



#### IV. HASIL ANALISIS DAN PEMBAHASAN

##### A. Gula reduksi

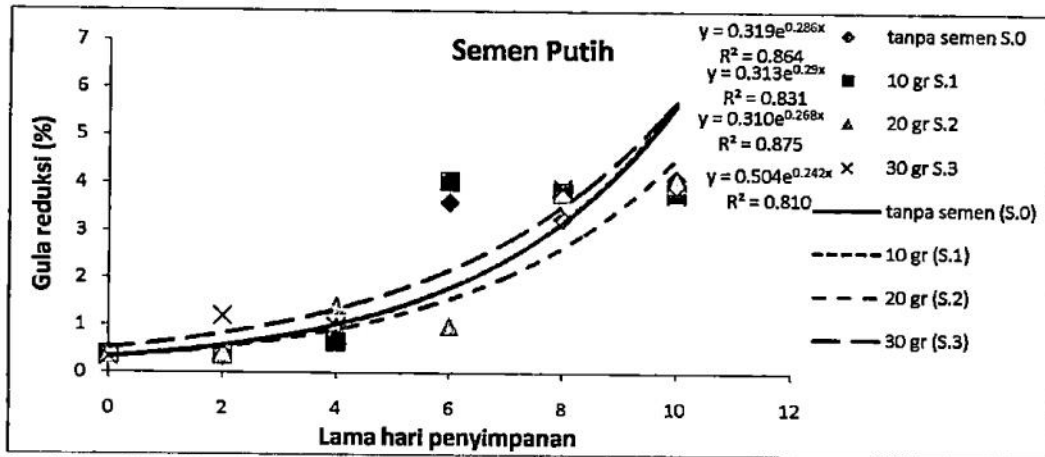
Proses metabolisme pada produk hortikultura tidak berhenti ketika produk tersebut dipanen, setelah proses pemanen masih terjadi reaksi-reaksi biokimia yang berlangsung hingga produk sampai ditangan konsumen. Reaksi tersebut tergolong pada reaksi katabolik atau penguraian senyawa makro molekul menjadi senyawa organik sederhana. Salah satu reaksi katabolik yang sangat mempengaruhi kualitas produk hortikultura yaitu respirasi. Laju respirasi dapat diketahui melalui perubahan kadar gula, yang disebabkan oleh perombakan polisakarida menjadi gula sederhana, yang berarti semakin besar kandungan gula tereduksi semakin tinggi resipirasinya (Winarno dan Aman, 1981; Muchtadi, 1992).

Tabel 3. Rerata kadar gula reduksi (%) kubis pada penyimpanan hari 10

Perlakuan	Tanpa semen	Semen 10 gr	Semen 20 gr	Semen 30 gr	Rerata
Suhu ruang	4,175	3,720	3,646	3,152	3,673b
Suhu 0 C	4,019	3,939	4,393	4,251	4,151 a
Rerata	4,097 a	3,829 a	4,020 a	3,701 a	(-)

Keterangan : Angka yang diikuti huruf yang sama menunjukkan tidak ada beda nyata pada taraf 5%, tanda (-) menunjukkan tidak terdapat interaksi antar perlakuan

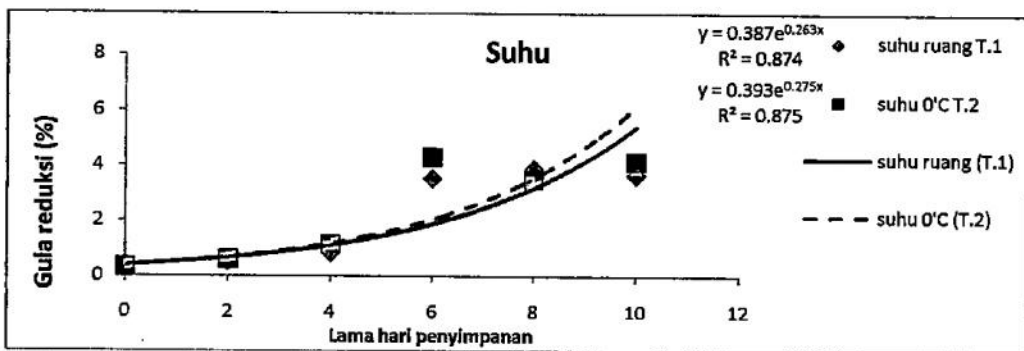
Dari tabel 3 diketahui tidak terdapat interaksi antara faktor konsentrasi pemberian semen putih dan faktor suhu penyimpanan. Pada perlakuan pemberian semen putih dengan berbagai konsentrasi dan perlakuan tanpa pemberian semen putih tidak terdapat beda nyata. Pada perlakuan penyimpanan suhu ruang dan suhu 0 C terdapat beda nyata.



Gambar 6. Dinamika perubahan konsentrasi gula reduksi pada kubis yang dipengaruhi oleh konsentrasi pemberian semen putih selama 10 hari penyimpanan.

Dari gambar 6 menunjukkan semua perlakuan memiliki tren grafik yang cenderung meningkat sampai hari 10 pengamatan. Perlakuan pemberian semen 20 gr (S.2) pada hari 4 sampai hari 10 pengamatan memiliki kecenderungan tren lebih rendah dibandingkan dengan perlakuan lainnya. Menurut Khayat dan Luh (1968), ion kalsium yang ditambahkan bereaksi dengan pektin di dalam dinding sel, sehingga akan memperkuat ikatan diantara sel-sel tersebut. Wareing dan Phillip (1989) menyatakan, pemberian garam kalsium setelah panen akan menyebabkan penambahan ion kalsium yang dapat mengubah pektin yang merupakan mikrofibril selulosa dari dinding sel menjadi kalsium pektat melalui reaksi estrifikasi. Dengan adanya reaksi antara ion kalsium dan pektin tersebut dapat menghambat perombakan pati dan gula kompleks pada kubis. Pada perlakuan pemberian 30 gr (S.3) semen putih yang cenderung memiliki tren peningkatan lebih tinggi dibandingkan dengan perlakuan tanpa pemberian semen putih diduga disebabkan oleh oleh pemberian

semen putih sumber ion kalsium dengan jumlah yang melebihi kapasitas optimum sel dalam menyerap ion kalsium sehingga memacu peningkatan respirasi, seperti disampaikan oleh Whitaker (1996), bahwa pada konsentrasi  $\text{CaCl}_2$  yang melebihi kapasitas optimal sel dapat menyebabkan ion kalsium berperan sebagai aktivator ion yang lain seperti  $\text{Na}^+$  dan  $\text{K}^+$ , yang dapat meningkatkan proses respirasi, meningkatkan aktivitas enzim pektin metilesterase. Hasil penelitian ini menunjukkan faktor konsentrasi pemberian semen putih pada pengamatan hari ke 10 tidak terdapat beda nyata, meskipun demikian tren grafik pemberian semen putih dengan konsentrasi 20 gr (S.2) cenderung dapat menghambat laju terbentuknya gula reduksi.



Gambar 7. Dinamika perubahan konsentrasi gula reduksi dipengaruhi suhu penyimpanan selama 10 hari penyimpanan

Dari gambar 7 menunjukkan tren grafik gula reduksi yang cenderung meningkat sampai hari terakhir pengamatan pada semua perlakuan. Pada pengamatan hari ke 10 perlakuan penyimpanan pada suhu ruang memiliki beda nyata dengan kadar gula reduksi terendah. Seperti terlihat dalam grafik, perlakuan penyimpanan pada suhu ruang cenderung memiliki tren lebih rendah sejak pengamatan hari ke 6 dibandingkan penyimpanan pada suhu 0°C. Hal tersebut

menunjukkan pada penelitian ini penyimpanan pada suhu ruang dapat menghambat terbentuknya gula reduksi dibandingkan dengan penyimpanan pada suhu 0°C.

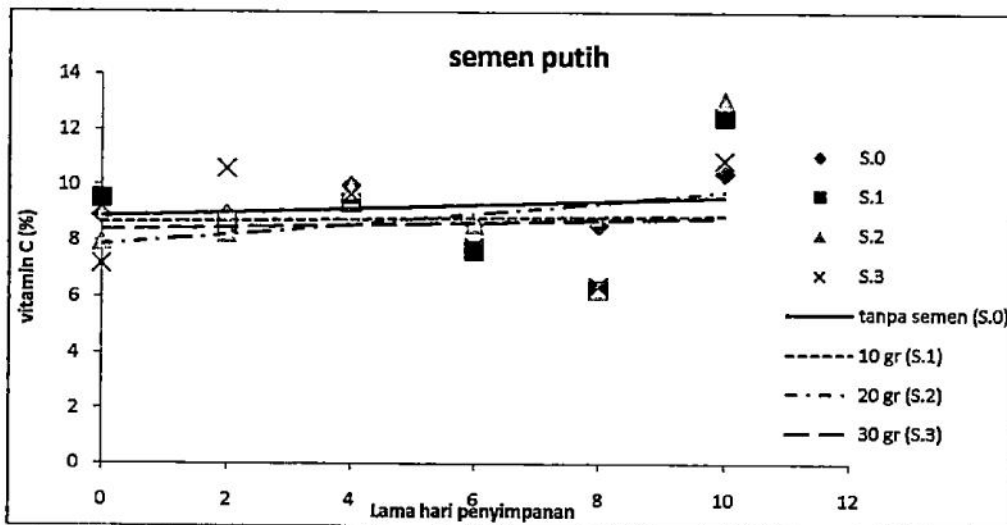
### B. Vitamin C

Tabel 4. Rerata Vitamin C (%) kubis pada penyimpanan hari 10

Perlakuan	Tanpa semen	Semen 10 gr	Semen 20 gr	Semen 30 gr	Rerata
Suhu ruang	12,19	12,81	13,13	11,56	<b>12,42 a</b>
Suhu 0°C	8,75	12,19	13,13	10,31	<b>11,09 a</b>
Rerata	<b>10,47a</b>	<b>12,50a</b>	<b>13,13a</b>	<b>10,94a</b>	(-)

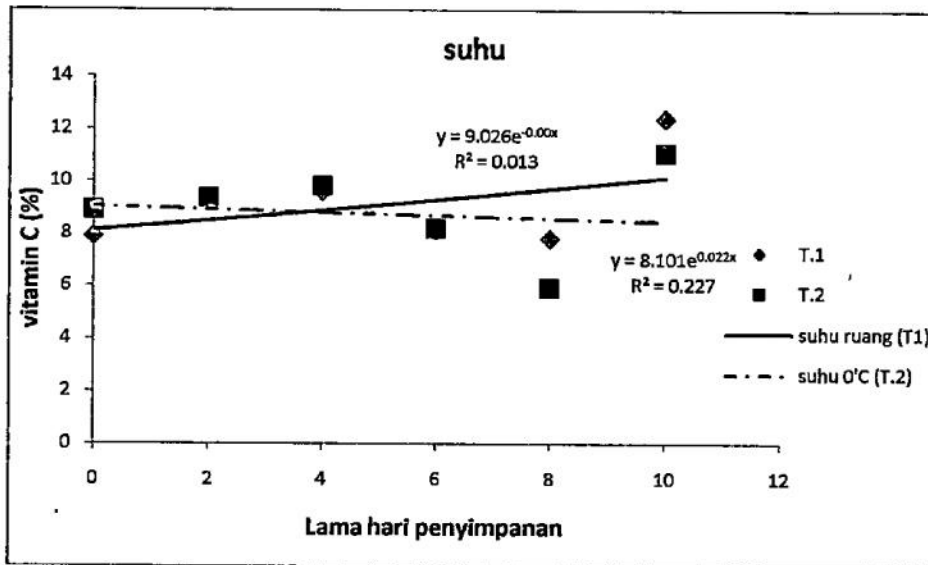
Keterangan : Angka yang diikuti huruf yang sama menunjukkan tidak ada beda nyata pada taraf 5%, tanda (-) menunjukkan tidak terdapat interaksi antar perlakuan

Dari tabel 4 diketahui tidak terdapat interaksi antara faktor konsentrasi pemberian semen putih dan faktor suhu penyimpanan. Tidak terdapat beda nyata pada semua perlakuan, baik pada faktor suhu penyimpanan atau pada faktor konsentrasi pemberian semen putih.



Gambar 8. Dinamika perubahan vitamin C yang dipengaruhi oleh konsentrasi pemberian semen putih selama 10 hari penyimpanan

Gambar 8 menunjukkan perlakuan pemberian semen 10 gr (S.10) dan 20 gr (S.2) sampai 10 hari pengamatan memiliki kecenderungan tren yang stabil dibandingkan dengan tren perlakuan tanpa pemberian semen yang cenderung meningkat. Perlakuan tanpa pemberian semen 20 gr (S.2) cenderung memiliki pengaruh yang baik mempertahankan kadar vitamin C, karena tren perlakuan tersebut lebih stabil dibandingkan dengan perlakuan lainnya. Proses kerusakan atau penurunan kadar asam askorbat ini menurut Sastromiharjo (1996) disebut oksidasi. Laju proses oksidasi asam askorbat akan meningkat dengan adanya pemanasan, penyimpanan dan suasana basa (Davidek dkk., 1990). Menurut Winarno (1997) vitamin C sangat mudah teroksidasi menjadi asam L-dehidroaskorbat yang cenderung mengalami perubahan lebih lanjut menjadi L-diketoglukonat. L-dehidroaskorbat bersifat sangat labil dan dapat mengalami perubahan menjadi 2,3-Ldiketoglukonat (DKG) yang sudah tidak mempunyai keaktifan vitamin C lagi, sehingga jika DKG tersebut sudah terbentuk maka akan mengurangi, bahkan menghilangkan kandungan asam askorbat dalam produk (Andarwulan dan Koswara, 1992). Faktor penyebab kecenderungan penurunan kadar vitamin C yang terjadi pada perlakuan pemberian semen 30 gr (S.3) yang mempengaruhi peningkatan pH yang dapat menyebabkan degradasi vitamin C, karena pada suasana basa menyebabkan asam Ldiketoglukonat teroksidasi menjadi asam oksalat dan asam L-treonat (Davidek dkk., 1990). Hasil penelitian ini perlakuan konsentrasi pemberian semen putih pada pengamatan hari ke 10 tidak menunjukkan beda nyata, walaupun demikian perlakuan pemberian semen putih dengan konsentrasi 20 gr (S.2) cenderung dapat menghambat degradasi vitamin C.



Gambar 9. Dinamika perubahan vitamin C yang dipengaruhi oleh suhu penyimpanan selama 10 hari penyimpanan.

Gambar 9 menunjukkan pada hari 2, 4 dan 6 pengamatan perlakuan penyimpanan pada suhu ruang (T.1) dan suhu 0°C (T.2) memiliki kecenderungan tren grafik yang sama. Memasuki hari 8 sampai hari 10 pengamatan tren perlakuan suhu ruang (T.1) cenderung lebih tinggi dibandingkan dengan penyimpanan pada suhu 0°C (T.2). Andarwulan dan Koswara (1992), menyatakan bahwa asam askorbat dapat terdegradasi karena pengaruh suhu penyimpanan, cahaya, konsentrasi gula dan garam, pH, oksigen, enzim, katalisator logam, serta rasio antara asam askorbat dan dehidro asam askorbat. Keberadaan gula sederhana sebagai sumber dari proses pembentukan vitamin C (siklus vitamin C) mempengaruhi jumlah vitamin C yang ada, hal tersebut dipengaruhi oleh ketersediaan kadar gula sederhana yang digunakan pada siklus pembentukan vitamin C (lampiran 3). Peningkatan kadar vitamin C yang terjadi pada penelitian ini diduga karena adanya peningkatan ketersediaan gula

sederhana seperti terlihat pada gambar 7 pada hari 8 pengamatan perlakuan suhu ruang (T.1) dan peningkatan kebutuhan anti oksidan untuk melindungi diri yang menyebabkan siklus pembentukan vitamin C kembali meningkat pada hari 10 pengamatan. Meningkatnya ketersediaan gula sederhana yang dihasilkan melalui proses pemecahan gula kompleks, maka siklus pembentukan vitamin C kembali meningkat dan menambah jumlah ketersediaan vitamin C. Pada pengamatan hari ke 10 tidak terdapat beda nyata antar perlakuan pada faktor suhu penyimpanan, hal tersebut menunjukkan faktor suhu penyimpanan tidak memiliki pengaruh dalam menghambat laju degradasi vitamin C.

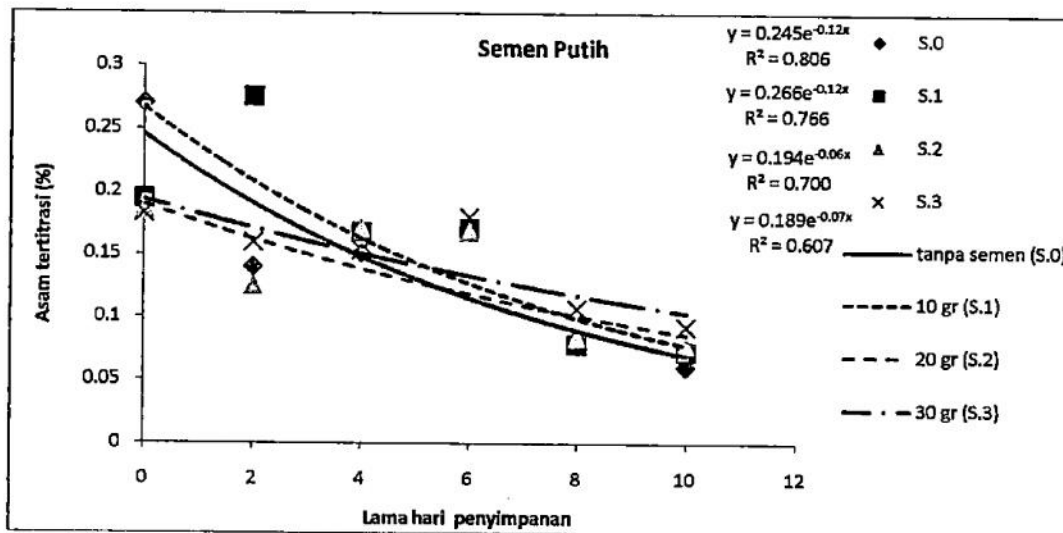
### C. Asam tertitrasi

Tabel 5. Rerata asam tertitrasi (%) kubis pada penyimpanan hari 10

Perlakuan	Tanpa semen	Semen 10 gr	Semen 20 gr	Semen 30 gr	Rerata
Suhu ruang	0,058	0,0754	0,0754	0,087	<b>0,074 a</b>
Suhu 0 C	0,064	0,0696	0,0812	0,0986	<b>0,0783 a</b>
Rerata	<b>0,061 a</b>	<b>0,0725 a</b>	<b>0,0783 a</b>	<b>0,0928 a</b>	

Keterangan : Angka yang diikuti huruf yang sama menunjukkan tidak ada beda nyata pada taraf 5%, tanda (-) menunjukkan tidak terdapat interaksi antar perlakuan

Dari tabel 5 menunjukkan tidak terdapat interaksi antara faktor konsentrasi pemberian semen putih dan suhu penyimpanan. Tidak terdapat beda nyata pada semua perlakuan, baik pada faktor suhu penyimpanan atau pada faktor konsentrasi pemberian semen putih.

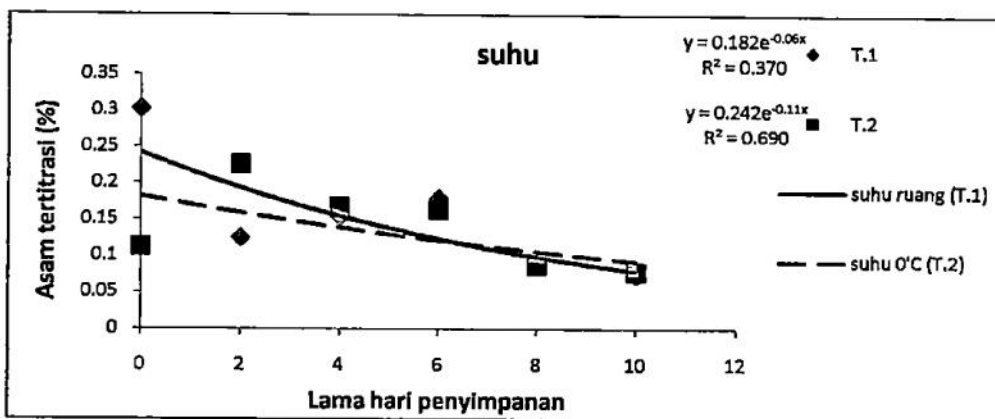


Gambar 10. Dinamika perubahan asam tertitrasi (%) pada kubis terhadap konsentrasi pemberian pemberian semen putih selama 10 hari penyimpanan

Dari gambar 10 menunjukkan tren grafik yang menurun pada semua perlakuan tanpa pemberian semen putih dan pemberian semen putih dengan berbagai konsentrasi. Perlakuan pemberian semen 30 gr (S.3) pada pengamatan hari 6 pengamatan sampai dengan hari 10 pengamatan memiliki kecenderungan lebih tinggi dalam mempertahankan kadar asam tertitrasi dengan perbandingan perlakuan tanpa pemberian semen yang terendah. Seperti disebutkan oleh Titiek dan Nafi (2007) sebagian besar buah dan sayuran mengandung asam organik lebih besar dengan yang dibutuhkan untuk berlangsungnya siklus kreb (*TCA cycle*) dan proses metabolisme yang lain, kelebihan asam organik biasanya disimpan dalam vakuola terpisah dari komponen komponen sel yang lain. Perlakuan semen 30 gr (S.3) memberikan pengaruh pada keberadaan ion kalsium dalam peranannya menahan kebocoran membran plasma (mikroporositas) dan dalam mempertahankan stabilitas struktur membran. Menurut Khayat dan Luh (1968), ion-ion kalsium yang



ditambahkan bereaksi dengan pektin di dalam dinding sel, sehingga akan memperkuat ikatan diantara sel-sel tersebut. Kramer dkk (1989) bahwa pemberaian ion kalsium dapat membentuk ikatan silang antara ion kalsium dengan asam pektat dan polisakarida lain sehingga dapat membatasi aktivitas enzim-enzim pelunakan dan respirasi seperti poligalakturonase, dengan cara menstabilkan integritas membran. Total asam merupakan energi tambahan pada buah yang diperkirakan banyak menurun selama aktivitas metabolisme berlangsung. Aktivitas metabolisme yang meliputi respirasi lebih cepat terjadi pada perlakuan tanpa pemberian semen putih. Hasil penelitian ini menunjukkan faktor konsentrasi pemberian semen putih pada pengamatan hari ke 10 tidak terdapat beda nyata, meskipun demikian tren grafik pada perlakuan pemberian semen putih dengan konsentrasi 30 gr (S.3) cenderung dapat mempertahankan kadar asam tertitrasi.



Gambar 11. Dinamika perubahan presentase asam tertitrasi pada kubis terhadap suhu selama 10 hari penyimpanan

Dari gambar 11 menunjukkan tren penurunan kadar asam tertitrasi pada semua perlakuan. Tren penurunan perlakuan penyimpanan pada suhu ruang (T.1) dan

pada suhu 0°C (T.2) tidak memiliki kecenderungan perbedaan. Pada pengamatan hari ke 10 faktor suhu penyimpanan tidak terdapat beda nyata, hal tersebut menunjukkan pada penelitian ini faktor suhu penyimpanan tidak berpengaruh dalam menghambat laju perombakan asam organik yang terkandung dalam kubis.

#### D. Kadar air

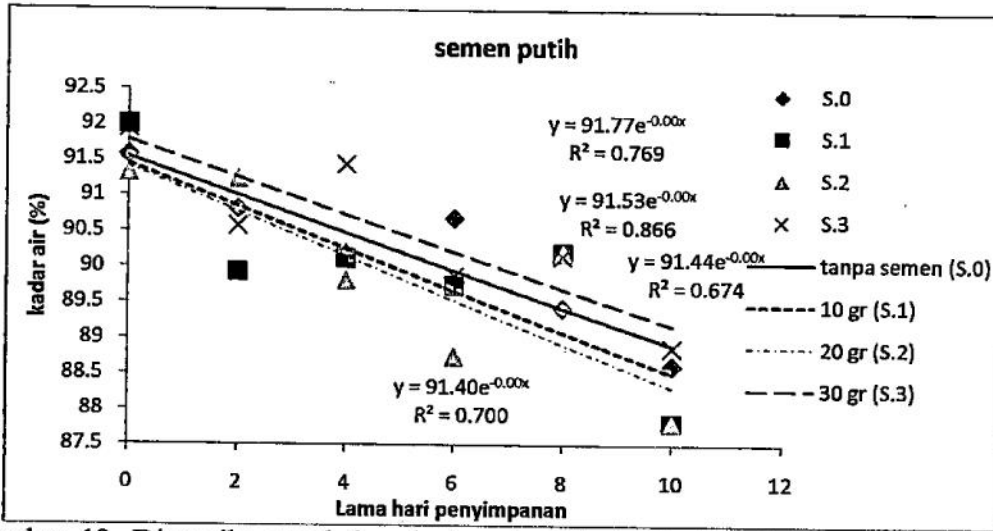
Kehilangan air dari buah dan sayuran tidak saja menyebabkan hilangnya berat komoditas secara langsung (*loss of soluble weight*), tetapi juga mengakibatkan hilangnya kualitas kenampakan (layu, kisut, luka cepat berkembang), kualitas tekstural (lunak, lembek, kehilangan kerenyahan), kehilangan rasa segar/*juiciness*, dan kualitas nutrisi seperti vitamin A dan C (Titiek dkk., 2007).

Tabel 6. Rerata kadar air (%) kubis pada penyimpanan hari 10

Perlakuan	Tanpa semen	Semen 10 gr	Semen 20 gr	Semen 30 gr	Rerata
Suhu ruang	88,75	88,75	88,75	88,75	88,75 a
Suhu 0°C	88,5	88,75	86,875	89	88,28125 a
Rerata	88,625 a	88,75 a	87,8125 a	88,875 a	(-)

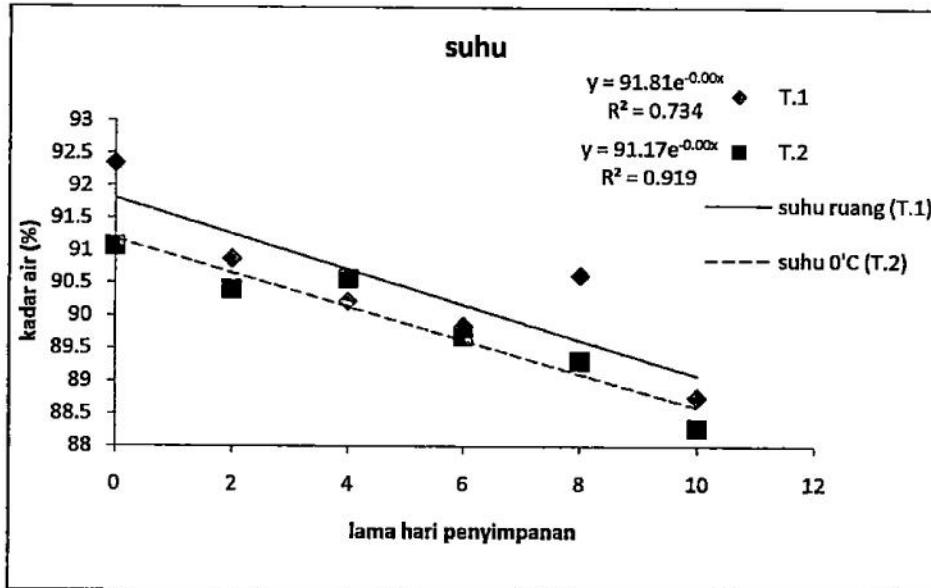
Keterangan : Angka yang diikuti huruf yang sama menunjukkan tidak ada beda nyata pada taraf 5%, tanda (-) menunjukkan tidak terdapat interaksi antar perlakuan

Dari tabel 6 menunjukkan tidak terdapat interaksi antara faktor pemberian semen dan suhu penyimpanan. Tidak terdapat beda nyata pada semua perlakuan, baik pada faktor suhu penyimpanan atau pada faktor konsentrasi pemberian semen putih.



Gambar 12. Dinamika perubahan kadar air pada kubis terhadap pemberian semen putih selama 10 hari penyimpanan

Gambar 12 menunjukkan kecenderungan penurunan kadar air pada semua perlakuan, tren grafik perlakuan pemberian 20 gr (S.2) semen cenderung lebih rendah dibandingkan dengan perlakuan lainnya. Pada pengamatan hari ke 10 faktor suhu penyimpanan tidak terdapat beda nyata, meskipun demikian perlakuan pemberian semen putih dengan konsentrasi 20 gr (S.2) cenderung dapat mempertahankan kadar air pada kubis.



Gambar 13. Dinamika perubahan kadar air pada kubis terhadap suhu penyimpanan selama 10 hari penyimpanan

Gambar 13 menunjukkan kecenderungan penurunan kadar air pada semua perlakuan, tren grafik perlakuan suhu 0°C cenderung lebih rendah dibandingkan dengan perlakuan lainnya. Pada pengamatan hari ke 10 pada faktor suhu penyimpanan tidak terdapat beda nyata, meskipun demikian penyimpanan pada suhu 0°C cenderung dapat mempertahankan kadar air dalam kubis.

#### E. Susut berat

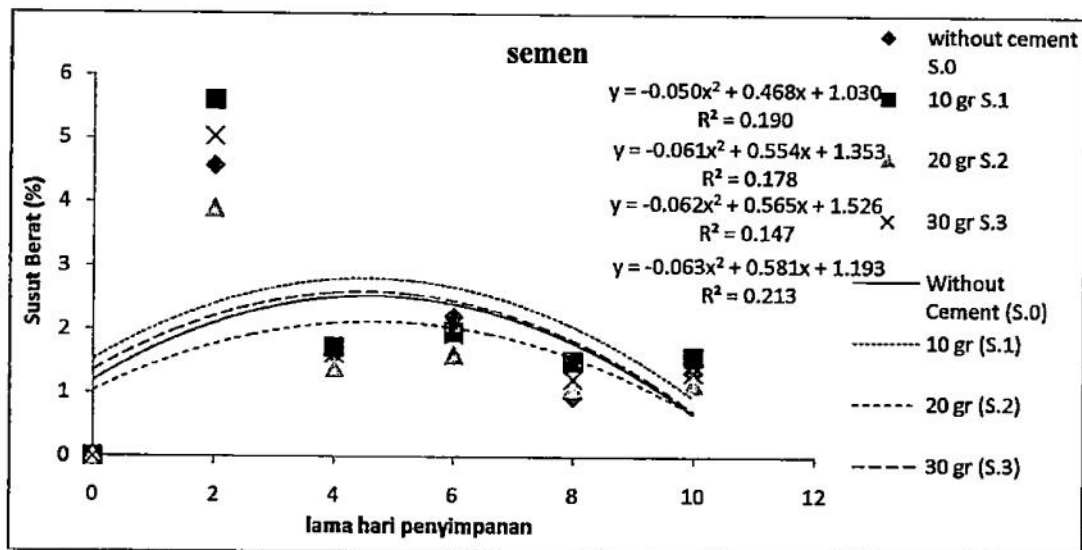
Susut berat dapat terjadi karena hilangnya air oleh proses respirasi dan transpirasi dari buah dan sayuran selama proses penyimpanan (Burdan dkk., 1999 *cit.* Setijorini, 2001). Kehilangan berat juga dapat disebabkan oleh kehilangan karbon selama proses respirasi (Muchtadi, 1992).

Tabel 7. Rerata susut berat (%) kubis pada penyimpanan hari 10

Perlakuan	Tanpa semen	Semen 10 gr	Semen 20 gr	Semen 30 gr	Rerata
Suhu ruang	1,879	2,2895	1,756	1,819	1,9361 a
Suhu 0°C	0,802	0,876	0,565	0,855	0,775b
Rerata	1,340 a	1,583 a	1,1609 a	1,337 a	

Keterangan : Angka yang diikuti huruf yang sama menunjukkan tidak ada beda nyata pada taraf 5%, tanda (-) menunjukkan tidak terdapat interaksi antar perlakuan

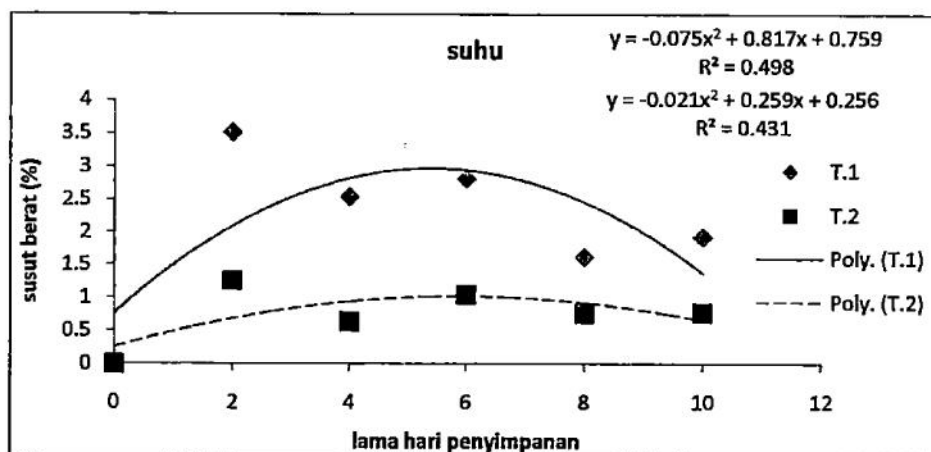
Dari tabel 7 diketahui tidak terdapat interaksi antara faktor konsentrasi pemberian semen putih dan faktor suhu penyimpanan. Pada perlakuan pemberian semen putih dengan berbagai konsentrasi dan perlakuan tanpa pemberian semen putih tidak terdapat beda nyata. Pada perlakuan penyimpanan suhu ruang dan suhu 0°C terdapat beda nyata.



Gambar 14. Dinamika perubahan kadar air pada kubis terhadap pemberian semen putih selama 10 hari penyimpanan

Dari gambar 14 terlihat tren peningkatan susut berat sampai hari 6 pengamatan kemudian mengalami penurunan sampai hari 10 pengamatan pada semua

perlakuan. Tren grafik perlakuan pemberian 20 gr (S.2) semen memiliki kecenderungan lebih rendah. Hal tersebut diduga dipengaruhi oleh pemberian semen putih yang mengandung ion kalsium. Menurut Khayat dan Luh (1968), ion-ion kalsium yang ditambahkan bereaksi dengan pektin di dalam dinding sel, sehingga akan memperkuat ikatan diantara sel-sel tersebut. Ikatan ionik kalsium pada membran sel membentuk jembatan antar komponen struktur, sehingga permeabilitas sel dapat dipertahankan (Dewi, 2009), terbentuknya *barrier* tersebut dapat menghambat laju transpirasi dan laju kehilangan karbon yang berpengaruh terhadap laju penyusutan berat pada kubis. Pada pengamatan hari ke 10 faktor konsentrasi pemberian semen putih tidak terdapat beda nyata, meskipun demikian perlakuan pemberian semen putih dengan konsentrasi 20 gr cenderung memiliki kemampuan lebih baik dalam menghambat laju penyusutan berat.



Gambar 15. Dinamika perubahan kadar air pada kubis terhadap suhu penyimpanan selama 10 hari penyimpanan

Gambar 15 terlihat tren peningkatan susut berat sampai hari 6 pengamatan kemudian mengalami penurunan sampai hari 10 pengamatan pada semua perlakuan.

Tren grafik pada perlakuan penyimpanan suhu  $0^{\circ}\text{C}$  (T.2) memiliki kecenderungan lebih rendah dan pada pengamatan hari ke 10 terdapat berbeda nyata dengan nilai penurunan kadar air paling rendah dibandingkan dengan perlakuan penyimpanan pada suhu ruang (T.1), hal tersebut menunjukkan penyimpanan kubis pada suhu  $0^{\circ}\text{C}$  memiliki pengaruh yang baik dalam menekan laju kehilangan berat pada kubis. Titiek dan Nafi (2007) mengatakan, temperatur merupakan faktor lingkungan terpenting yang menentukan umur pasca panen buah dan sayuran segar karena pengaruhnya yang besar terhadap laju reaksi biologis seperti respirasi. Dalam kisaran temperatur fisiologis, laju reaksi biologis meningkatkan dua (2) sampai (3) kali lipat untuk setiap kenaikan temperatur sebesar  $10^{\circ}\text{C}$  (hukum *Vant Hoff*). Perlakuan T.1 (suhu ruang) cenderung memiliki peningkatan laju kehilangan berat yang tinggi, hal tersebut diduga terjadi karena tingginya laju respirasi dan transpirasi. Proses transpirasi yang terjadi selama penyimpanan merupakan faktor penyebab kehilangan air yang dapat mengurangi berat sayuran Titiek dan Nafi (2007) menyebutkan, transpirasi dari sayuran dan buah-buahan segar merupakan proses *transfer* masa uap air bergerak dari permukaan organ tanaman ke udara di sekitarnya. Hukum *Fick* mengatakan, uap air seperti halnya gas-gas lainya bergerak dari konsentrasi tinggi ke konsentrasi rendah. Kelembaban relatif (RH) di dalam atmosfer sebagian besar buah-buahan dan sayuran segar mencapai 99%, sedangkan kelembaban relatif atmosfer disekitar buah dan sayuran tersebut biasanya lebih kecil, apabila komoditas ditempatkan pada atmosfer dengan kelembapan relatif lebih kecil dari 99% maka uap air akan bergerak keluar dari jaringan ke atmosfer (Titiek dkk, 2007). Komoditas mengalami transpirasi bila

terdapat perbedaan tekanan uap dari atmosfer di dalam komoditas dan tekanan uap atmosfer sekitarnya, selama ada perbedaan tekanan, transpirasi atau evaporasi akan terus berlangsung (Titiek dkk, 2007). Hal tersebut menunjukkan tingginya kecepatan laju kehilangan susut berat yang terjadi pada perlakuan suhu ruang ( $T_1$ ) diduga terjadi karena adanya proses respirasi yang dipengaruhi oleh suhu penyimpanan dan transpirasi yang masif terjadi selama proses penyimpanan. Sejalan dengan apa yang disebutkan USDA (1976) bahwa kondisi penyimpanan optimum kubis disimpan pada suhu  $0^{\circ}\text{C}$  ( $32^{\circ}\text{F}$ ), penyimpanan pada suhu  $-1^{\circ}\text{C}$  ( $31,1^{\circ}\text{C}$ ) dapat menyebabkan pembekuan, sedangkan penyimpanan pada suhu  $1^{\circ}\text{C}$  ( $33,8^{\circ}\text{F}$ ) dapat meningkatkan penuaan (*Senescence*), terutama jika diadakan di penyimpanan jangka panjang.

#### F. Tingkat kekerasan (*firmness*)

Fennema (1976) menyebutkan pengerasan ion kalsium disebabkan oleh terbentuknya ikatan menyilang antara ion kalsium divalen dengan polimer senyawa pektin yang bermuatan negatif pada gugus karbonil asam galakturonat dan bila ikatan menyilang ini terjadi dalam jumlah yang cukup besar, maka akan terjadi jaringan molekul yang melebar dan adanya jaringan tersebut akan mengurangi daya larut senyawa pektin dan semakin kokoh dari pengaruh mekanis. Titiek dan Nafi (2007) menyebutkan tingkat kekerasan produk akan menurun sejalan dengan proses respirasi dan transpirasi. Pada penelitian ini hal tersebut tidak terjadi, karena tingkat kekerasan bertambah selama proses penyimpanan. Bertambahnya tingkat kekerasan terjadi diakibatkan oleh layunya lembaran daun kubis dari masing-masing lapisan yang disebabkan oleh proses kehilangan air selama penyimpanan, kelayuan lembaran daun



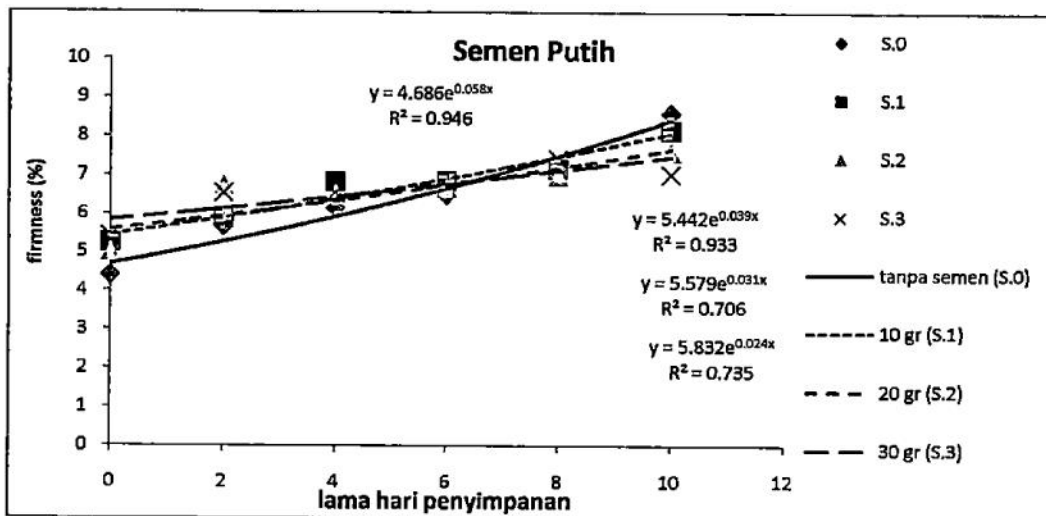
kubis dapat meningkatkan kelenturan daun, yang mengakibatkan bertambahnya daya tekan jarum pnetrometer yang digunakan untuk menguji tingkat kekerasan kubis.

Tabel 8. Rerata kekerasan (%) kubis pada penyimpanan hari 10

Perlakuan	Tanpa semen	Semen 10 gr	Semen 20 gr	Semen 30 gr	Rerata
Suhu ruang	9,3833333	8,9166667	8,0666667	7	<b>8,341667 a</b>
Suhu 0 C	7,8333333	7,4	7,1333333	7,0833333	<b>7,3625 b</b>
Rerata	<b>8,608333 a</b>	<b>8,158333 a</b>	<b>7,6 ab</b>	<b>7,041667 b</b>	<b>(-)</b>

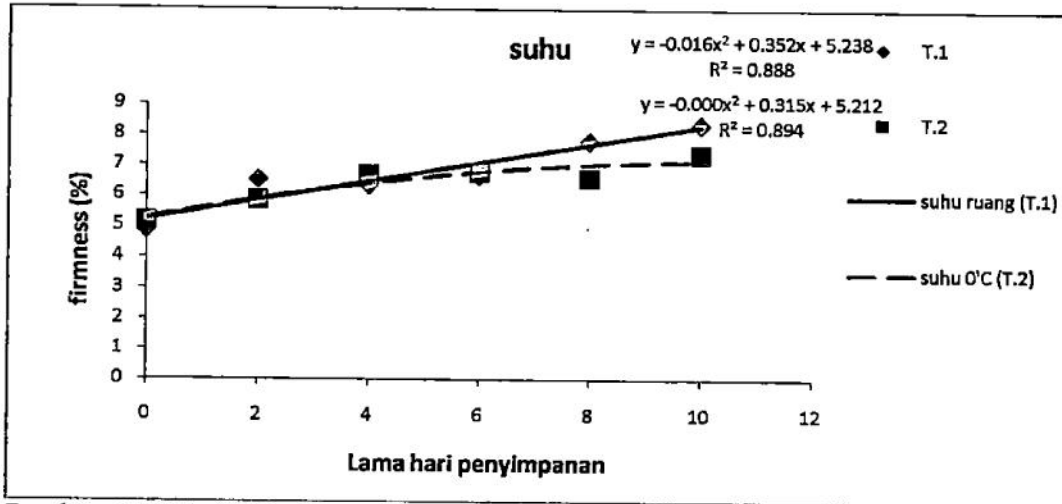
Keterangan : Angka yang diikuti huruf yang sama menunjukkan tidak ada beda nyata pada taraf 5%, tanda (-) menunjukkan tidak terdapat interaksi antar perlakuan

Dari tabel 8 diketahui tidak terdapat interaksi antar perlakuan. Pada faktor pemberian semen putih dengan berbagai konsentrasi dan perlakuan tanpa pemberian semen putih tidak menunjukkan adanya perbedaan nyata. Pada faktor suhu penyimpanan, perlakuan suhu 0 C memiliki beda nyata dengan nilai lebih rendah dibandingkan dengan perlakuan suhu ruang.



Gambar 16. Dinamika perubahan tingkat kekerasan pada kubis terhadap pengaruh konsentrasi pemberian semen putih selama 10 hari penyimpanan.

Dari gambar 16 menunjukkan kecenderungan peningkatan yang sama pada semua perlakuan sampai hari 6 pengamatan. Pada pengamatan hari terakhir perlakuan pemberian semen putih 20 gr (S.2) dan 30 gr (S.3) memiliki tren yang cenderung sama dengan pengamatan hari 6 pengamatan yang menunjukkan bahwa perlakuan tersebut dapat mempertahankan kesegaran kubis, dibandingkan perlakuan tanpa pemberian semen putih terus mengalami pelayuan lembaran daun kubis sehingga peningkatan kekerasan (*firmness*) terus meningkat. Menurut Garcia dkk (1995) Kalsium memiliki berbagai efek terhadap proses fisiologi pada buah dan sayur serta memainkan peranan penting dalam mempertahankan kualitas buah dan sayur. Pendapat Izumi dan Alley (1995) yang menyatakan bahwa kalsium berperan penting dalam mempertahankan kualitas buah-buahan dan sayuran dalam pengaruhnya terhadap keutuhan struktur membran dan dinding sel. Ikatan ionik kalsium pada membran sel membentuk jembatan antar komponen struktur, sehingga permeabilitas sel dapat dipertahankan (Dewi, 2009). Hasil penelitian ini menunjukkan faktor konsentrasi pemberian semen putih pada pengamatan hari ke 10 tidak terdapat beda nyata, meskipun demikian tren grafik pada perlakuan pemberian semen putih dengan konsentrasi 20 gr (S.2) dan 30 gr (S.3) cenderung dapat mempertahankan tingkat kekerasan pada kubis.

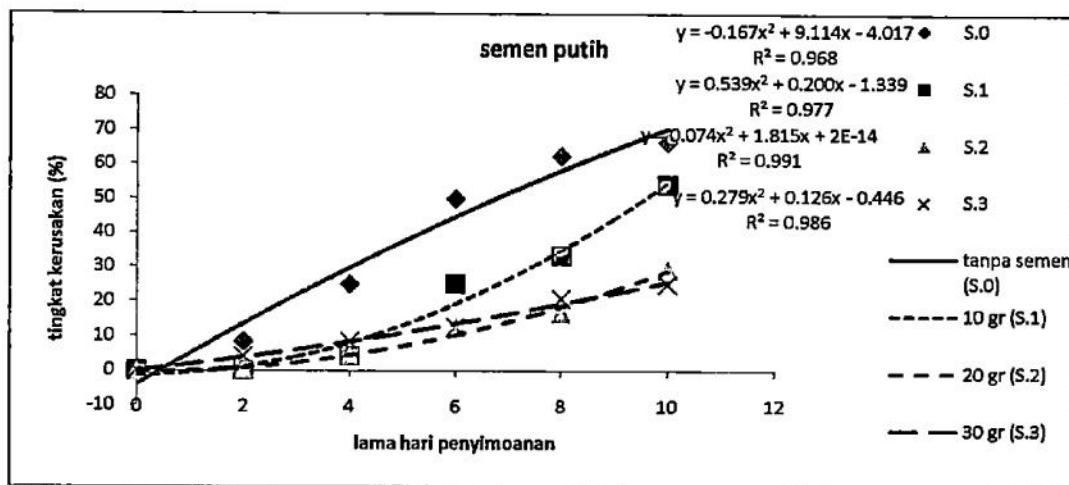


Gambar 17. Dinamika perubahan tingkat kekerasan pada kubis terhadap pengaruh suhu penyimpanan selama 10 hari penyimpanan.

Dari gambar 17 menunjukkan tren peningkatan pada semua perlakuan sampai hari 4 pengamatan, pada hari 6 pengamatan sampai hari pengamatan terakhir perlakuan penyimpanan pada suhu 0°C (T.2) memiliki tren yang lebih rendah dan berbeda nyata. Hal tersebut menunjukkan perlakuan penyimpanan pada suhu 0°C dapat mempertahankan tingkat kesegaran dibandingkan dengan perlakuan penyimpanan pada suhu ruang (T.1). Sejalan dengan laju penyusutan berat yang terjadi yang tertuang dalam gambar 15, yang menunjukkan bahwa penyimpanan pada suhu 0°C mampu menghambat laju penyusutan berat pada kubis yang disebabkan oleh laju transpirasi dan laju kehilangan karbon. Hasil penelitian ini menunjukkan faktor suhu penyimpanan pada pengamatan hari ke 10 terdapat beda nyata, penyimpanan pada suhu 0°C memiliki nilai terendah, yang menunjukkan bahwa penyimpanan pada suhu 0°C dapat menghambat laju kelayuan yang terjadi pada kubis, sehingga kesegaran kubis dapat dipertahankan.

## G. Kerusakan

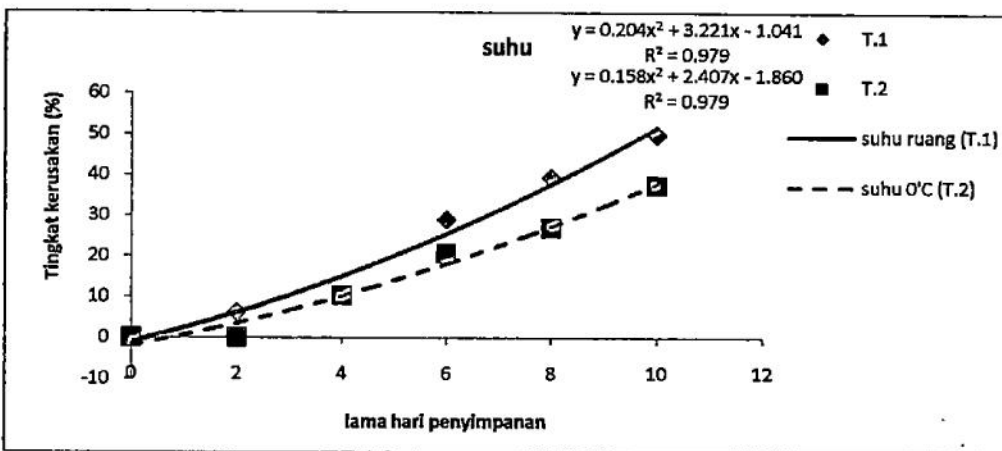
Peningkatan kerusakan tersebut terjadi karena proses metabolisme yang terus berjalan, seperti yang disampaikan oleh Titiek dan Nafi (2007) kehilangan kualitas yang dapat disebabkan oleh perubahan fisiologis dan komposisi yang akan mengubah penampilan, rasa atau tekstur, perubahan-perubahan ini dapat berasal dari metabolisme produk yang berjalan normal maupun metabolisme yang berjalan secara tidak normal akibat lingkungan pasca panen yang tidak sesuai.



Gambar 18. Dinamika perubahan tingkat kerusakan pada kubis terhadap pengaruh konsentrasi pemberian semen putih selama 10 hari penyimpanan.

Dari gambar 18 menunjukkan tren grafik perlakuan pemberian semen putih 10 gr (S.1) 20 gr (S.2) dan 30 gr (S.3) dapat menghambat laju kerusakan dengan baik, namun pada hari 6 pengamatan perlakuan pemberian semen putih 10 gr (S.1) mengalami kecenderungan peningkatan tren grafik mengikuti perlakuan tanpa pemberian semen putih (S.0). Perlakuan pemberian semen putih 20 gr (S.2) dan 30 gr (S.3) memiliki kecenderungan tren grafik yang lebih stabil sampai dengan hari

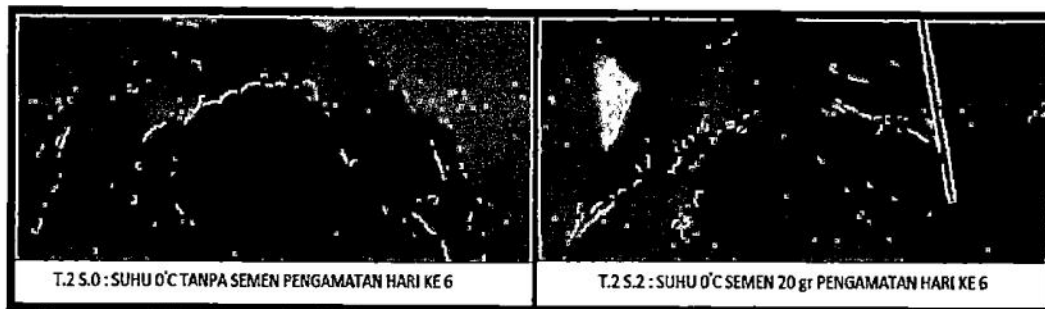
pengamatan ke sepuluh (10). Pemberian semen putih sebagai *barrier* (sumber ion kalsium) berpengaruh dalam menjaga kualitas kubis dari kerusakan. Menurut Fennema (1976), pengerasan ion kalsium disebabkan oleh terbentuknya ikatan menyilang antara ion kalsium divalen dengan polimer senyawa pektin yang bermuatan negatif pada gugus karbonil asam galakturonat (Gambar 2). Bila ikatan menyilang ini terjadi dalam jumlah yang cukup besar, maka jaringan molekul akan melebar, dengan adanya jaringan tersebut akan mengurangi daya larut senyawa pektin dan semakin kokoh dari pengaruh mekanis (Fennema, 1976). Dengan demikian kualitas pasca panen kubis dapat dijaga dari kerusakan fisiologis maupun mekanis. Hal tersebut menunjukkan perlakuan pemberian semen putih dengan konsentrasi 20 gr dan 30 gr dapat menghambat laju kerusakan pada kubis dengan baik.



Gambar 19. Dinamika perubahan tingkat kerusakan pada kubis terhadap pengaruh suhu penyimpanan selama 10 hari penyimpanan.

Gambar 19 menunjukkan tren grafik yang sama antara perlakuan penyimpanan pada suhu ruang (T.1) dan penyimpanan pada suhu 0°C (T.2), namun pada perlakuan penyimpanan pada suhu 0°C (T.2) tren grafik cenderung lebih rendah

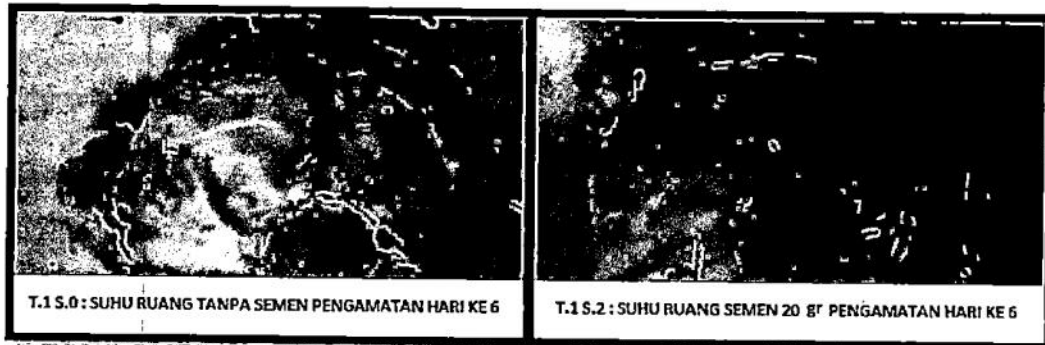
dibandingkan dengan perlakuan penyimpanan pada suhu ruang (T.1). Seperti disampaikan dalam hukum *Vant Hoff* yang menyatakan dalam kisaran temperatur fisiologis, laju reaksi biologis meningkatkan dua (2) sampai tiga (3) kali lipat untuk setiap kenaikan temperatur sebesar  $10^{\circ}\text{C}$ . USDA (1976) melangsir bahwa kondisi penyimpanan optimum kubis harus disimpan pada  $0^{\circ}\text{C}$  ( $32^{\circ}\text{F}$ ), penyimpanan pada  $-1^{\circ}\text{C}$  ( $31,1^{\circ}\text{C}$ ) dapat menyebabkan pembekuan, sedangkan penyimpanan pada  $1^{\circ}\text{C}$  ( $33,8^{\circ}\text{F}$ ) dapat meningkatkan penuaan (*Senescence*), terutama jika diadakan di penyimpanan jangka panjang. Hal tersebut menunjukkan perlakuan penyimpanan pada suhu  $0^{\circ}\text{C}$  dapat menghambat laju kerusakan pada kubis.



Gambar 20. foto kubis suhu  $0^{\circ}\text{C}$  tanpa semen (T.2.S.0) dan suhu  $0^{\circ}\text{C}$  semen 20 gr (T.2.S.2) pada pengamatan hari ke 6.

Gambar 20 menunjukkan perbedaan tingkat kerusakan yang terjadi pada kubis dengan perlakuan penyimpanan pada suhu  $0^{\circ}\text{C}$ . Perlakuan T.2.S.0 (suhu  $0^{\circ}\text{C}$  tanpa semen) menunjukkan kerusakan pada jaringan bonggol kubis yang terluka dengan kenampakan jaringan luka yang kisut dan sedikit berair, lapisan daun pertama dan mengalami pelayuan dan warna daun menjadi lebih tua pada bagian ujung daun. Perlakuan T.2.S.2 (suhu  $0^{\circ}\text{C}$  semen 20 gr) menunjukkan kenampakan terlihat

masih segar, pada bonggol daun terluar hanya layu pada bagian ujung daun lapisan pertama.



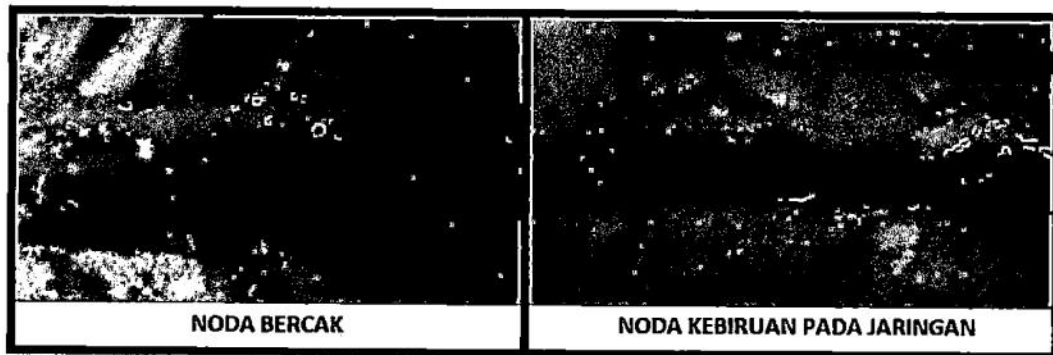
Gambar 21. Foto kubis suhu ruang tanpa semen (T.1.S.0) dan suhu ruang semen 30 gr (T.1.S.2) pada pengamatan hari ke 6.

Gambar 21 menunjukkan foto kerusakan yang terjadi pada perlakuan suhu ruang. Perlakuan T.1.S.0 (suhu ruang tanpa semen) terlihat kenampakkan bagian ujung dan ruas tulang daun yang layu, jaringan bonggol kubis yang terluka akibat pemotongan mengalami penuaan warna. Pada perlakuan T.1.S.2 (suhu ruang semen 20 gr) kenampakan terlihat lebih segar dibandingkan dengan perlakuan T.1.S.0 (suhu ruang tanpa semen) dengan daun terluar sedikit layu pada bagian ujungnya, terlihat relatif sama dengan T.2.S.0 (suhu 0°C tanpa semen) namun pada perlakuan T.2.S.0 (suhu 0°C tanpa semen) memiliki tingkat kesegaran lebih. Hal tersebut sejalan dengan dinamika laju kerusakan pada gambar 18 yang menunjukkan bahwa perlakuan S.2 (semen 20 gr) dapat menghambat laju kerusakan pada kubis selama proses penyimpanan.



Gambar 22. Foto kerusakan kubis layu dan kerusakan jaringan akibat luka pemotongan

Gambar 22 menunjukkan kerusakan pada kubis dengan kenampakan layu dan penebaran warna pada daun, dan bonggol terdapat kerusakan pada jaringan epidermis dan xylem yang terlihat pada luka bonggol akibat pemotongan.



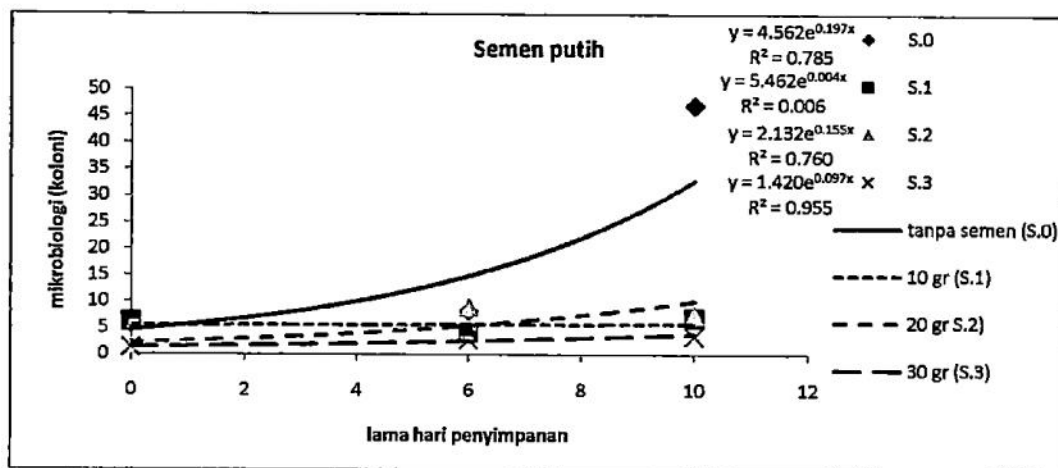
Gambar 23. Foto kerusakan kubis noda bercak dan noda kebiruan pada jaringan

Gambar 23 menunjukkan kerusakan pada kubis dengan kenampakan noda bercak yang diakibatkan oleh hama penyakit pada kubis pada saat dilahan yang kemudian berkembang menjadi media tumbuh bakteri yang dapat memperparah luka. Pada kubis yang didinginkan akan terjadi bintik-bintik kapang hitam (*Alternaria* sp.), yang biasanya merupakan pangkal dari kebusukan selanjutnya, pencegahan yang terbaik adalah usaha untuk menjaga agar daun jangan sampai cacat, kemudian



didinginkan pada suhu 0°C, penyimpanan pada suhu ini juga tidak dapat terlalu lama karena biasanya akan kelihatan garis-garis coklat pada (Santoso, 2006). Kemudian pada pengamatan hari ke 4 mulai muncul ruam memar kebiruan pada bagian tulang daun yang terlihat muncul pada bagian pangkal tulang kemudian merambat ke ruas tulang daun seperti yang terlihat.

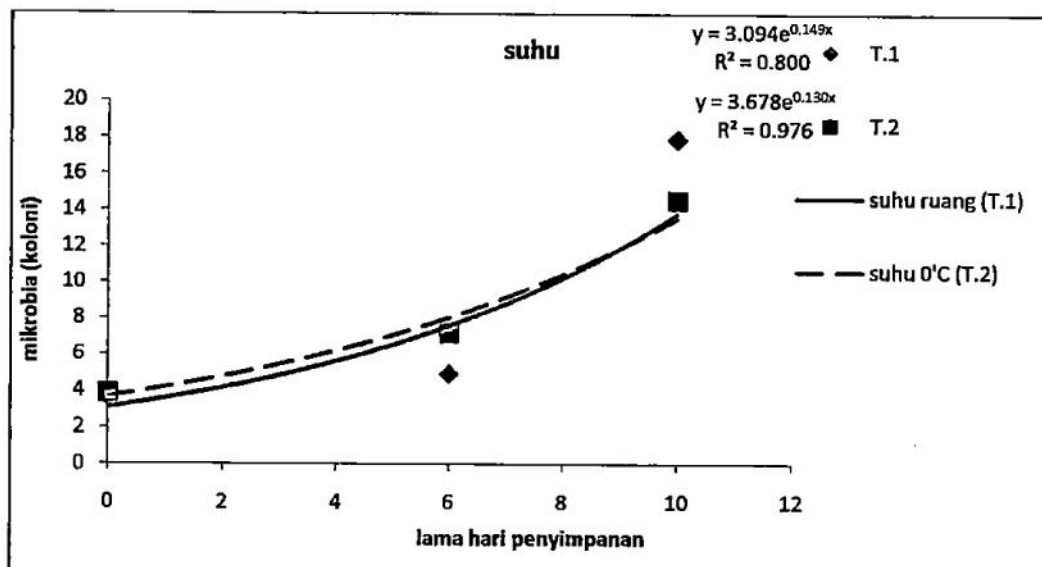
### H. Mikrobial



Gambar 25. Dinamika perubahan jumlah koloni mikrobia pada kubis terhadap pengaruh konsentrasi pemberian semen putih selama 10 hari penyimpanan

Dari gambar 24 terlihat tren grafik pemberian semen putih dengan berbagai konsentrasi cenderung lebih stabil dalam menghambat perkembangan mikrobia dibandingkan perlakuan S.0 (tanpa semen) yang mengalami kecenderungan peningkatan tren grafik yang tinggi pada hari 6 sampai 10 pengamatan. Hal tersebut disebabkan adanya proses sementasi yang terjadi saat semen putih yang diberikan bereaksi dengan cairan yang keluar dari bonggol akibat pelukaan pemotongan membuat kondisi bonggol menjadi lebih kering. Bonggol kubis yang terluka

merupakan media utama kembang biak mikrobia yang dapat mengakibatkan kerusakan pada kubis, dengan terserapnya air pada bonggol kubis maka akan mengurangi media tumbuh mikrobia. Dewi (2009) mengatakan, ikatan ionik kalsium pada membran sel membentuk jembatan antar komponen struktur, sehingga permeabilitas sel dapat dipertahankan, selain itu jembatan kalsium juga mempertahankan masuknya enzim yang dihasilkan dari buah dan sayur yang menyebabkan pelunakan, dan enzim yang dihasilkan oleh jamur atau bakteri yang menyebabkan pembusukan. Hasil penelitian mendapatkan perlakuan pemberian semen putih dengan konsentrasi 30 gr (S.3) cenderung efektif dalam menekan laju perkembangan mikrobia yang dapat merusak kualitas kubis.



Gambar 25. Dinamika perubahan jumlah koloni mikrobia pada kubis terhadap suhu penyimpanan selama 10 hari penyimpanan.

Dari gambar 25 menunjukkan kecenderungan peningkatan tren grafik yang sama antara perlakuan penyimpanan pada suhu ruang (T.1) dan perlakuan penyimpanan

pada suhu 0°C(T.2). Tidak seperti yang disampaikan Santoso (2006) yang mengatakan, penyimpanan suhu rendah dapat memperpanjang masa hidup jaringan-jaringan dalam bahan pangan tersebut karena aktivitas respirasi menurun dan menghambat aktivitas mikroorganisme, namun penyimpanan dingin tidak membunuh mikroba, tetapi hanya menghambat aktivitasnya. Hal tersebut menunjukkan penyimpanan pada suhu 0°C pada penelitian ini tidak memberikan pengaruh yang baik dalam menghambat perkembangan mikrobia