan dengan perlakuan yang lain. Bahkan dari grafik tersebut 4 kali aplikasi pemupukan Si nano dengan konsentrasi 30% memberikan potensi hablur gula yang lebih tinggi dibandingkan aplikasi pemupukan Si nano pada tingkat konsentrasi yang lebih rendah. Hasil penelitian ini sependapat menurut Mativchenkov dan Calvert (2002), Savant *et al.* (1999), Yukamgo dan Yuwono (2007), Mulyadi dan Toharisman (2003) dan Pawirosemadi (2011), yang menyatakan aplikasi pemupukan Si mampu meningkatkan hasil gula tanaman tebu.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

1. Aplikasi pemupukan Si nano memberikan pengaruh positif terhadap pertumbuhan dan potensi hasil tanaman tebu, yang mana aplikasinya berperan dalam meningkatkan ketegakan daun, meningkatkan ketahanan tanaman tebu terhadap cekaman kekeringan dan serangan penggerek batang tebu, meningkatkan tinggi dan diameter tanaman tebu, meningkatkan jumlah tanaman tebu per meter juring, dan meningkatkan potensi bobot dan rendemen batang tebu yang berakibat pada peningkatan potensi hablur gula.
2. Interaksi antara perlakuan 4 kali aplikasi pemupukan Si nano dengan konsentrasi 30% memberikan hasil tertinggi pada hampir semua parameter pengamatan dibandingkan dengan kombinasi perlakuan yang lain. Interaksi antara 4 kali pemupukan Si nano dengan konsentrasi 30% menghasilkan potensi hasil sebesar 217,5 ton ha⁻¹ dengan rendemen 8,36%.

5.2 Saran

1. Perlunya dilakukan penelitian lanjutan untuk mengetahui kestabilan hasil dan pengaruh pemupukan Si nano terhadap pertumbuhan dan produksi tanaman tebu keprasan
2. Perlunya dilakukan penelitian lanjutan mengenai perbandingan antara aplikasi pemupukan Si nano pada tanah dan pemupukan daun Si nano terhadap pertumbuhan dan produksi tanaman tebu

DAFTAR PUSTAKA

- Aisyah, A. 2012. Tekstur Tanah [Online]. Available at <http://lilinkecil1610.blogspot.com/2012/02/tekstur-tanah.html>. (Verified 16 Juni 2014)
- Anane, K. 2008. Nanotechnology in Agricultural Development in ACP Region
- Anderson, D.L. 1991. Soil and leaf nutrient interactions following application of calcium silicate slag to sugarcane. *Fertilizer Research* 30:9-18
- Astuti, S.H. 2013. Persyaratan Lahan kering untuk Penanaman Tebu [online]. Available at <http://cybex.deptan.go.id/penyuluhan/persyaratan-lahan-kering-untuk-penanaman-tebu> (Verified 8 Juni 2013)
- Aziz, T., M.A. Gill, and Rahmatullah. Silicon Nutrition and Crop Production: A Review. *Pak.J.Agri.Sa.* 39(3): 181-187.
- Bantacut, T., Sukardi, dan I. A. Supatma. 2012. Kehilangan Gula dalam Sistem Tebang Muat Angkut di Pabrik Gula Sindang Laut dan Tersana Baru, Cirebon. *Jurnal Teknologi Pertanian.* 13(3):199-206.
- Burhansyah. 2011. Pemuliaan Tanaman Tebu (*Saccharum officinarum*) sebagai Peningkatan Hasil Berkualitas [Online]. Available at <http://burhansyah.blogspot.com/search?q=tebu>. (Verified 26 November 2013).
- Campbell, N.A., J. B. Reece, and L.G. Mitchell. Alih bahasa oleh Lestari, R. 2002. *Biologi*, edisi kelima. Erlangga: Jakarta. p.184.
- Chinnamuthu, C.R. and P.M. Boopathi. 2009. Nanotechnology and Agroecosystem. *Madras Agric.J.* 96(1-6):17-31.
- Dirjenbun. 2013. Kebutuhan Gula Nasional Mencapai 5.700 Juta Ton Tahun 2014 [Online].<http://ditjenbun.deptan.go.id/setditjenbun/berita-172-dirjenbun-kebutuhan-gula-nasional-mencapai-5700-juta-ton-tahun-2014.html>. (Verified 23 Januari 2014).
- Ditjenbun. 2011. Budidaya Tanaman Tebu. Direktorat Ditjen Perkebunan Departemen Pertanian. p.1-20.
- Elawad, S. H., L. H. Allen Jr., and G. J. Gascho. 1982. Response of Sugarcane to Silicate Source and Rate: I. Growth and Yield. II. Leaf Freckling and Nutrition. *Agronomy Journal.* 74(3) : 481-484.
- Endres, L., J.V. Silva, V.M. Ferreira, and G. V. De Souza Barboza. 2010. Photosynthesis and Water Relation in Brazilian Sugarcane. *The Open Agriculture Journal.* 4:31-37.
- Foragri. 2012. Menurunnya Produktivitas Tebu [Online]. Available at <http://foragri.wordpress.com/2012/11/26/menurunnya-produktivitas-tebu/>. (Verified 26 November 2013).

- Foth, H.D. Alih bahasa oleh Adisoemarto, S. 1994. Dasar-dasar ilmu tanah. Edisi ke-6. PT. Gelora Aksara Pratama:Jakarta. p.40.
- Gardner, F. P., R. Brentpearce, and G. L. Mitchell. 1991. The Physiologi of Cultivated Plants (Fisiologi Tanaman Budidaya). Universitas Indonesia Press : Jakarta.
- Gascho, G.J. 2001, "Silicon sources for Agriculture" In "Silicon in Agriculture" (Eds Datnoff, L.E., Snyder, G.H. and Korndorfer, G.H.), Elsevier Science, Amsterdam, The Netherlands.
- Halais, P. and D.H. Parish. 1963. Silica and manganese contents of cane leaf sheaths in relation to soil and nutrition. Rep. Maurit. Suar Ind. Res. Inst. 1963.11:74
- Hamdi. 2010. Kebutuhan Air Tanaman Tebu [Online]. Available at <http://mysyte.blogspot.com/2010/11/kebutuhan-air-tanaman-tebu.html>. (Verified 5 Juni 2013)
- Humbert, R.P. 1968. The Growing Of Sugar Cane. Elsevier Publishing Company. Amsterdam-London- New York. p.229-231.
- Husnain. 2008. Ketersediaan Silika (Si) pada Tanah Sawah dan Metode Penetapan Si Tersedia di Dalam Tanah serta perbandingan Beberapa Metode Interaksinya. Balai Penelitian Tanah, Bogor. p 155-163.
- Indrawarto, C., Purwono, Siswanto, M. Syakir, dan W. Rumini. 2010. Budidaya dan Pasca Panen Tebu. ESKA Media: Jakarta. p.3 dan 7.
- Indriani, Y.H. dan E. Sumiarsih. 1992. Pembudidayaan tebu di lahan Sawah dan tegalan. Penebar Swadaya: Jakarta. p.3-39.
- Kabarbisnis. 2014. Anomali Iklim, Produksi Gula Nasional 2013 Hancur [Online]. Available at <http://kabarbisnis.com/m/read/284421>. (Verified 28 Maret 2014)
- Karunaratne, V. 2010. Sustainable Nanotechnology. Intenational Conference on Sustainable Built Environment (ICSBE-2010). 35-40.
- Keeping, M.G., S.A. McFarlane, N. Sewpersad, and R.S. Rutherford. 2010.Effect of Silicon and Plnat Defence Inducers on Sugarcane Yield, *Eldana saccharina* Walker (Lepidoptera:Pyralidae) and *Fulmekiola serrata* Kobus (Thysanoptera: Thripidae). Proc. S. Afr. Technol. Ass. 83:271-275.
- Kelompok Tani Barokah. 2013. Meningkatkan Rendemen Tebu [Online]. Available at <http://koperasidesabarokah.blogspot.com/2013/05/meningkatkan-rendemen-tebu.html>. (Verified 26 November 2013).
- Kriz. 2011. Sejarah Tanaman Tebu [Online]. Available at <http://ambhen.wordpress.com/2011/09/20/sejarah-tanamantebu/>. (Verified 5 Juni 2013).

- Kuzma, J. and P. Verhage. 2006. Nanotechnology in Agriculture and Food Production, Anticipated Application. Project on Emerging Nanotechnologies. Woodrow Wilson International Center for Scholars. Washington
- Lewin, J. and B.E.F. Reimann. 1969. Silicon and plant growth. *Annual Rev. Plant Physiology*. 20: 289-304.
- Lukito, A.. 2008. Tebu-Sugarcane [Online]. Available at. <http://arluqi.wordpress.com/2008/10/14/tebu-sugarcane/>. (Verified 26 November 2013).
- Ma, J.F. and N. Yamaji. 2006. Silicon uptake and accumulation in higher plants. *Trends in Plant Science* 8(11): 1-6
- Mahardhika, A.. 2013. Pengenalan Tebu Toleran Kekeringan Produk Rekayasa Genetika di PTPN X1(Persero). Balai Besar Perbenihan dan Proteksi Tanaman Perkebunan. Surabaya. 1-6.
- Makarim, A.K., E. Suhartatik, dan A. Kartohardjono. 2007. Silikon: Hara Penting pada Sistem Produksi Padi. *Iptek Tanaman Pangan*. 2(2):195-204.
- Marpaung, Y.T.F., P. Hutagaol, W.H. Limbong, dan N. Kusnandi. 2011. Perkembangan Industri Gula Indonesia dan Urgensi Swasembada Gula Nasional. *Indonesian Journal of Agricultural Economics*. 2(2):1-14
- Mativchenkov, V.V., and D.V. Calvert. 2002. Silicon As A Beneficial Element For Sugarcane. *Journal American Society of Sugarcane Technologist*. (22):21-30.
- Matlou, M.C. 2006. A Comparison of Soil and Foliar-Applied Silicon on Nutrient Availability and Plant Growth and Soil-Applied Silicon Phosphorus Availability. Thesis. Univ. of Kwazulu-Natal, Pietermaritzburg.
- Meyer, J., P. Rein, P. Turner, K. Mathias, and C. McGregor. 2011. Good Management Practices Manual For The Cane Sugar Industry (Final). PGBI House. Johannesburg, South Africa.
- Meyer, J.H. and Keeping, M.G. 2000. Past, Present and Future Silicon research in the South African Sugar Industry, Proc Int Conf on Silicon, Miami, In Press.
- Meyer, J.H. and M.G. Keeping. -. Impact of Silicon in Alleviating Biotic and Abiotic Stress in Sugarcane: A Review. South African Sugarcane Institute. 1-19
- Mousavi, S. R. and M. Rezai. 2011. Nanotechnology in Agriculture and Food Production. *J. Appl. Environ. Biol. Sci.* 1(10):414-414.
- Mulayadi, M., S. Sofiah, dan A. Rasyid. 2007. Pengaruh Pemupukan Silika Terhadap Sifat Kimia Tanah, Serapan Hara dan Pertumbuhan Tebu pada Tanah Masam Dystropepts Jatitujuh. *Majalah Penelitian Gula*. 2(43):71-84.

- Mulyadi, M. dan A. Toharisman. 2003. Silikat: Hara Fungsional yang Berperan dalam Meningkatkan Produktivitas Tebu. Pusat Penelitian Perkebunan Gula Indonesia. Pasuruan. p.1-14
- Mulyadi, M. dan A. Toharisman. 2008. Peran Pupuk Silikat SiplusHS dalam Meningkatkan Produktivitas Tebu. Seminar Sehari: Peran Teknologi dalam Mendukung Industri Gula yang Tangguh dan Berdaya Saing.
- Mulyono, D. 2009. Evaluasi kesesuaian lahan dan Arahan Pemupukan N, P, dan K dalam Budidaya Tebu untuk Pengembangan Daerah Kabupaten Tulungagung. Jurnal Sains dan Teknologi Indonesia. 11(1):47-53.
- Mustafa, M., A. Ahmad, M. Ansar, dan M. Syafiuddin. 2012. Dasar Ilmu Tanah. Program studi Agroekoteknologi Jurusan Ilmu Tanah. Fakultas Pertanian Universitas Hasanuddin.
- Naderi, M.R. and A. Danesh-Shahraki. 2013. Nanofertilizers and their role in sustainable agriculture. Intl. J. Crop Sci. 5(19):2229-2232.
- Nasution, K.H., T. Islami, dan H.T. Sebayang, 2013. Pengaruh Dosis Pupuk Anorganik dan Pengendalian Gulma pada pertumbuhan Vegetatif Tanaman Tebu (*Saccharum officinarum* L.) Varietas PS. 881. Jurnal Produksi Tanaman. 1:4(8-15)
- Ningsih, D.A. 2013. Perakitan Klon Tebu (*Saccharum officinarum* L.) Rendemen Tinggi dengan Menurunkan Aktivitas Enzim Invertase. Makalah Seminar Umum. Fakultas Pertanian Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta.
- Pawirosoemadi, M. 2011. Dasar-dasar Teknologi Budidaya Tebu dan Pengolahan Hasilnya. UM Press. Malang. p 319-324, 326-327, 614-619, 622-627, 634-635, dan 643-645.
- Plantamor. 2013. Tebu :*Saccharum officinarum* L. [Online]. Available at <http://www.plantamor.com/index.php?plant=1100>. (Verified Rabu, 5 Juni 2013).
- Pradnyawan, S.W.H., W. Mudyatini, dan Marsusi. 2005. Pertumbuhan, Kandungan Nitrogen, Klorofil dan Karotenoid Daun *Gynura procumbens* [Lour] Merr. pada Tingkat Naungan Berbeda. Biofarmasi. 3(1):7-10.
- Pulung. 2007. Teknik Pemberian Pupuk Silikat dan Fosfat serta Pengaruhnya terhadap Pertumbuhan Padi Gogo di Rumah Kaca. Buletin Teknik Pertanian. 12(2):63-65.
- Purwanto, A. 2008. Nanoteknologi-Pengenalan [Online]. Available at <http://aguspur.wordpress.com/2008/10/08/nanoteknologi-pengenalan/>. (Verified 24 Desember 2013)
- Pusat Penelitian Perkebunan Gula Indonesia. 2008. Konsep Peningkatan Rendemen untuk Mendukung Program Akselerasi Industri Gula Nasional

- [Online]. Available at <http://www.sugarresearch.org/wp-content/uploads/2008/12/konsep-peningkatan-rendemen.pdf>. (Verified 6 February 2014)
- Pusat Penelitian Perkebunan Gula Indonesia. 2009. Deskripsi Tebu Varietas PSBM 901. [Online]. Available at <http://sugarresearch.org/wp-content/uploads/2009/04/psbm-901.pdf>. (Verified 6 Mei 2013).
- Putri, C. E.. 2014. Pengaruh Pupuk Organik dan Pupuk Silika Terhadap Kadar Si, Residu P, Dan Pertumbuhan Tanaman Tebu (*Saccharum officinarum*). Sripsi. Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya.
- Quida, C.N. 2011. Penyebab Penurunan Kesuburan Tanah. [Online]. Available at <http://fandicka.wordpress.com/2011/03/31/penyebab-penurunan-kesuburan-tanah/>. (Verified 26 November 2013).
- Rachmawati, S. 2011. Aplikasi Blotong dan Dosis Pupuk Nitrogen pada Pertumbuhan Vegetatif Awal Tanaman Tebu (*Saccharum officinarum* L.). Skripsi. Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya. Malang.
- Ridge, R..2013. Fertilizing for High Yield and Quality Sugarcane. International Potash Institute. Horgen, Switzerland. p.23.
- Rochman, N.T. 2008. Peluang dan Strategi Pengembangan Nanoteknologi di Indonesia. Jurnal Riset Industri. 2(1):56-63
- Roesmarkam, N. dan W. Yuwono. 2002. Ilmu Kesuburan Tanah. Kanisius:Yogyakarta. p.87-88
- Salminen, R. 2006. Introduction of Si₂O₅ weppi.gtk.fi/publ/foregsatlas/text/Si_SiO2.pdf. (Verified 10 Juni 2014)
- Sang Penggembala. 2012. Proses Kehidupan Tanaman Tebu. <http://manistebuku.blogspot.com/2012/09/proses-kehidupan-tanaman-tebu.html>. (Online). Diakses pada Rabu, 5 Juni 2013
- Savant, N. K, Korndorfer, G. H., L. E. Datnoff and G. H. Snyder. 1999. Silicon nutrition and sugarcane production: a review. Journal Plant and Nutrition. 22 (12):1853-1903
- Setyamidjaja dan Azhari. 1992. Bercocok tanam Tebu dan Pasca Panen. CV Yasaguna:Jakarta. p 26-42.
- Setyawan, B.A. 2011. Sesuatu yang Tersembunyi Dibalik Nanoteknologi. UPN "Veteran" Jakarta. (Tidak Dipublikasikan).
- Sidhu, J.K. 2013. Development of Integrated Pest Management for Sugarcane Borer, *Diatraea saccharalis* in Rice. Dissertasi. Punjab Agricultural University
- Sirait, J. 2008. Luas Daun, Kandungan Klorofil dan Laju Pertumbuhan Rumput pada Naungan dan Pemupukan yang Berbeda. JTV. 3(2):109-116.

- Soejono, A.T. 2004. Kajian Jarak Antarbaris Tebu dan Jenis Tanaman Palawija dalam Pertanaman Tumpangsari. Ilmu Pertanian. 11(1):32-41.
- Subagyo. 2014. Produksi Gula 2013 Capai 2,54 juta ton [Online]. Available at <http://www.antaraneews.com/berita/412373/produksi-gula-2013-capai-254-juta-ton>. (Verified 4 Februari 2014).
- Subiyono. 2005. Penentuan Rendemen di Pabrik Gula. Dinas Perkebunan Propinsi Jawa Timur, Satuan Kerja Pengembangan Tebu Jawa Timur. Surabaya.
- Sukriswati, R. 2005. Pengendalian Hama Terpadu pada Perkebunan Tebu. Dinas Perkebunan Propinsi Jawa Timur, Satuan Kerja Pengembangan Tebu Jawa Timur. Surabaya. p 1-26 dan 38-50
- Susanto, E.. 2014. Respon Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Ubi Jalar (*Ipomea batatas* L.) pada Beberapa Macam dan Waktu Aplikasi Bahan Organik. Skripsi. Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya. Malang.
- Toharisman, A. dan M. Mulyadi. 2005. Peran Silikat Bagi Tanaman Tebu. Gula Indonesia. 29(4):27-30
- Toharisman, A., M. Mulyadi, dan D. Juliandi. 2011. Peran Silikat (Si) Pada Tanaman Tebu. Sosialisasi Siplus HS di Wilayah PTPN XI. (tidak dipublikasikan).
- Warad, H.C. and J. Dutta. 2012. Nanotechnology For Agriculture and Food Systems -A View. Asian Institute of Technology. Thailand
- Wibowo, B., Soemarno, dan Sudarto. 2003. Studi karakterisasi tanah dalam evaluasi kesesuaian lahan tebu di areal perkebunan tebu Gondang Legi Kabupaten Malang. Jur.Agriv. 23(2).
- Widowati, L.R. 2011. Pengembangan Teknologi Nano dengan Memanfaatkan Bahan Batuan Alami dan Bahan Organik. Proposal Program Insentif Riset Terapan. Balai Penelitian Tanah Kementerian Pertanian, Jakarta
- Widowati, L.R., Husnain, dan W. Hartatik. 2011. Peluang Formulasi Pupuk Berteknologi Nano. Badan Litbang Pertanian di Balai Penelitian Tanah. Bogor
- Wijaya, R.B., P. Yudono, dan R. Rogomulyo. 2012. Uji Efikasi hebisida Pratumbuh untuk Pengendalian Gulma Pertanaman Tebu (*Saccharum officinarum* L.). Jurnal UGM. 1:3
- Wikipedia. 2013. Sembilan Bahan Pokok (Sembako) [Online]. Available at http://id.wikipedia.org/wiki/Sembilan_bahan_pokok (Verified 12 Juni 2013).
- Yukamgo, E. dan N.W. Yuwono. 2007. Peran Silika Sebagai Unsur Bermanfaat pada Tanaman Tebu. Jurnal Ilmu Tanah dan Lingkungan 7(2):103-116

Yuwono, D. E.. 2013. Tanaman Obat : Tebu [Online]. Available at <http://rumpuobat.blogspot.com/2013/01/tanaman-obat-tebu.html>. (Verified at 9 Januari 2013).

Zeyen, R. J. 2002. Silicon in Plant Cell Defense Against Cereal Powdery Mildew Disease. Department of Plant Pathology University of Minnesota. Second Silicon in Agriculture Conference. Tsuruoka, Yamagata, Japan. 11:1.



Lampiran 1.**DESKRIPSI TEBU VARIETAS PSBM 901**

(Pusat Penelitian Perkebunan Gula Indonesia (P3GI). 2009)

SK Pelepasan

Nomor : 54/Kpts/SR.120/1/2004

Lampiran : 16 Januari 2004

Asal persilangan

PS 78-127 polycross pada tahun 1990

Sifat Morfologi**1. Batang**

- Bentuk ruas : konis, susunan antar ruas lurus, dengan penampang melintang bulat.
- Warna batang : hijau kekuningan
- Lapisan lilin : tipis, sehingga tidak mempengaruhi warna ruas, dan ada di sepanjang ruas
- Retakan tumbuh : tidak ada
- Cincin tumbuh : melingkar datar di belakang puncak mata, dengan warna kuning kecoklatan
- Teras dan Lubang : masif
- Bentuk buku ruas : konis terbalik, dengan 2-3 baris mata akar, baris paling atas melewati puncak mata.
- Alur mata : Tidak ada

2. Daun

- Warna daun : hijau kekuningan
- Ukuran lebar daun : 4-6 cm
- Lengkung daun : Melengkung kurang dari $\frac{1}{2}$ panjang daun
- Telinga daun : tidak ada, kalau ada kedudukannya lemah
- Bulu bid punggung : tidak ada
- Sifat lepas pelepah : agak mudah

3. Mata

- Letak mata : pada bekas pangkal pelepah
- Bentuk mata : bulat, dengan bagian terlebar di tengah mata

- Sayap mata : berukuran sama lebar, dengan tepi sayap rata
- Rambut tepi basal : tidak ada
- Rambut jambul : tidak ada
- Pusat tumbuh : pada tengah mata

Sifat-sifat agronomis

1. Pertumbuhan

- Perkecambahan : baik dan serempak
- Kerapatan batang : rapat
- Diameter batang : sedang
- Pembungaan : tidak berbunga
- Kemasakan : awal sampai tengahan
- Daya kepras : baik

2. Potensi produksi

- Hasil tebu (ku ha⁻¹) : 704±162(Lampung dan Sumatera Selatan)
- Rendemen : 9,93± 1,02 (Lampung dan Sumatera Selatan)
- Hablur gula (ku ha⁻¹) : 69,50 ±16,30 (Lampung dan Sumatera Selatan)

3. Ketahanan hama dan penyakit

- Tahan terhadap penggerek pucuk dan batang
- Tahan terhadap penyakit-penyakit blendok, pokkahbung, mosaik, dan *leafscorh*.
- Agak tahan luka api

4. Kesesuaian lokasi

Cocok untuk dikembangkan di lahan tegalan wilayah Lampung dan Sumatera Selatan.

Perilaku varietas

PSBM 901 secara resmi dilepas tahun 2004 dari nama seri PSBM 90-44. PSBM 901 merupakan keturunan persilangan polycross yang dipanen dari tetua betina (induk) PS 78-127. Keunggulan utama varietas ini adalah cocok untuk tipe lahan Podsolik Merah Kuning, dengan iklim yang relatif basah. Untuk adaptasi di Jawa Timur lebih diarahkan pada lahan geluh pasiran dengan kecukupan air sejak awal pertumbuhan.

Perkecambahan cepat dan baik, jumlah batang rapat, diameter batang sedang sampai besar (2,5 - 3,0 cm), tidak berbunga atau sporadis, serangan penggerek batang dan penggerek pucuk kurang dari 5%, relatif tahan penyakit leaf scorch, sedikit tampak serangan karat daun tetapi lebih rendah dari pada Q 90. Batang umumnya masif dan kadang-kadang ditemukan lubang kecil di tengah batang, kadar sabut 13%, kemasakan awal sampai tengahan.

Keterangan

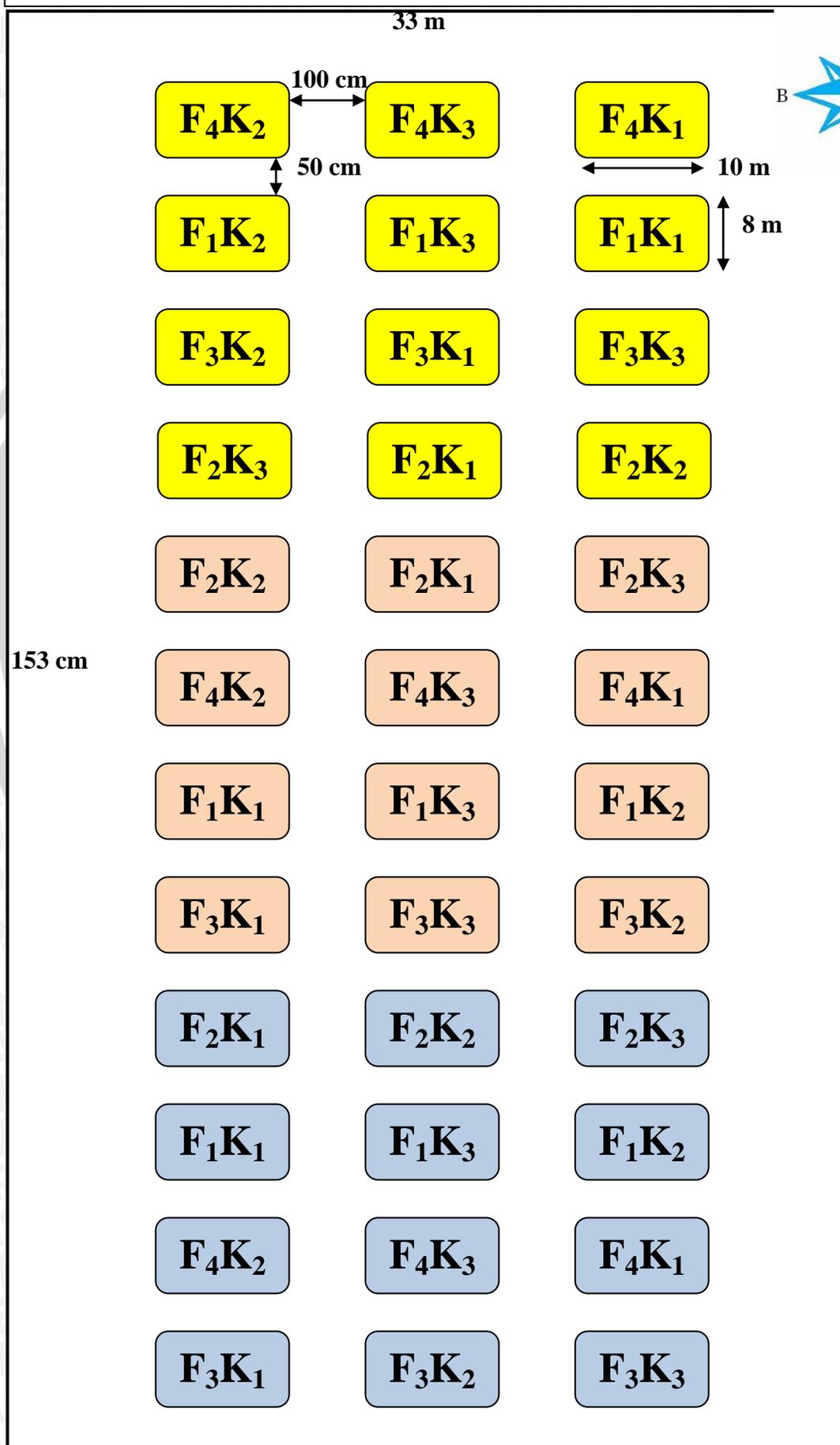
- Peneliti : Eka Sugiyarta, Andar Sudariyanto, Mirzawan P.D.N, Widi Sasongko, Hermono Budhisantosa, Kabul Agus Wahyudi, Suwandi.
- Nama lama sebelum diusulkan : PSBM 90 – 44



Gambar 13. Tebu Varietas PSBM 901 (Pusat Penelitian Perkebunan Gula Indonesia (P3GI), 2009)

Lampiran 2

Denah Lahan Petak Penelitian di KP Kempleng



Keterangan:

- F = Frekuensi Pelaksanaan Aplikasi Pemupukan Si Nano
(interval 20 hari)
 - F₁ = Aplikasi Pemupukan pada umur tanaman tebu 30 HST
 - F₂ = Aplikasi Pemupukan pada umur tanaman tebu 30 dan 50 HST
 - F₃ = Aplikasi Pemupukan pada umur tanaman tebu 30, 50, dan 70 HST
 - F₄ = Aplikasi Pemupukan pada umur tanaman tebu 30, 50, 70, dan 90 HST
- K = Konsentrasi Aplikasi Pemupukan Si Nano
 - K₁ = Aplikasi Pemupukan Si Nano dengan Konsentrsi 0%
(Perlakuan Kontrol)
 - K₂ = Aplikasi Pemupukan Si Nano dengan Konsentasi 15%
 - K₃ = Aplikasi Pemupukan Si Nano dengan Konsentasi 30%
- Ulangan = (Digambarkan dalam warna plot perlakuan)



= Ulangan 1



= Ulangan 2



= Ulangan 3



Cara Penentuan Tanaman Sampel Pengamatan

Keterangan:**X** = tanaman tebu**X** = Tanaman tebu yang mendapat efek border**X** = Tanaman tebu sampel pengamatan

Lampiran 3.

Perhitungan Pupuk Dasar dan Perlakuan

- Perhitungan Pupuk Dasar

1. Pupuk ZA

Dosis Pupuk ZA rekomendasi = 800 kg ha^{-1} (168 kg N ha^{-1})

Kebutuhan pupuk ZA per plot perlakuan (luasan $8 \text{ m} \times 10 \text{ m}$) =

$$\frac{\text{kebutuhan pupuk ZA per plot}}{\text{luas plot}} = \frac{\text{kebutuhan pupuk ZA per hektar}}{10.000}$$

$$\frac{\text{kebutuhan pupuk ZA per plot}}{80} = \frac{800.000 \text{ gram}}{10.000}$$

$$\text{Kebutuhan pupuk ZA per plot} = \frac{800.000 \text{ gram} \times 80}{10.000}$$

$$\text{Kebutuhan pupuk ZA} = 6,4 \text{ kg plot}^{-1}$$

2. Pupuk SP36

Dosis Pupuk SP36 = 200 kg ha^{-1} ($132,48 \text{ kg P}_2\text{O}_5 \text{ ha}^{-1}$)

Kebutuhan pupuk SP36 per plot perlakuan (luasan $8 \text{ m} \times 10 \text{ m}$) =

$$\frac{\text{kebutuhan pupuk SP36 per plot}}{\text{luas plot}} = \frac{\text{dosis pupuk SP36 per hektar}}{10.000}$$

$$\frac{\text{kebutuhan pupuk SP36 per plot}}{80} = \frac{200.000 \text{ gram}}{10.000}$$

$$\text{Kebutuhan pupuk SP36 per plot} = \frac{200.000 \text{ gram} \times 80}{10.000}$$

$$\text{Kebutuhan pupuk SP36} = 1,6 \text{ kg plot}^{-1}$$

3. Pupuk KCl

Dosis Pupuk KCl = 300 kg ha^{-1} ($180 \text{ kg K}_2\text{O ha}^{-1}$)

Kebutuhan pupuk KCl per plot perlakuan (luasan $8 \text{ m} \times 10 \text{ m}$) =

$$\frac{\text{Kebutuhan pupuk KCl per plot}}{\text{luas plot}} = \frac{\text{dosis pupuk KCl per hektar}}{10.000}$$

$$\frac{\text{kebutuhan pupuk KCl per plot}}{80} = \frac{300.000 \text{ gram}}{10.000}$$

$$\text{Kebutuhan pupuk SP36 per plot} = \frac{300.000 \text{ gram} \times 80}{10.000}$$

$$\text{Kebutuhan pupuk SP36} = 2.400 \text{ kg plot}^{-1}$$

- **Perhitungan Pupuk Si Nano (Perlakuan Penelitian)**

1. **Pupuk Si Nano Konsentrasi 0%**

- Alat semprot yang diaplikasikan ialah knapsnach volume 14 liter

$$\text{Kebutuhan Pupuk Si Nano Cair per Plot perlakuan} =$$

$$14 \text{ liter} \times 0\% = 0 \text{ liter pupuk Si nano cair}$$

- Kebutuhan Air dalam Aplikasi Pupuk Si Nano Konsentrasi 0% =

$$14 \text{ liter} - 0 \text{ liter} = 14 \text{ liter air}$$

1. **Pupuk Si Nano Konsentrasi 15%**

- Alat semprot yang diaplikasikan ialah knapsnach volume 14 liter

$$\text{Kebutuhan Pupuk Si Nano Cair per Plot perlakuan} =$$

$$14 \text{ liter} \times 15\% = 2,1 \text{ liter pupuk Si nano cair}$$

- Kebutuhan Air dalam aplikasi Pupuk Si Nano Konsentrasi 15% =

$$14 \text{ liter} - 2,1 \text{ liter} = 11,9 \text{ liter air}$$

2. **Pupuk Si Nano Konsentrasi 30%**

- Alat semprot yang diaplikasikan ialah knapsnach volume 14 liter

$$\text{Kebutuhan Pupuk Si Nano Cair per Plot perlakuan} =$$

$$14 \text{ liter} \times 30\% = 4,2 \text{ liter pupuk Si nano cair}$$

- Kebutuhan Air dalam aplikasi Pupuk Si Nano Konsentrasi 30% =

$$14 \text{ liter} - 4,2 \text{ liter} = 9,8 \text{ liter air}$$



Lampiran 5.

Analisa Sidik Ragam (Anova) Pertumbuhan, Potensi Hasil, dan Rendemen

Anova Jumlah Daun (helai) 5 BST

SK	db	JK	KT	F hit	F tab 5%	F tab 1%
Ulangan	2	0,33474	0,16737			
Frekuensi (F)	3	2,28186	0,76062	1,45	4,76	9,78
Galat (a)	6	3,15174	0,52529			
Konsentrasi (K)	2	0,23035	0,11518	1,17	3,63	6,23
F x K	6	1,90291	0,31715	3,21*	2,74	4,20
Galat (b)	16	1,38387	0,09885			
Total	35	7,86029				

Anova Jumlah Daun (helai) 7 BST

SK	db	JK	KT	F hit	F tab 5%	F tab 1%
Ulangan	2	4,8723	2,4362			
Frekuensi (F)	3	1,1976	0,3992	0,93	4,76	9,78
Galat (a)	6	2,5829	0,4305			
Konsentrasi (K)	2	0,3929	0,1964	1,94	3,63	6,23
F x K	6	2,34	0,39	3,85**	2,74	4,2
Galat (b)	16	1,3152	0,1012			
Total	35	12,0515				

Anova Jumlah Daun (helai) 9 BST

SK	db	JK	KT	F hit	F tab 5%	F tab 1%
Ulangan	2	0,91016	0,45508	1,15		
Frekuensi (F)	3	163896	0,54632	1,38	4,76	9,78
Galat (a)	6	237902	0,3965			
Konsentrasi (K)	2	238652	119326	74,08**	3,63	6,23
F x K	6	159591	0,26598	16,51**	2,74	4,2
Galat (b)	16	0,09665	0,01611			
Total	35	4,41338				

Anova Jumlah Daun (helai) 11 BST

SK	db	JK	KT	F hit	F tab 5%	F tab 1%
Ulangan	2	0,91016	0,45508			
Frekuensi (F)	3	163896	0,54632	1,38	4,76	9,78
Galat (a)	6	237902	0,3965			
Konsentrasi (K)	2	238652	119326	74,08**	3,63	6,23
F x K	6	159591	0,26598	16,51**	2,74	4,20
Galat (b)	16	0,09665	0,01611			
Total	35	4,41338				

Anova Jumlah Tanaman per Meter Juring (batang meter⁻¹) 5 BST

SK	db	JK	KT	F hit	F tab 5%	F tab 1%
Ulangan	2	412,71	206,35			
Frekuensi (F)	3	95,47	31,82	0,18	4,76	9,78
Galat (a)	6	1082,90	180,48			
Konsentrasi (K)	2	31,01	15,50	0,43	3,63	6,23
F x K	6	440,60	73,43	2,04	2,74	4,20
Galat (b)	16	577,14	36,07			
Total	35	2639,81				

Anova Jumlah Tanaman per Meter Juring (batang meter⁻¹) 7 BST

SK	db	JK	KT	F hit	F tab 5%	F tab 1%
Ulangan	2	3,3865	1,6933			
Frekuensi (F)	3	0,7729	0,2576	0,12	4,76	9,78
Galat (a)	6	13,3601	2,2267			
Konsentrasi (K)	2	2,9695	1,4847	3,36	3,63	6,23
F x K	6	7,3204	1,2201	2,76*	2,74	4,2
Galat (b)	16	7,0789	0,4424			
Total	35	34,8883				

Anova Jumlah Tanaman per Meter Juring (batang meter⁻¹) 11 BST

SK	db	JK	KT	F hit	F tab 5%	F tab 1%
Ulangan	2	3,5117	1,7558			
Frekuensi (F)	3	0,5353	0,1784	0,09	4,76	9,78
Galat (a)	6	11,281	1,8802			
Konsentrasi (K)	2	8,3168	4,1584	22,04**	3,63	6,23
F x K	6	5,4978	0,9163	4,86**	2,74	4,2
Galat (b)	16	2,4523	0,1886			
Total	35	29,8093				

Anova Tinggi Tanaman Tebu (cm) 5 BST

SK	db	JK	KT	F hit	F tab 5%	F tab 1%
Ulangan	2	2188,54	1094,27			
Frekuensi (F)	3	2120,81	706,94	0,82	4,76	9,78
Galat (a)	6	5154,99	859,17			
Konsentrasi (K)	2	2502,58	1251,29	70,92**	3,63	6,23
F x K	6	1464,93	244,16	13,84**	2,74	4,20
Galat (b)	16	141,15	17,64			
Total	35	9110,06				

Anova Tinggi Tanaman Tebu (cm) 7 BST

SK	Db	JK	KT	F hit	F tab 5%	F tab 1%
Ulangan	2	2424,7	1212,40			
Frekuensi (F)	3	1815,4	605,10	0,30	4,76	9,78
Galat (a)	6	11941,7	1990,30			
Konsentrasi (K)	2	136,6	68,30	0,29	3,63	6,23
F x K	6	1053,3	175,50	0,73	2,74	4,2
Galat (b)	16	3824,7	239,00			
Total	35	21196,4				

Anova Tinggi Tanaman Tebu (cm) 9 BST

SK	Db	JK	KT	F hit	F tab 5%	F tab 1%
Ulangan	2	50,74	25,37			
Frekuensi (F)	3	1031,72	343,91	0,88	4,76	9,78
Galat (a)	6	2356	392,67			
Konsentrasi (K)	2	2295,9	1147,95	55,51**	3,63	6,23
F x K	6	539,02	89,84	4,34**	2,74	4,2
Galat (b)	16	186,14	20,68			
Total	35	4904,01				

Anova Tinggi Tanaman Tebu (cm) 11 BST

SK	db	JK	KT	F hit	F tab 5%	F tab 1%
Ulangan	2	591,86	295,93			
Frekuensi (F)	3	2107,07	702,36	5,78	4,76	9,78
Galat (a)	6	728,61	121,44			
Konsentrasi (K)	2	2024,37	1012,18	97,8**	3,63	6,23
F x K	6	705,21	117,53	11,36**	2,74	4,20
Galat (b)	16	72,44	10,35			
Total	35	4627,97				

Anova Panjang Batang Produksi Tanaman Tebu (cm) 5 BST

SK	db	JK	KT	F hit	F tab 5%	F tab 1%
Ulangan	2	1639,52	819,76			
Frekuensi (F)	3	1151,44	383,81	0,66	4,76	9,78
Galat (a)	6	3468,81	578,13			
Konsentrasi (K)	2	1666,72	833,36	25,5**	3,63	6,23
F x K	6	1062,94	177,16	5,42*	2,74	4,20
Galat (b)	16	326,84	32,68			
Total	35	7180,06				

Anova Panjang Batang Produksi Tanaman Tebu (cm) 7 BST

SK	db	JK	KT	F hit	F tab 5%	F tab 1%
Ulangan	2	8796,25	4398,13			
Frekuensi (F)	3	2174,91	724,97	0,28	4,76	9,78
Galat (a)	6	15694,76	2615,79			
Konsentrasi (K)	2	330,57	165,28	4,09*	3,63	6,23
F x K	6	620,75	103,46	2,56	2,74	4,2
Galat (b)	16	363,80	40,42			
Total	35	18714,48				

Anova Panjang Batang Produksi Tanaman Tebu (cm) 9 BST

SK	db	JK	KT	F hit	F tab 5%	F tab 1%
Ulangan	2	689,41	344,71			
Frekuensi (F)	3	2300,20	766,73	6,88	4,76	9,78
Galat (a)	6	668,60	111,43			
Konsentrasi (K)	2	2620,89	1310,44	54,95**	3,63	6,23
F x K	6	1558,78	259,80	10,89**	2,74	4,2
Galat (b)	16	214,63	23,85			
Total	35	6224,70				

Anova Panjang Batang Produksi Tanaman Tebu (cm) 11 BST

SK	db	JK	KT	F hit	F tab 5%	F tab 1%
Ulangan	2	57,98	28,99			
Frekuensi (F)	3	1513,84	504,61	1,19	4,76	9,78
Galat (a)	6	2550,04	425,01			
Konsentrasi (K)	2	3501,56	1750,78	170,07**	3,63	6,23
F x K	6	180,27	30,05	2,92*	2,74	4,20
Galat (b)	16	72,06	10,29			
Total	35	4623,22				

Anova Diameter Batang Tanaman Tebu (cm) 5 BST

SK	db	JK	KT	F hit	F tab 5%	F tab 1%
Ulangan	2	0,000931	0,000466			
Frekuensi (F)	3	0,071721	0,023907	0,50	4,76	9,78
Galat (a)	6	0,284258	0,047376			
Konsentrasi (K)	2	0,048797	0,024399	3,78*	3,63	6,23
F x K	6	0,075108	0,012518	1,94	2,74	4,20
Galat (b)	16	0,090247	0,006446			
Total	35	0,456308				

Anova Diameter Batang Tanaman Tebu (cm) 7 BST

SK	db	JK	KT	F hit	F tab 5%	F tab 1%
Ulangan	2	0,07352	0,03676			
Frekuensi (F)	3	0,06119	0,0204	0,63	4,76	9,78
Galat (a)	6	0,19322	0,0322			
Konsentrasi (K)	2	0,0624	0,0312	10,57**	3,63	6,23
F x K	6	0,05821	0,0097	3,29 *	2,74	4,2
Galat (b)	16	0,03246	0,00295			
Total	35	0,44149				

Anova Diameter Batang Tanaman Tebu (cm) 9 BST

SK	db	JK	KT	F hit	F tab 5%	F tab 1%
Ulangan	2	0,0074280	0,0037140			
Frekuensi (F)	3	0,1202619	0,0400873	3,3	4,76	9,78
Galat (a)	6	0,0729631	0,0121605			
Konsentrasi (K)	2	0,1290832	0,0645416	89,32**	3,63	6,23
F x K	6	0,0328098	0,0054683	7,57**	2,74	4,2
Galat (b)	16	0,0086711	0,0007220			
Total	35	0,3350875				

Anova Diameter Batang Tanaman Tebu (cm) 11 BST

SK	db	JK	KT	F hit	F tab 5%	F tab 1%
Ulangan	2	0,00353	0,00177			
Frekuensi (F)	3	0,19302	0,06434	7,71	4,76	9,78
Galat (a)	6	0,05006	0,00834			
Konsentrasi (K)	2	0,13646	0,06823	49,1**	3,63	6,23
F x K	6	0,03319	0,00553	3,98*	2,74	4,20
Galat (b)	16	0,01668	0,00139			
Total	35	0,37492				

Anova Jumlah Ruas Batang Tanaman Tebu (ruas) 5 BST

SK	db	JK	KT	F hit	F tab 5%	F tab 1%
Ulangan	2	3,6099	1,8050			
Frekuensi (F)	3	3,7054	1,2351	0,38	4,76	9,78
Galat (a)	6	19,6387	3,2731			
Konsentrasi (K)	2	2,8966	1,4483	4,93*	3,63	6,23
F x K	6	10,6202	1,7700	6,03*	2,74	4,20
Galat (b)	16	3,2303	0,2937			
Total	35	29,1909				

Anova Jumlah Ruas Batang Tanaman Tebu (ruas) 7 BST

SK	db	JK	KT	F hit	F tab 5%	F tab 1%
Ulangan	2	16,858	8,429			
Frekuensi (F)	3	2,293	0,764	0,18	4,76	9,78
Galat (a)	6	24,894	4,149			
Konsentrasi (K)	2	3,035	1,517	1,38	3,63	6,23
F x K	6	26,105	4,351	3,96*	2,74	4,2
Galat (b)	16	14,267	1,097			
Total	35	79,681				

Anova Jumlah Ruas Batang Tanaman Tebu (ruas) 9 BST

SK	db	JK	KT	F hit	F tab 5%	F tab 1%
Ulangan	2	0,8686	0,4343			
Frekuensi (F)	3	15,5958	5,1986	0,92	4,76	9,78
Galat (a)	6	33,9254	5,6542			
Konsentrasi (K)	2	1,7997	0,8999	8,01**	3,63	6,23
F x K	6	33,4097	5,5683	49,57**	2,74	4,2
Galat (b)	16	0,8986	0,1123			
Total	35	43,1713				

Anova Jumlah Ruas Batang Tanaman Tebu (ruas) 11 BST

SK	db	JK	KT	F hit	F tab 5%	F tab 1%
Ulangan	2	1,2998	0,6499			
Frekuensi (F)	3	40,6366	13,5455	2,44	4,76	9,78
Galat (a)	6	33,2784	5,5464			
Konsentrasi (K)	2	27,8872	13,9436	81,43**	3,63	6,23
F x K	6	14,1760	2,3627	13,8**	2,74	4,20
Galat (b)	16	1,3698	0,1712			
Total	35	89,5692				

Anova Panjang Ruas Batang Tanaman Tebu (cm) 5 BST

SK	db	JK	KT	F hit	F tab 5%	F tab 1%
Ulangan	2	3,13814	1,56907			
Frekuensi (F)	3	11,85857	3,95286	7,98	4,76	9,78
Galat (a)	6	2,97381	0,49564			
Konsentrasi (K)	2	2,55778	1,27889	13,83**	3,63	6,23
F x K	6	4,86222	0,81037	8,77**	2,74	4,20
Galat (b)	16	1,01692	0,09245			
Total	35	16,02735				

Anova Panjang Ruas Batang Tanaman Tebu (cm) 7 BST

SK	db	JK	KT	F hit	F tab 5%	F tab 1%
Ulangan	2	5,1404	2,5702			
Frekuensi (F)	3	5,633	1,8777	1,11	4,76	9,78
Galat (a)	6	10,1354	1,6892			
Konsentrasi (K)	2	4,6052	2,3026	10,32**	3,63	6,23
F x K	6	5,3078	0,8846	3,97*	2,74	4,2
Galat (b)	16	2,454	0,2231			
Total	35	26,2989				

Anova Panjang Ruas Batang Tanaman Tebu (cm) 9 BST

SK	db	JK	KT	F hit	F tab 5%	F tab 1%
Ulangan	2	5,99952	2,99976			
Frekuensi (F)	3	5,37098	1,79033	1,23	4,76	9,78
Galat (a)	6	8,7541	1,45902			
Konsentrasi (K)	2	1,82816	0,91408	12,35**	3,63	6,23
F x K	6	4,24125	0,70687	9,55**	2,74	4,2
Galat (b)	16	0,66599	0,074			
Total	35	15,903				

Anova Panjang Ruas Batang Tanaman Tebu (cm) 11 BST

SK	db	JK	KT	F hit	F tab 5%	F tab 1%
Ulangan	2	0,02740	0,01370			
Frekuensi (F)	3	15,48744	5,16248	6,92	4,76	9,78
Galat (a)	6	4,47633	0,74606			
Konsentrasi (K)	2	1,48382	0,74191	30,66**	3,63	6,23
F x K	6	1,07302	0,17884	7,39**	2,74	4,20
Galat (b)	16	0,16940	0,02420			
Total	35	1,58631				

Anova Bobot Batang Tebu per Meter (kg)

SK	db	JK	KT	F hit	F tab 5%	F tab 1%
Ulangan	2	0,02176	0,01088			
Frekuensi (F)	3	0,14745	0,04915	4,00	4,76	9,78
Galat (a)	6	0,07364	0,01227			
Konsentrasi (K)	2	0,0755	0,03775	6,80**	3,63	6,23
F x K	6	0,132	0,022	3,96*	2,74	4,20
Galat (b)	15	0,0833	0,00555			
Total	34	0,51782				

Anova Taksasi Bobot Hasil Tanaman Tebu (ton ha⁻¹)

SK	db	JK	KT	F hit	F tab 5%	F tab 1%
Ulangan	2	3751,6	1875,8			
Frekuensi (F)	3	9721,2	3240,4	3,84	4,76	9,78
Galat (a)	6	5061,9	843,7			
Konsentrasi (K)	2	2445,6	1222,8	9,85**	3,63	6,23
F x K	6	11585,7	1931,0	15,55**	2,74	4,20
Galat (b)	16	1241,8	124,2			
Total	35	27639,2				

Anova Rendemen Tanaman Tebu (%)

SK	db	JK	KT	F hit	F tab 5%	F tab 1%
Ulangan	2	0,3260	0,1630			
Frekuensi (F)	3	0,9540	0,3180	0,2	4,76	9,78
Galat (a)	6	9,6406	1,6068			
Konsentrasi (K)	2	1,8347	0,9174	8,13**	3,63	6,23
F x K	6	8,5954	1,4326	12,7**	2,74	4,20
Galat (b)	16	1,2410	0,1128			
Total	35	16,2478				

Lampiran 6.

Analisa Sidik Ragam (Anova) dan Uji Lanjutan Paramater Kadar Klorofil Daun

Anova Kadar Klorofil Daun (Indeks)

SK	db	JK	KT	F hit	F tab 5%	F tab 1%
Ulangan	2	91,662	45,831			
Frekuensi (F)	3	61,367	20,456	0,59	4,76	9,78
Galat (a)	6	208,478	34,746			
Konsentrasi (K)	2	8,720	4,360	1,06	3,63	6,23
F x K	6	12,680	2,113	0,52	2,74	4,20
Galat (b)	16	65,533	4,096			
Total	35	448,440				

Pengaruh Frekuensi dan Konsentrasi Aplikasi Penyemprotan Pupuk Si Nano terhadap Kandungan Klorofil Daun Tebu (index)

Frekuensi

Kandungan Klorofil Daun

1 kali
2 kali
3 kali
4 kali
BNT 5%

6 BST

41,21
41,18
38,11
40,97
tn

Konsentrasi

Kandungan Klorofil Daun

0%
15%
30%
BNT 5%

6 BST

40,930
40,43
39,73
tn

Keterangan: Pengukuran dilakukan dengan menggunakan Kloroflmetre tipe Minolta SPAD 502; Angka-angka pada setiap kolom yang sama diikuti oleh huruf yang sama tidak berbeda nyata pada taraf uji BNT 5%; BST= Bulan Setelah Tanam; tn = tidak berbeda nyata.

Lampiran 7.

Dokumentasi Pelaksanaan Penelitian



Kondisi lahan pertanaman tebu 3 bulan



Kondisi pertanaman tebu 3 bulan



(a)



(b)

Aplikasi penyemprotan Si nano pada dua umur tanaman tebu yang berbeda; (a) aplikasi pada umur 50 HST dan (b) aplikasi pada umur 90 HST



Tanaman tebu umur 5 Bulan



(a)

(b)

Kondisi pertanaman tebu umur 7 bulan (a) Kondisi tegak dan (b) kondisi roboh akibat serangan hama tikus



Kerobohan tanaman tebu pada umur 8 bulan setelah tanam



(a)

(b)

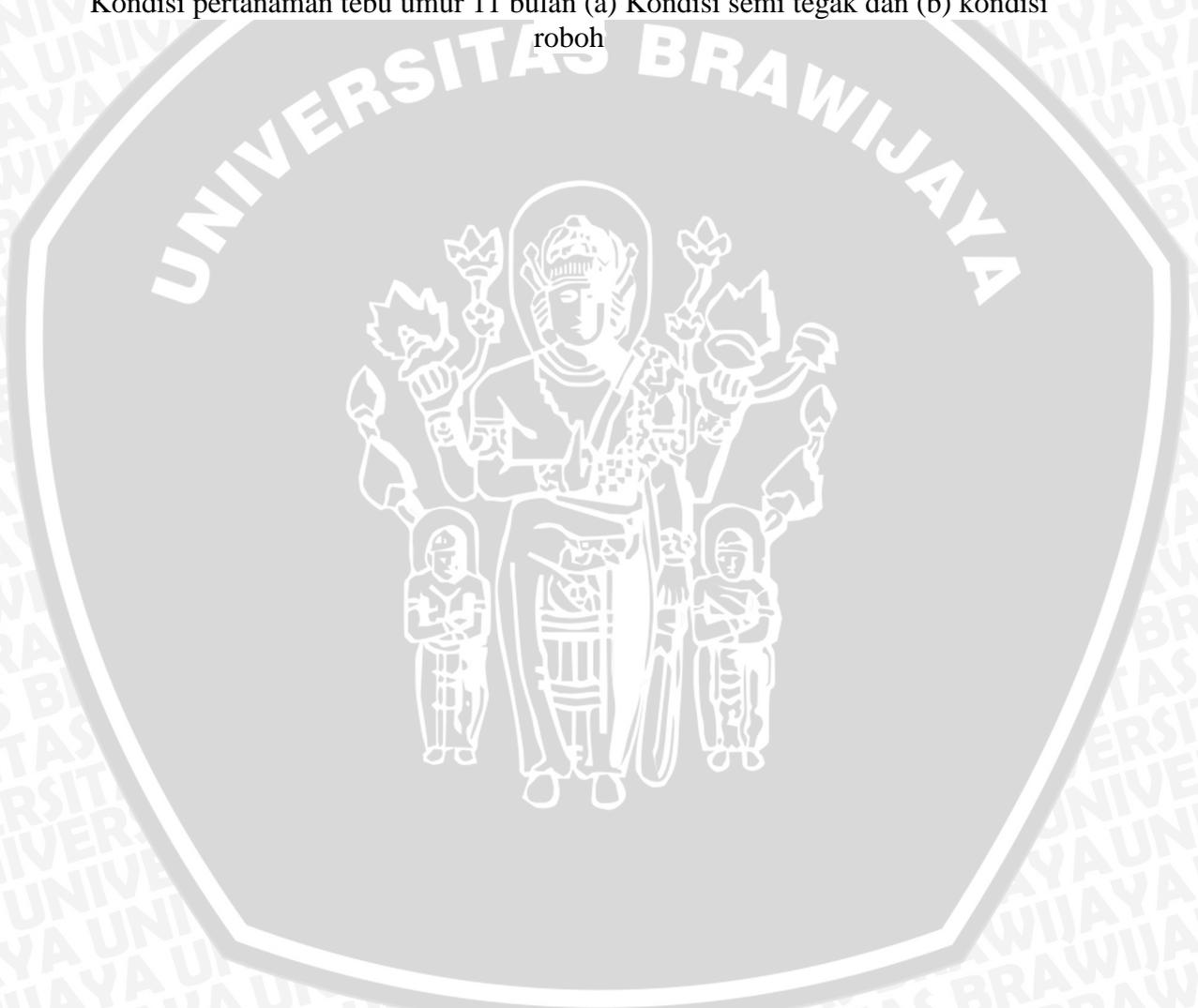
Kondisi pertanaman tebu umur 9 bulan (a) Kondisi tegak dan (b) kondisi roboh



(a)

(b)

Kondisi pertanaman tebu umur 11 bulan (a) Kondisi semi tegak dan (b) kondisi roboh



Lampiran 8.

Gambar Dokumentasi Hama-Hama yang Menyerang Pertanaman Tebu



Gejala tanaman tebu terserang hama penggerek pucuk yang menyebabkan lubang-lubang gereatan pada pucuk daun tebu



(a)

(b)

Gejala dan tanda batang tanaman tebu yang terserang hama penggerek batang; (a) lubang gerekan pada batang produksi dan (b) larva hama penggerek batang tebu



(a)

(b)

Gejala dan tanda serangan hama tikus pada pertanaman tebu, (a) lubang-lubang tikus pada permukaan tanah dan (b) serangan geretan hama tikus pada pangkal batang tebu

Lampiran 9.

Gambar Dokumentasi Pertanaman Tebu umur 9 BST



Kondisi pertanaman tebu perlakuan 1 kali aplikasi penyemprotan Si nano konsentrasi 0%



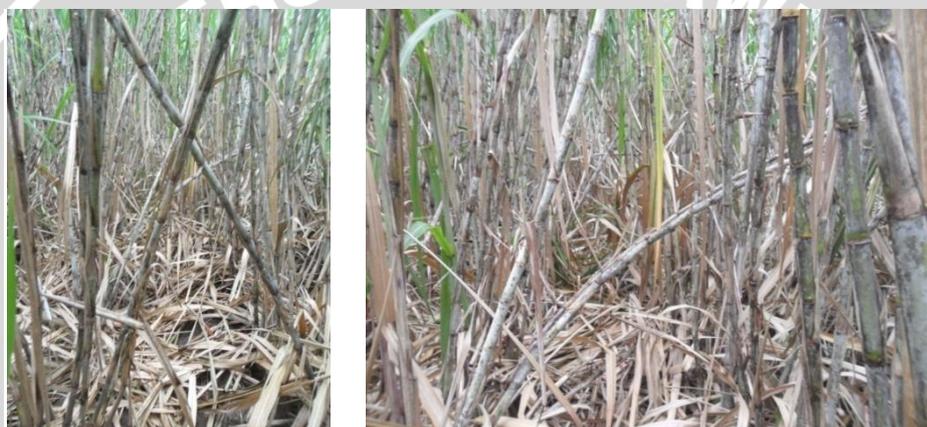
Kondisi pertanaman tebu perlakuan 1 kali aplikasi penyemprotan Si nano konsentrasi 15%



Kondisi pertanaman tebu perlakuan 1 kali aplikasi penyemprotan Si nano konsentrasi 30%



Kondisi pertanaman tebu perlakuan 2 kali aplikasi penyemprotan Si nano konsentrasi 0%



Kondisi pertanaman tebu perlakuan 2 kali aplikasi penyemprotan Si nano konsentrasi 15%



Kondisi pertanaman tebu perlakuan 2 kali aplikasi penyemprotan Si nano konsentrasi 30%



Kondisi pertanaman tebu perlakuan 3 kali aplikasi penyemprotan Si nano konsentrasi 0%



Kondisi pertanaman tebu perlakuan 3 kali aplikasi penyemprotan Si nano konsentrasi 15%



Kondisi pertanaman tebu perlakuan 3 kali aplikasi penyemprotan Si nano konsentrasi 30%



Kondisi pertanaman tebu perlakuan 4 kali aplikasi penyemprotan Si nano konsentrasi 0%



Kondisi pertanaman tebu perlakuan 4 kali aplikasi penyemprotan Si nano konsentrasi 15%



Kondisi pertanaman tebu perlakuan 4 kali aplikasi penyemprotan Si nano konsentrasi 30%

Lampiran 10.

Gambar Dokumentasi Batang Tanaman Tebu



(a)



(b)

*Batang tanaman tebu hasil perlakuan 1 kali penyemprotan Si nano dengan konsentrasi (a) 0% dan (b) 15%



(a)



(b)

*Batang tanaman tebu hasil perlakuan (a) 1 kali penyemprotan Si nano konsentrasi 30% dan (b) 2 kali penyemprotan Si nano konsentrasi 0%



(a)



(b)

*Batang tanaman tebu hasil perlakuan 2 kali penyemprotan Si nano dengan konsentrasi (a) 15% dan (b) 30%



(a)



(b)

*Batang tanaman tebu hasil perlakuan 3 kali penyemprotan Si nano dengan konsentrasi (a) 0% dan (b) 15%



(a)



(b)

*Batang tanaman tebu hasil perlakuan (a) 3 kali penyemprotan Si nano konsentrasi 30% dan (b) 4 kali penyemprotan Si nano konsentrasi 0%



(b)



(b)

*Batang tanaman tebu hasil perlakuan 4 kali penyemprotan Si nano dengan konsentrasi (a) 15% dan (b) 30%

Keterangan: *Setiap batang tanaman tebu dipotong masing-masing dengan panjang 50 cm