

**PENGARUH UKURAN TERHADAP TINGKAT TRANSLUSENSI BUAH
NANAS (*Ananas comosus*. L) MD2 CROWNLESS SELAMA SIMPAN**

(Skripsi)

**Oleh
TARA YOLANDA
2014071049**



**FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2025**

ABSTRAK
PENGARUH UKURAN TERHADAP TINGKAT TRANSLUSENSI BUAH
NANAS (*Ananas comosus*. L) MD2 CROWNLESS SELAMA SIMPAN

Oleh
TARA YOLANDA

Buah nanas MD2 crownless banyak diminati karena kepraktisannya, tetapi memiliki permasalahan utama yaitu munculnya translusen selama penyimpanan yang dapat menurunkan kualitasnya. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh ukuran buah terhadap tingkat translusen selama penyimpanan serta mengembangkan model prediksi berdasarkan intensitas RGB daging buah dan parameter destruktif. Penelitian ini menggunakan jenis nanas MD2 yang terkena translusen dan normal berjumlah 120 buah yang terdiri dari 60 buah nanas translusen dan 60 buah nanas normal dengan *shell color* yang sama yaitu SC2-SC3. Pengamatan dilakukan selama 35 hari penyimpanan dan diamati setiap 7 hari sekali dengan banyak sampel 10 buah nanas translusen besar dan kecil serta 10 buah nanas normal besar dan kecil untuk setiap hari pengamatan. Parameter yang diukur meliputi kadar air, susut bobot, berat jenis, kekerasan, total padatan terlarut (brix), *titratable acidity*, serta analisis citra menggunakan *visible image* dan *thermal image*. Data dianalisis menggunakan MATLAB dan Minitab, serta dikembangkan model prediksi dengan jaringan saraf tiruan (JST). Hasil penelitian menunjukkan bahwa ukuran buah mempengaruhi laju perubahan translusen, di mana buah berukuran besar mengalami translusen lebih cepat dibandingkan yang kecil. Model prediksi tingkat translusensi pada buah nanas *crownless* menggunakan Jaringan Saraf Tiruan (JST) yaitu dengan arsitektur jaringan 3-10-10-1. Untuk pengembangan model prediksi ini menggunakan 4 parameter destruktif yaitu *titratable acidity*, kekerasan, luasan translusen, dan total padatan

terlarut. Fungsi aktivasi terbaik pada parameter *titratable acidity* pada buah nanas *crownless* yaitu *logsig-tansig-purelin* ($R^2 = 1$; RMSE = 0,001). Fungsi aktivasi terbaik pada kekerasan yaitu *tansig-logsig-logsig* ($R^2 = 0,999$; RMSE = 0,001). Fungsi aktivasi terbaik pada luasan translusen yaitu *tansig-logsig-purelin* ($R^2 = 1$; RMSE 0,022). Sedangkan fungsi aktivasi terbaik pada parameter total padatan terlarut yaitu *tansig-tansig-logsig* ($R^2 = 0,999$; RMSE 0,017).

Kata Kunci : Nanas MD2, translusen, penyimpanan, jaringan saraf tiruan, analisis citra.

ABSTRACT

EFFECT OF SIZE ON THE LEVEL OF TRANSLUCENCE OF PINEAPPLE (*Ananas comosus*. L) MD2 CROWNLESS DURING STORAGE

By

TARA YOLANDA

Crownless MD2 pineapples are highly favored for their practicality; however, they face a major issue—translucency that develops during storage, which can reduce their quality. This study aims to analyze the effect of fruit size on the level of translucency during storage and to develop a predictive model based on the RGB intensity of the fruit flesh and destructive parameters. The research used 120 MD2 pineapples, consisting of 60 translucent fruits and 60 normal fruits, all with the same shell color (SC2–SC3). Observations were conducted over a 35-day storage period, with evaluations every 7 days. Each observation day included 10 large and small translucent pineapples and 10 large and small normal pineapples as samples. The measured parameters included moisture content, weight loss, specific gravity, firmness, total soluble solids (Brix), titratable acidity, and image analysis using both visible and thermal imaging. Data were analyzed using MATLAB and Minitab, and a predictive model was developed using an artificial neural network (ANN). The results showed that fruit size affects the rate of translucency development, with larger fruits becoming translucent more quickly than smaller ones. The predictive model for translucency levels in crownless pineapples used an ANN with a 3-10-10-1 network architecture. Four destructive parameters were used for model development: titratable acidity, firmness, translucency area, and total soluble solids. The best activation functions for each

parameter were as follows: titratable acidity: logsig–tansig–purelin ($R^2 = 1$; RMSE = 0.001), firmness: tansig–logsig–logsig ($R^2 = 0.999$; RMSE = 0.001), translucency area: tansig–logsig–purelin ($R^2 = 1$; RMSE = 0.022), and total soluble solids: tansig–tansig–logsig ($R^2 = 0.999$; RMSE = 0.017).

Keywords: MD2 pineapple, translucency, storage, artificial neural network, image analysis.

**PENGARUH UKURAN TERHADAP PERUBAHAN TINGKAT
TRANSLUSENSI BUAH NANAS (*Ananas comosus*. L) MD2 CROWNLESS
SELAMA SIMPAN**

**Oleh
TARA YOLANDA**

Skripsi

**Sebagai salah satu syarat untuk mencapai gelar
SARJANA TEKNIK**

Pada

**Jurusan Teknik Pertanian
Fakultas Pertanian Universitas Lampung**



**FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG**

2025

Judul Skripsi

**PENGARUH UKURAN TERHADAP
TINGKAT TRANSLUSSENSI BUAH NANAS
(*Ananas comosus*. L) MD2 CROWNLESS
SELAMA SIMPAN**

Nama Mahasiswa

Tara Yolanda

No. Pokok Mahasiswa

: 2014071049

Jurusan

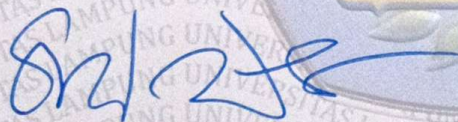
: Teknik Pertanian

Fakultas

: Pertanian

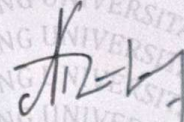


1. Komisi Pembimbing



Ir. Sri Waluyo, S.TP., M.Si., Ph.D., IPU.

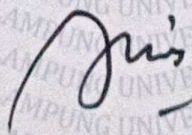
NIP. 197203111997031002



Dwi Dian Novita, S.TP., M.Si.

NIP. 198209242006042001

2. Ketua Jurusan Teknik Pertanian



Dr. Ir. Warji, S.TP., M.Si., IPM.

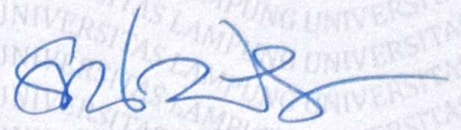
NIP. 197801022003121001

MENGESAHKAN

1. Tim Penguji

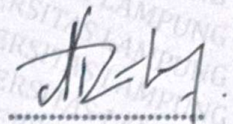
Ketua

Ir. Sri Waluyo, S.TP., M.Si., Ph.D., IPU.



Sekretaris

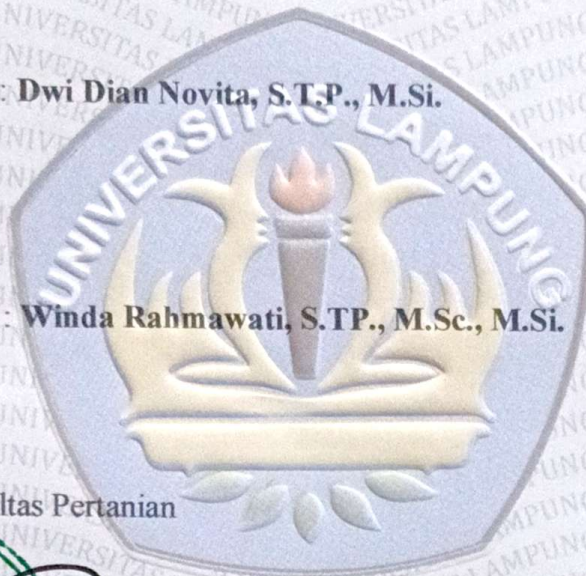
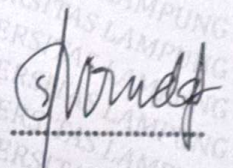
Dwi Dian Novita, S.T.P., M.Si.



Penguji Bukan

Pembimbing

Winda Rahmawati, S.TP., M.Sc., M.Si.

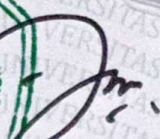


2. Dekan Fakultas Pertanian



Desy Liswanta Futas Hidayat, M.P.

NIP. 196411181989021002



Tanggal Lulus Ujian Skripsi : 22 April 2025

PERNYATAAN HASIL KARYA

Saya **Tara Yolanda** NPM 2014071049.

Dengan ini menyatakan bahwa apa yang tertulis dalam karya ilmiah ini merupakan hasil tulisan saya yang dibimbing oleh Komisi Pembimbing, **Ir. Sri Waluyo, S.TP., M.Si., Ph.D., IPU.** dan **Dwi Dian Novita, S.T.P., M.Si.** berdasarkan ilmu pengetahuan dan informasi yang telah saya dapatkan. Karya ilmiah ini berisi material yang dibuat sendiri berdasarkan hasil rujukan beberapa sumber terpercaya lain seperti buku, jurnal dan lain sebagainya yang telah dipublikasikan atau dengan kata lain bukan hasil plagiat karya orang lain.

Demikian pernyataan ini saya buat dan dapat dipertanggungjawabkan, Apabila di kemudian hari terdapat kecurangan dalam karya ilmiah ini, maka saya siap mempertanggungjawabkannya.

Bandar Lampung, 16 Juni 2025

Yang membuat pernyataan,



Tara Yolanda

NPM. 2014071049

RIWAYAT HIDUP



Penulis lahir di Kota Palembang, Sumatera Selatan pada tanggal 24 Juli 2002. Penulis lahir dari pasangan Bapak Sahlani dan Ibu Hamida, sebagai anak kedua dari dua bersaudara. Pada tahun 2006 sampai dengan 2007 penulis menempuh pendidikan di Taman Kanak-Kanak (TK) di TK Permata Agri, Kab.

Tanjung Jabung Barat, Prov. Jambi. Tahun 2007 sampai dengan 2008 penulis berpindah ke TK IKI PTPN7 Bekri, Lampung Tengah. Setelah menyelesaikan Taman Kanak-Kanak penulis melanjutkan Pendidikan di Sekolah Dasar (SD) Negeri 2 Sinar Banten pada tahun 2008 sampai dengan 2014. Lalu penulis melanjutkan pendidikan ke Sekolah Menengah Pertama (SMP) Negeri 2 Bangun Rejo, Kab. Lampung Tengah pada tahun 2014 sampai dengan 2017. Pada tahun 2017 sampai dengan 2020 penulis melanjutkan pendidikan di Madrasah Aliyah Negeri (MAN) 1 Metro, Lampung.

Pada tahun 2020 penulis terdaftar sebagai Mahasiswa Jurusan Teknik Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung melalui jalur Seleksi Bersama Masuk Perguruan Tinggi Negeri (SBMPTN). Pada awal perkuliahan penulis aktif dalam organisasi kemahasiswaan yaitu Persatuan Mahasiswa Teknik Pertanian (PERMATEP) sebagai anggota biasa.

Penulis telah menyelesaikan Kuliah kerja Nyata (KKN) pada periode 1 tahun 2023 di Pekon Pagar Dalam, Kab. Pesisir Barat selama 40 hari pada Januari sampai dengan Februari 2023, kemudian 26 Juni sampai dengan 4 Agustus 2023, penulis melaksanakan kegiatan Praktik Umum (PU) di PTPN VII Unit Rejosari-Pematang Kiwah, Kecamatan Natar, Kabupaten Lampung Selatan, Provinsi Lampung.

HALAMAN PERSEMBAHAN

Alhamdulillahirabbil'aalamin...

Dengan penuh rasa syukur dan atas Ridho Allah Subhanahu Wa Ta'ala

Karya ini kupersembahkan kepada :

Keluarga tercinta, Ayahanda Sahlani dan Ibunda Hamida, kakak Riska Apriana dan abang Pangestu Ruly Pembayun serta seluruh sanak saudara yang selalu menyemangati dan menyebutkan namaku dalam setiap do'a.

Sahabat serta teman seperjuangan yang selalu menjadi pendengar dan penasehat terbaik dalam setiap saat.

Terimakasih telah memberikan semangat, dukungan, serta doa-doanya sehingga aku dapat berjuang sampai di titik ini.

SANWACANA

Alhamdulillahirobbil alamin. Puji syukur atas kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat, karunia, nikmat iman, dan nikmat sehat sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir dalam penyusunan skripsi.

Skripsi yang berjudul “**Pengaruh Ukuran Terhadap Perubahan Tingkat Translusensi Buah Nanas (*Ananas comosus*. L) MD2 *Crownless* Selama Simpan**” merupakan salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik (S.T.) di Jurusan Teknik Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung.

Penulis menyadari dalam penyusunan skripsi ini banyak mendapat bantuan, masukan, dan saran dari berbagai pihak. Dengan segala kerendahan hati dan rasa hormat, penulis menyampaikan terima kasih kepada :

1. Ibu Prof. Dr.Ir. Lusmeilia Afriani, D.E.A., IPM., selaku Rektor Universitas Lampung;
2. Bapak Dr. Ir. Kuswanta Futas Hidayat, M.P., selaku Dekan Fakultas Pertanian, Universitas Lampung;
3. Bapak Dr. Ir. Warji, S.TP., M.Si., IPM., selaku Ketua Jurusan Teknik Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung yang memberikan dukungan, motivasi, dan semangat;
4. Bapak Ir. Sri Waluyo, S.TP., M.Si., Ph.D., IPU., selaku pembimbing utama yang telah meluangkan waktunya untuk memberikan masukan, bimbingan, dan saran selama penelitian hingga penyusunan skripsi ini;
5. Ibu Dwi Dian Novita, S.T.P., M.Si., selaku pembimbing dua sekaligus pembimbing akademik yang telah meluangkan waktunya untuk memberikan masukan, bimbingan, dan saran dalam menyelesaikan skripsi ini.

6. Ibu Winda Rahmawati, S.TP., M.Sc., M.Si. selaku dosen pembahas yang telah memberikan masukan, saran serta arahan dalam menyelesaikan skripsi ini;
7. Seluruh dosen dan para karyawan Jurusan Teknik Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung;
8. Bapak Sahlani dan Ibu Hamida, selaku orang tua kandung penulis yang telah memberikan semangat dalam menyelesaikan penyusunan skripsi dan dukungan finansial dalam menyelesaikan perkuliahan. Terima kasih atas do'a dan dukungan yang selalu diberikan kepada penulis;
9. Ayah Pepen Supendi dan Bunda Supiyah, selaku orang tua yang membesarkan penulis dari kecil sampai sekarang yang telah memberikan semangat dalam menyelesaikan penyusunan skripsi. Terima kasih atas do'a dan dukungan yang selalu diberikan kepada penulis;
10. Penulis mengucapkan terima kasih kepada kakak Riska Apriana, S.Pd. dan abang Pangestu Ruly Pembayun A.Md. yang selalu memberikan semangat kepada penulis dalam melaksanakan penyusunan skripsi ini;
11. Bapak Ahmad Ziaurrahman, Bapak Cahyo, Bapak Suradi, Bapak Rachmat, serta semua tenaga kerja yang tidak bisa saya sebutkan satu persatu yang telah memberikan bantuan, motivasi, masukkan, dan semangat dalam melaksanakan penelitian;
12. Penulis mengucapkan terima kasih kepada Salsabila, Istiqomah, Nazamudin, dan Yogi selaku tim penelitian nanas yang selalu siap menjadi tempat keluh kesah maupun senang dan memberikan semangat, motivasi, dan dukungan selama melaksanakan penelitian dan penyusunan skripsi ini;
13. Penulis mengucapkan terima kasih kepada Asyam, Vika, Nurul, Sela, Zahra, Neyreza, Afina, dan Alfian, selaku tim Praktik Umum (PU) dari UGM yang telah membantu penulis dalam melaksanakan penelitian;
14. Penulis mengucapkan terima kasih kepada Taruli Situmorang, Gradiana Eny Nahak, dan Istiqomah selaku teman baik penulis yang siap sedia mendengarkan keluh kesah penulis dan memberi semangat serta dukungan selama melaksanakan penyusunan skripsi ini.

15. Penulis mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah berjasa dan membantu penulis dalam penyusunan skripsi ini. Penulis berharap semoga kebaikan tersebut mendapat balasan dari Allah SWT;
16. Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan skripsi ini jauh dari kata sempurna, maka dari itu penulis senantiasa menerima kritik dan saran. Penulis berharap semoga skripsi ini bermanfaat dan berguna bagi para pembacanya.

Bandar Lampung,2025

Penulis

Tara Yolanda

DAFTAR ISI

	Halaman
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR.....	xvi
I. PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Masalah	2
1.4 Manfaat Penelitian.....	3
1.5 Hipotesis	3
1.6 Batasan Masalah.....	3
II. TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Nanas	4
2.2 Jenis Nanas.....	6
2.3 Manfaat Nanas.....	8
2.4 Tingkat Kematangan Buah Nanas	8
2.5 Penyimpanan	9
2.6 Translusen	10
2.7 Thermal Image	11
2.8 Jaringan Saraf Tiruan.....	12
III. METODE PENELITIAN.....	15
3.1 Waktu dan Tempat	15
3.2 Alat dan Bahan	15
3.3 Rancangan Penelitian.....	15
3.4 Diagram Alir	17
3.5 Parameter Penelitian	21
3.5.1 Kadar Air	21
3.5.2 Susut Bobot.....	21

3.5.3 Berat Jenis.....	22
3.5.4 Kekerasan	22
3.5.5 Total Padatan Terlarut (<i>Brix</i>).....	23
3.5.6 <i>Titrateable Acidity</i>	24
3.5.7 <i>Visible Image</i>	24
3.5.8 <i>Thermal Image</i>	26
3.6 Pengembangan Arsitektur Jaringan Saraf Tiruan.....	28
3.7 Analisis Data	30
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	32
4.1 Kadar Air	32
4.2 Susut Bobot.....	33
4.3 Berat Jenis	36
4.4 Kekerasan.....	38
4.5 Total Padatan Terlarut (<i>Brix</i>)	40
4.6 <i>Titrateable Acidity</i>	41
4.7 <i>Visible Image</i>	44
4.7.1 Warna Kulit	44
4.7.2 Warna Daging	50
4.7.3 Luasan Translusen.....	55
4.8 Suhu Buah.....	57
4.9 Analisa Jaringan Saraf Tiruan	59
4.9.1 Perancangan Arsitektur Jaringan Saraf Tiruan	59
4.9.2 Pelatihan dan Pengujian Model JST	60
4.9.3 Model Jaringan Saraf Tiruan (JST).....	65
V. KESIMPULAN DAN SARAN.....	76
5.2 Kesimpulan	76
5.2 Saran	76
DAFTAR PUSTAKA.....	77
LAMPIRAN	80

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
Teks	
1. Matrix Rancangan Penelitian.....	16
2. Hasil Uji ANOVA Pengaruh Ukuran dan Kenormalan terhadap Kadar Air pada Penyimpanan H0.....	33
3. Hasil Uji ANOVA Pengaruh Ukuran dan Kenormalan terhadap Kadar Air pada Penyimpanan H35.....	33
4. Hasil Uji ANOVA Pengaruh Ukuran dan Kenormalan Buah Nanas terhadap Susut Bobot pada H0.....	35
5. Hasil Uji ANOVA Pengaruh Ukuran dan Kenormalan Buah Nanas.....	35
6. Hasil Uji BNT Susut Bobot Buah Nanas Selama Penyimpanan.	36
7. Hasil Uji ANOVA Berat Jenis Buah Nanas pada Penyimpanan H0	37
8. Hasil Uji ANOVA Berat Jenis Buah Nanas pada Penyimpanan H35	37
9. Hasil Uji BNT Berat Jenis Buah Nanas Selama Penyimpanan.	38
10. Hasil Uji ANOVA Pengaruh Ukuran dan Kenormalan terhadap Kekerasan pada Penyimpanan H0.....	39
11. Hasil Uji ANOVA Pengaruh Ukuran dan Kenormalan terhadap Kekerasan pada Penyimpanan H35.....	39
12. Hasil Uji ANOVA Pengaruh Ukuran dan Kenormalan terhadap Total.....	41
13. Hasil Uji ANOVA Pengaruh Ukuran dan Kenormalan terhadap Total Padatan Terlarut pada Penyimpanan H35.	41
14. Hasil Uji ANOVA Pengaruh Ukuran dan Kenormalan terhadap Titratable Acidity pada Penyimpanan H0.	42
15. Hasil Uji ANOVA Pengaruh Ukuran dan Kenormalan terhadap Titratable Acidity pada Penyimpanan H35.	42
16. Hasil Uji BNT Titratable Acidity Selama Penyimpanan.	43

17. Hasil Uji ANOVA Pengaruh Ukuran dan Kenormalan Terhadap Intensitas Warna Merah Kulit pada H0.	45
18. Hasil Uji ANOVA Pengaruh Ukuran dan Kenormalan Terhadap Intensitas Warna Merah Kulit pada H35.....	45
19. Hasil Uji BNT Intensitas Warna Merah Kulit Selama Penyimpanan.	46
20. Hasil Uji ANOVA Intensitas Warna Hijau Kulit Buah Nanas pada H0.	47
21. Hasil Uji ANOVA Intensitas Warna HIjau kulit Buah Nanas pada H35.....	47
22. Hasil Uji BNT Intensitas Warna Hijau Kulit Buah Nanas Selama Penyimpanan.	48
23. Hasil Uji ANOVA Intensitas Warna Biru Kulit Buah Nanas pada H0.....	49
24. Hasil Uji ANOVA Intensitas Warna Biru Kulit Buah Nanas pada H35.....	49
25. Hasil Uji BNT Intensitas Warna Biru Kulit Selama Penyimpanan.	50
26. Hasil Uji ANOVA Pengaruh Ukuran dan Kenormalan terhadap	51
27. Hasil Uji ANOVA Pengaruh Ukuran dan Kenormalan terhadap Intensitas Warna Merah Daging pada H35.	51
28. Hasil Uji BNT Intensitas Warna Merah Daging Selama Penyimpanan.....	51
29. Hasil Uji ANOVA Pengaruh Ukuran dan Kenormalan terhadap Intenistas Warna Hijau Daging pada H0.....	53
30. Hasil Uji ANOVA Pengaruh Ukuran dan Kenormalan terhadap Intensitas Warna Hijau Daging pada H35.....	53
31. Hasil Uji BNT Intensitas Warna Hijau Daging Selama Penyimpanan.	53
32. Hasil Uji ANOVA Intensitas Warna Biru Daging Buah Nanas pada H0.	54
33. Hasil Uji ANOVA Intensitas Warna Biru Daging Buah Nanas pada H35. ...	54
34. Hasil Uji BNT Intensitas Warna Biru Daging selama Penyimpanan.	54
35. Persen Luasan Translusen Buah Nanas pada H0.	56
36. Persen Luasan Translusen Buah Nanas pada H35.	56
37. Hasil Uji BNT Persen Translusen Pada Buah Nanas Selama Penyimpanan..	56
38. Hasil Uji ANOVA Thermal Image (Suhu Buah) pada H0.....	57
39. Hasil Uji ANOVA Thermal Image (Suhu Buah) pada H35.....	58
40. Hasil Uji BNT Thermal Image Selama Penyimpanan	58
41. Hasil Pelatihan dan Pengujian Model JST Titratable Acidity pada Fungsi Aktivasi	61

42. Hasil Pelatihan dan Pengujian Model JST Kekerasan pada Variasi Fungsi Aktivasi	62
43. Hasil Pelatihan dan Pengujian Model JST Luasan Translusen pada Variasi Fungsi Aktivasi	63
44. Hasil Pelatihan dan Pengujian Model JST Total Padatan Terlarut pada Variasi Fungsi Aktivasi	64
45. Nilai Berat Jenis Buah Nanas Normal dan Translusen	81
46. Nilai Kadar Air Buah Nanas Normal dan Translusen Selama Penyimpanan.	81
47. Nilai Kekerasan Buah Nanas Normal dan Translusen Selama Penyimpanan	82
48. Nilai Total Padatan Terlarut Buah Nanas Normal dan Translusen Selama Penyimpanan	82
49. Nilai Titratable Acidity Buah Nanas Normal dan Translusen.....	83
50. Nilai Susut Bobot Buah Nanas Normal dan Translusen Selama Penyimpanan	83
51. Nilai Suhu Buah Nanas Normal dan Translusen Selama Penyimpanan	84
52. Nilai Intensitas Warna Merah Daging Buah Nanas Normal dan Translusen Selama Penyimpanan	84
53. Nilai Intensitas Warna Hijau Daging Buah Nanas Normal dan Translusen Selama Penyimpanan	85
54. Nilai Intensitas Warna Biru Daging Buah Nanas Normal dan Translusen Selama Penyimpanan	85
55. Nilai Intensitas Warna Merah Kulit Buah Nanas Normal dan Translusen Selama Penyimpanan	86
56. Nilai Intensitas Warna Hijau Kulit Buah Nanas Normal dan Translusen Selama Penyimpanan	86
57. Nilai Intensitas Warna Biru Kulit Buah Nanas Normal dan Translusen Selama Penyimpanan	87
58. Nilai Luasan Translusen Buah Nanas Normal dan Translusen Selama Penyimpanan	87
59. Hasil Uji ANOVA Pagaruh Ukuran dan Kenormalan Terhadap Kadar Air pada Penyimpanan Hari ke-7 Sampai Hari ke-28.....	88
60. Hasil Uji ANOVA Pengaruh Ukuran dan Kenormalan Terhadap Susut Bobot	

pada Penyimpanan Hari ke-7 Sampai Hari ke-28.....	89
61. Hasil Uji ANOVA Pengaruh Ukuran dan Kenormalan Terhadap Berat Jenis pada Penyimpanan Hari ke-7 Sampai Hari ke-28.....	89
62. Hasil Uji ANOVA Pengaruh Ukuran dan Kenormalan Terhadap Kekerasan pada penyimpanan Hari ke-7 sampai Hari ke 28.....	90
63. Hasil Uji ANOVA Pengaruh Ukuran dan Kenormalan Terhadap Total Padatan Terlarut pada Penyimpanan Hari ke-7 Sampai Hari ke-28	91
64. Hasil Uji ANOVA Pengaruh Ukuran dan Kenormalan Terhadap Titratable Acidity pada Penyimpanan Hari ke-7 Sampai Hari ke-28	92
65. Hasil Uji ANOVA Pengaruh Ukuran dan Kenormalan Terhadap Warna Merah Kulit Buah Nanas pada Penyimpanan Hari ke-7 Sampai Hari ke-28 .	92
66. Hasil Uji ANOVA Pengaruh Ukuran dan Kenormalan Terhadap Warna Hijau Kulit Buah Nanas pada Penyimpanan Hari ke-7 Sampai Hari ke-28	93
67. Hasil Uji ANOVA Pengaruh Ukuran dan Kenormalan Terhadap Warna Biru Kulit Buah Nanas pada Penyimpanan Hari ke-7 sampai Hari ke-28.....	94
68. Hasil Uji ANOVA Pengaruh Ukuran dan Kenormalan Terhadap Warna Merah Daging Buah Nanas pada Penyimpanan Hari ke-7 Sampai Hari ke-28	95
69. Hasil Uji ANOVA Pengaruh Ukuran dan Kenormalan Terhadap Warna Hijau Daging Buah Nanas pada Penyimpanan Hari ke-7 Sampai Hari ke-28.....	95
70. Hasil Uji ANOVA Pengaruh Ukuran dan Kenormalan Terhadap Warna Biru Daging Buah Nanas pada Penyimpanan Hari ke-7 Sampai Hari ke-28.....	96
71. Hasil Uji ANOVA Pengaruh Ukuran dan Kenormalan Terhadap Luasan Translusen Buah Nanas pada Penyimpanan Hari ke-7 Sampai Hari ke-28 ...	97
72. Bobot dan Bias Input dan Hidden Layer 1 pada JST Titratable Acidity.....	98
73. Bobot dan Bias Hidden Layer 1 dan 2 Hidden Layer pada JST Titratable Acidity	98
74. Bobot dan Bias Hidden Layer 1 pada JST Titratable Acidity	98
75. Bobot dan Bias Input dan Hidden Layer 1 pada JST Kekerasan.....	98
76. Bobot dan Bias Hidden Layer 1 dan Hidden Layer 2 pada JST Kekerasan...	99
77. Bobot dan Bias Hidden Layer 2 dan Output pada JST Persen Translusen	99
78. Bobot dan Bias Input dan Hidden Layer pada JST Persen Translusen.....	99

79. Bobot dan Bias Hidden Layer 1 dan Hidden Layer 2 pada Persen Translusen	99
80. Bobot dan Bias Hidden Layer 2 dan Output pada Persen Translusen	100
81. Bobot dan Bias Input dan Hidden Layer 1 pada TPT	100
82. Bobot dan Bias Hidden Layer 1 dan Hidden Layer 2 pada TPT	100
83. Bobot dan Bias Hidden Layer 2 dan Output pada TPT	100

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
Teks	
1. Buah nanas crownless.	5
2. Struktur morfologi buah nanas.	6
3. Tingkat kematangan buah nanas.	8
4. Buah nanas translusen.	10
5. Fungsi sigmoid biner.	14
6. Fungsi sigmoid bipolar.	14
7. Fungsi linear.	14
8. Diagram alir pengambilan data penelitian.	17
9. Diagram alir proses pengambilan citra thermal.	18
10. Diagram alir proses pengambilan citra visible.	19
11. Diagram alir simulasi model dengan JST.	20
12. Titik pengukuran kekerasan.	23
13. Area pengambilan sampel tpt.	23
14. Alat ukur total padatan terlarut (refraktometer).	24
15. Diagram pengolahan citra visible.	25
16. Ilustrasi pengambilan citra thermal.	27
17. Arsitektur jaringan saraf tiruan.	29
18. Kadar air buah nanas selama simpan.	32
19. Susut bobot buah nanas selama simpan.	34
20. Berat jenis buah nanas selama simpan.	37
21. Kekerasan buah nanas selama simpan.	39
22. Total padatan terlarut buah nanas selama simpan.	41
23. <i>Titratable acidity</i> buah nanas selama simpan.	42
24. Intensitas warna merah kulit buah nanas selama simpan.	45

25. Intensitas warna hijau kulit buah nanas selama simpan.	47
26. Intensitas warna biru kulit buah nanas selama simpan.	49
27. Intensitas warna merah daging buah nanas selama simpan.....	50
28. Intensitas warna hijau daging buah nanas selama simpan.....	52
29. Intensitas warna biru daging buah nanas selama simpan.	53
30. Luasan translusen buah nanas selama simpan.	55
31. Suhu buah nanas selama simpan.....	57

LAMPIRAN

32. Citra warna hasil threshold kulit buah nanas crownless.	101
33. Citra grayscale rgb kulit buah nanas.	101
34. Citra grayscale hsv kulit buah nanas.	102
35. Histogram warna kulit buah nanas <i>crownless</i>	102
36. Citra warna hasil thresholding daging buah nanas crownless.	103
37. Citra grayscale rgb daging buah nanas crownless.	103
38. Citra gray scale hsv daging buah nanas crownless.	104
39. Histogram warna daging buah nanas.	104
40. Citra warna hasil thresholding dan citra BW buah nanas crownless.	105
41. Pengolahan citra thermal (suhu) buah nanas crownless.	105
42. Proses pengambilan data kekerasan.	106
43. Proses pengambilan data total padatan terlarut.	106
44. Proses pengambilan data thermal dan visible image.	107
45. Pengovenan sampel kadar air buah nanas.	107
46. Tim nanas unila.....	108

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Nanas merupakan produk hortikultura yang memiliki nilai ekonomi tinggi dan menjadi unggulan dalam bidang ekspor Indonesia. Nanas banyak beredar di pasaran dalam bentuk utuh bermahkota (*crown*) dan tanpa mahkota (*crownless*). Nanas bermahkota dijual untuk menyediakan variasi buah segar dengan struktur utuh, sementara nanas tanpa mahkota sebagai solusi mengatasi kerusakan pada mahkota dan lebih praktis sehingga tetap menarik bagi konsumen (Rahmadhanni, 2020). Seiring berjalannya waktu, permintaan buah nanas *crownless* terus meningkat dan hal itu menjadi alternatif yang menarik. Untuk menjaga kualitas dan memperpanjang masa simpan buah nanas *crownless*, diperlukan pemahaman faktor-faktor penyebab kerusakan buah nanas. Salah satu faktor yang sering muncul yaitu meningkatnya translusen pada buah nanas.

Translusen merupakan masalah yang sering muncul dalam proses pemasaran buah nanas. Buah nanas yang terkena translusen akan terlihat lembab karena ruang antar selnya terisi air. Hal ini membuat buah rentan terhadap kerusakan mekanis selama penanganan panen dan pascapanen. Buah nanas translusen memiliki rasa hambar dan kualitasnya rendah. Kondisi translusen dapat mempengaruhi sekitar 10% dari total produksi buah segar dengan potensi kerugian yang melebihi 30% (Shu, 2022).

Adanya translusen pada buah nanas mengakibatkan perubahan warna buah yang semula berwarna kuning keemasan menjadi kuning pucat atau pucat. Daging buah nanas yang terkena translusen akan menjadi lembek dan berbau tidak sedap. Selain perubahan kualitas, buah nanas yang terkena translusen sering mengalami perubahan parameter fisik seperti berat jenis atau kepadatan buah (Lestari, 2023).

Translusen pada buah nanas dapat disebabkan oleh beberapa faktor, di antaranya ukuran buah dan lama penyimpanan. Ukuran buah nanas yang beragam dapat mempengaruhi laju respirasi dan transpirasi, sehingga berdampak pada tingkat translusen. Semakin besar ukuran buah nanas, semakin tinggi laju respirasi dan transpirasinya, sehingga cenderung memiliki tingkat translusen yang tinggi.

Pada buah nanas *crownless*, proses respirasi cenderung lebih cepat dibandingkan dengan nanas yang memiliki *crown* (mahkota). Alasannya dilihat dari struktur buah yang tidak lagi lengkap dan lebih memudahkan pertukaran gas O_2 dan CO_2 selama proses respirasi. Jika tidak dilakukan penanganan dan penyimpanan yang tepat, proses respirasi yang terus-menerus dapat menyebabkan perubahan karakteristik kimia dan fisika buah nanas *crownless* dengan cepat selama masa penyimpanan (Darmagala, 2023).

Oleh karena itu, penting melakukan penelitian untuk mengetahui “Pengaruh Ukuran Terhadap Tingkat Translusen Buah Nanas (*Ananas Comosus*. L) *Crownless*” yang diharapkan dapat memberikan informasi penting bagi industri pascapanen buah nanas, khususnya dalam upaya mempertahankan kualitas buah nanas *crownless* selama penyimpanan yang efektif.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah dari penelitian ini yaitu sebagai berikut :

1. Apakah ukuran buah mempengaruhi laju perubahan tingkat translusensi pada buah nanas *crownless* selama penyimpanan?
2. Bagaimana model prediksi hubungan antara intensitas RGB daging buah nanas *crownless* dengan parameter destruktif selama penyimpanan?

1.3 Tujuan Masalah

Tujuan penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Mempelajari pengaruh ukuran buah terhadap laju perubahan translusensi pada buah nanas *crownless* selama penyimpanan.
2. Membuat model prediksi hubungan antara intensitas RGB daging buah nanas *crownless* dengan parameter destruktif selama penyimpanan.

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah dapat menambah ilmu wawasan tentang pengaruh ukuran terhadap tingkat translusensi pada buah nanas *crwonless* selama simpan dengan menggunakan *visible image* dan *thermal image*.

1.5 Hipotesis

Hipotesis dari penelitian ini adalah ukuran berpengaruh terhadap perubahan translusensi pada buah nanas *crowless* selama simpan.

1.6 Batasan Masalah

Batasan masalah dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Tingkat kematangan (*shell color*) pada buah nanas MD2 yang diuji berada di tingkat 2-3.
2. Ukuran buah nanas yang diuji meliputi ukuran besar (>10) dan kecil (<9).
3. Sampel buah nanas diperoleh dari PT Great Giant Pineapple PG-4.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Nanas

Nanas adalah buah yang termasuk dalam keluarga Bromeliaceae dan genus *Ananas*. Memiliki nama ilmiah *Ananas comosus* (L.) Merr. Buah nanas adalah tumbuhan tropis yang terkenal dengan rasa manisnya dan teksturnya yang unik. Nanas merupakan tanaman yang diperkirakan berasal dari Amerika Selatan yang ditemukan oleh orang Eropa pada tahun 1493 di Pulau Caribbean. Portugis dan Spanyol memperkenalkan nanas ke benua Asia, Afrika, dan Pasifik selatan pada akhir abad ke-16, sehingga pada abad ke-18, buah nanas dibudidayakan di Hawaii, Thailand, Filipina, China, Brasil, dan Meksiko (Lawal, 2013)

Tanaman nanas telah menyebar ke seluruh dunia, terutama di sekitar garis khatulistiwa, antara 25°LU hingga 25°LU. Penyebaran buah nanas di Indonesia dibawa oleh bangsa Spanyol pada abad ke-15. Kondisi lahan dan iklim Indonesia yang memungkinkan dalam pertumbuhan nanas, menyebabkan nanas banyak dibudidayakan baik sebagai tanaman pekarangan maupun budidaya perkebunan dalam skala yang besar (Prihatman, 2000). Daerah penghasil nanas yang terkenal di Indonesia meliputi Subang, Bogor, Riau, Palembang, dan Blitar. Nanas juga memiliki nama lain yang unik seperti henas, kenas, honas (Batak), manas (Bali), Danas (Sunda), dan Pandang (Makassar) (Sunarjono, 2005).

Menurut (Bartholomew, 2002) kedudukan taksonomi nanas sebagai berikut :

Kingdom	: Plantae
Divisi	: Spermatophyta
Subdivisi	: Angiospermae
Class	: Angiospermae
Ordo	: Farinosae
Family	: Bromeliaceae

Genus : *Ananas*
 Spesies : *Ananas comosus* L

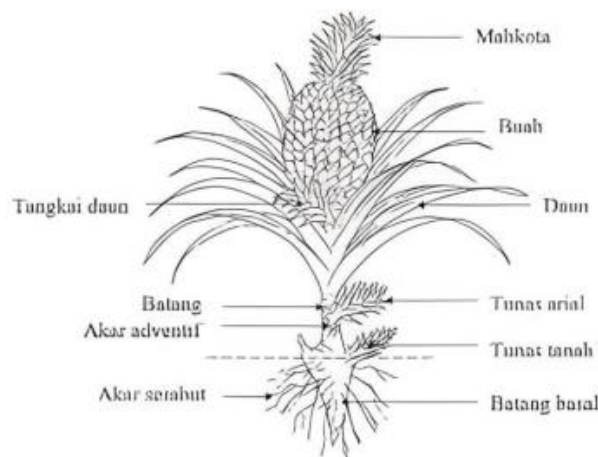


Gambar 1. Buah nanas *crownless*.

Tanaman nanas merupakan tanaman yang bisa tumbuh pada keadaan iklim basah ataupun kering dan cocok ditanam pada ketinggian 800-1200 mdpl. Pertumbuhan optimum tanaman nanas antara 10-700 mdpl dengan suhu yang sesuai untuk budidaya tanaman nanas yang berkisar 23-32°C. Tanaman nanas toleran terhadap kekeringan serta memiliki kisaran curah hujan yang bisa berkisar 1.000-1.500 mm tahun⁻¹ dan mampu tumbuh dengan baik dengan cahaya matahari berkisar 33-71% dari kelangsungan maksimum. Tanaman nanas lebih cocok menggunakan jenis tanah yang mengandung pasir, subur, gembur, dan banyak bahan organik serta kandungan kapur rendah dengan derajat keasaman pH 4,5-6,5 (Mandiri, 2010).

Nanas memiliki struktur morfologi yang terdiri dari daun, batang, buah, bunga, dan akar sebagaimana yang tersaji dalam Gambar 2. Daun nanas berbentuk pedang yang panjang, sempit, dan tumpul di ujungnya. Tersusun dalam rosette di atas tanaman serta warna daunnya biasanya hijau terang hingga hijau tua tergantung varietasnya. Daun nanas memiliki panjang 130-150 cm, lebar antara 3-5 cm, daun berduri tajam meskipun ada yang tidak berduri dan tidak memiliki tulang daun. Batang nanas relatif pendek dan tebal, terdiri dari beberapa simpul atau ruas. Batang tanaman nanas cukup panjang yaitu 20-25 cm, tebal dengan diameter 2,0-3,5 cm, dan 4 beruas-ruas pendek. Buah nanas memiliki kulit seperti

sisik yang kasar dan berdaging berwarna kuning atau jingga. Selain itu, buah nanas memiliki bentuk bulat hingga oval dengan mahkota di bagian atasnya, di mana terdapat duri-duri yang halus. Tumbuhan nanas memiliki rangkaian bunga majemuk pada ujung batang. Bunga yang bersifat hermaprodit, kedudukan di ketiak daun pelindung. Untuk pertumbuhan buah dari bagian dasar menuju bagian atas membutuhkan 10-20 hari dan waktu dari menanam sampai terbentuk bunga antara 6-16 bulan. Akar nanas adalah akar serabut yang memiliki kedalaman antara 30-50 cm dan digunakan untuk menahan tanaman serta menyerap air serta nutrisi dari tanah (Suprianto, 2016).



Gambar 2. Struktur morfologi buah nanas.

2.2 Jenis Nanas

Berdasarkan habitat tanaman terutama bentuk daun dan buah, nanas dikenal dengan 5 jenis golongan nanas, yaitu *Cayenne* (daun halus, tidak berduri, buah besar), *Queen* (daun pendek berduri tajam, buah lonjong mirip kerucut), Spanyol/Spanish (daun panjang kecil, berduri halus sampai kasar, buah bulat dengan mata datar), Maipure dan Abacaxi (daun panjang berduri kasar, buah silindris atau seperti piramida). Akan tetapi, jenis nanas yang banyak dikembangkan di Indonesia hanya jenis Cayenne, Queen, Spanyol/Spanish (Suyanti, 2010).

Pendekatan klasifikasi yang didasarkan pada karakteristik tanaman dan buah nanas dapat memberikan pemahaman yang lebih mendalam tentang keragaman jenis nanas. Menurut (Sari, 2002), nanas dapat dikelompokkan menjadi lima kelompok berdasarkan karakteristiknya, antara lain :

- a. Kelompok *Queen*. Memiliki bentuk buah yang besar dengan bobot buah 0,5-1,1 kg. Kulit buahnya cenderung berwarna hijau dengan sedikit bercak-bercak kuning. Daging buahnya kuning cerah, serta rasanya lebih manis dengan sedikit asam. Varietas yang termasuk jenis *Queen* yaitu Natal, Alexandria, nanas Bogor atau Palembang.
- b. Kelompok *Cayenne*. Memiliki bentuk buah yang lebih besar daripada kelompok *Queen* dengan bobot buah 2,3 kg. Kulit buahnya berwarna kuning hingga oranye saat matang. Daging buahnya manis dengan sedikit rasa asam. Biasanya varietas ini sering digunakan dalam produksi jus buah. Varietas yang termasuk *Cayenne* yaitu *smooth cayenne*, *cayenne lisse*, *smooth Guatemalan*, dan *typhone*.
- c. Kelompok *Spanish*. Memiliki ukuran yang kecil hingga sedang dengan bobot buah 0,9-1,8 kg. Kulit buahnya berwarna kuning cerah hingga oranye saat matang. Daging buahnya memiliki rasa manis yang kuat. Biasanya digunakan untuk dimakan segar atau diolah menjadi potongan buah. Varietas yang termasuk *Spanish* yaitu Red Spanish, Singapore Spanish, nanas merah dan nanas buaya.
- d. Kelompok *Abacaxi*. Memiliki bentuk silindris atau berbentuk botol dengan bobot 1,4 kg. Kulit buahnya bisa berwarna kuning terang hingga oranye cerah saat matang. Daging buahnya manis dengan rasa yang khas dan aroma yang kuat. Biasanya digunakan dalam hidangan masakan dan diolah menjadi makanan seperti sambal nanas. Varietas yang termasuk *Abacaxi* banyak ditanam di Brazilia.
- e. Kelompok *Maipure*. Memiliki pinggir daun berduri, berbentuk silinder dengan bobot buah sekitar 0,8-2,5 kg. Kulit buahnya berwarna kuning atau merah. Daging buahnya berwarna putih atau kuning tua. Memiliki rasa yang lebih manis daripada *Cayenne* dan berserat. Nanas *Maipure* dibudidayakan di Amerika Tengah dan Amerika Selatan.

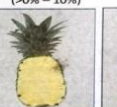
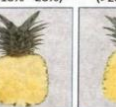
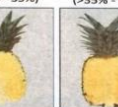
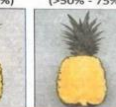
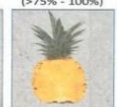
2.3 Manfaat Nanas

Menurut Winastia (2001), nanas mengandung serat yang berguna untuk membantu proses pencernaan, menurunkan kolesterol dalam darah dan mengurangi risiko diabetes dan penyakit jantung. Serat dari 150 gram nanas setara dengan separuh dari jeruk. Selain kandungan vitamin dan mineral, nanas juga dijadikan sebagai sumber vitamin C yang bagus.

Buah nanas yang dikonsumsi segar memiliki bobot buah 0,3-0,5 kg atau 1,5-2 kg, brix >15%, mahkota kecil, warna buah kuning responden, tekstur buah crispy, daya simpan panjang dan responsif pembuangan sedangkan untuk nanas memiliki kriteria buah silindris panjang sesuai ukuran cane, buah matang serempak, daging berwarna kuning orange, dan bobot buah 2-2,5 kg (Manuwoto *et al.*, 2003).

2.4 Tingkat Kematangan Buah Nanas

Selama masa pertumbuhan buah nanas akan mengalami perubahan selama pemasakan dan pematangan. Warna kulit buah biasanya digunakan untuk menentukan berbagai tingkat kematangan (*shell color*) atau biasa disebut SC. Klasifikasi buah nanas berdasarkan warna kulit buah dapat dilihat pada Gambar 3 berikut.

Shell and Flesh Color Standard Guide of PG4 Fresh Pine						
						
SC 0 (0%)	SC 1 (>0% - 10%)	SC 2 (>10% - 20%)	SC 3 (>20% - 35%)	SC 4 (>35% - 50%)	SC 5 (>50% - 75%)	SC 6 (>75% - 100%)
						
Destination: -Farana -Lulu Sohar -Scherpenhuizen -Hamad -Scherpenhuizen -Suvaikh -Rejuve	Destination: -AUU JA -Lulu Bahrein -Lulu Damman -Scherpenhuizen -Jeddah -Al Bahawie -Damman dan -Jeddah -Al Nur -Rejuve	Destination: Tokyo Korea Singapore Local A	Destination: Singapore Local A	Destination: Local B	Destination: Local B	Destination: Reject

Gambar 3. Tingkat kematangan buah nanas.

Sumber : PT. Great Giant Food.

Ketika buah matang, kandungan senyawa fenolik mengalami penurunan sehingga menyebabkan penurunan *astringency* dan penurunan asam organik serta peningkatan zat volatile yang memberikan rasa dan aroma khas pada buah (Winarno, 2008).

Dapat dilihat pada Gambar 3 bahwa nanas akan mengalami perubahan warna pada saat masa pematangan buah. Pada indeks kematangan 0 dengan standarisasi kematangan 0% memiliki warna kulit hijau dengan mata yang masih belum tampak jelas atau belum terbuka. Indeks kematangan 1 dengan standarisasi kematangan >0-10% memiliki warna kulit hijau dengan mata yang sudah tampak jelas. Indeks kematangan 2 untuk standarisasi kematangan yaitu >10%-20% dengan ditandai warna kulit mulai menguning dengan mata yang tampak jelas. Indeks kematangan 3 dengan standarisasi >20%-35% dengan warna kulit kuning dengan mata jelas, lalu untuk indeks kematangan 4 dengan standarisasi kematangan >35%-50% dengan mata berwarna kuning penuh. Untuk indeks kematangan 5 yaitu memiliki standarisasi kematangan >50%-75% dengan mata berwarna kuning penuh dan yang terakhir indeks kematangan 6 dengan standarisasi >75%-100% mata berwarna jingga cenderung kemerah-merahan.

2.5 Penyimpanan

Masalah utama pada buah-buahan adalah sifatnya yang mudah rusak, karena tekstur kulit yang tipis maka mudah mengalami kerusakan terhadap benturan dan luka yang memungkinkan terjadinya aktivasi mikroorganisme. Hal ini dapat menurunkan kualitas buah dan masa simpan buah. Salah satu usaha untuk mengatasi hal tersebut dengan memberikan perlakuan penyimpanan. Penyimpanan merupakan tahapan dari kegiatan pascapanen (Hamaisa dkk., 2007). Upaya untuk mengurangi kerusakan pada buah pada saat pemeraman, pengangkutan, dan penyimpanan yaitu dengan pengaturan penyimpanan suhu rendah (Basuki, 2015). Hal itu dapat memperlambat proses respirasi dan transpirasi buah (Lamona, 2015), sehingga daya tahan kesegaran buah dapat lebih panjang. Pengendalian laju respirasi melalui pengendalian suhu dan atmosfer penyimpanan buah dapat mempertahankan mutu setelah pemanenan.

Penyimpanan atmosfer terkendali sekitar produk bertujuan untuk mengendalikan metabolisme produk agar tetap segar sehingga dapat memperpanjang masa simpan. Dengan adanya konsentrasi gas O_2 atau CO_2 di sekitar produk, maka konsentrasi yang diinginkan akan terjaga. Adanya pengendalian kedua gas tersebut akan terjadi hambatan laju respirasi sehingga laju respirasi relatif rendah pada batas yang tidak menimbulkan kondisi respirasi anaerobic pada produk segar tersebut (Sari, 2023).

2.6 Translusen

Translusen merupakan hal sering terjadi untuk industri nanas. Buah yang mengandung Translusen mengandung lebih banyak sukrosa, glukosa, dan fruktosa dalam apoplas daripada yang ada di apoplast buah normal. Apoplas tumbuhan berbeda dengan apoplas hewan dan manusia. Apoplas pada tumbuhan merupakan kontinum tak hidup yang berbentuk jalur ekstraseluler yang berfungsi sebagai jalur transportasi lateral yang efektif untuk mengangkut air dan nutrisi melalui difusi bebas di dinding sel dan ruang antarsel. Sedangkan apoplas hewan dan manusia berfungsi sebagai medium untuk pertukaran zat dan dukungan struktur jaringan. Namun, tidak ada jalur transportasi yang sama sekali independen seperti tumbuhan. Terdapat banyaknya cairan di ruang antar sel dari buah yang terkena translusen dibandingkan dengan buah normal. Selain itu, kandungan alkohol dan etilen dalam buah translusen lebih tinggi dan mengandung sedikit kalsium daripada buah normal (Paull, 2015).



Gambar 4. Buah nanas translusen.

Translusen yang terjadi pada buah nanas menyebabkan penampilan warna daging menjadi bening. Ruang antar sel dalam daging nanas tersisi dengan cairan. Buah-buahan yang terkena translusen akan rentan terhadap kerusakan mekanis selama panen dan penanganan pascapanen. Nanas yang terkena translusen akan mengalami penurunan kualitas rasa dibandingkan dengan buah normal (Paull, 2015).

Translusen pada buah nanas berhubungan erat dengan kekurangan kalsium, suhu buah dan ukuran mahkota. Indeks tembus pandang buah menurun karena jumlah kalsium yang diterapkan meningkat. Akan lebih parah ketika suhu maksimum dan minimum 3 bulan sebelum panen masing-masing lebih rendah dari 23°C dan 15°C. Nanas ditutupi dengan plastik bening selama 3 minggu dapat menambah tingkat translusen. Buah nanas dengan mahkota yang lebih besar memiliki insiden translusen yang lebih rendah (Silva, 2006).

2.7 Thermal Image

Thermal image adalah teknik menggunakan energi inframerah yang tidak terlihat secara kasat mata, dipancarkan oleh objek kemudian diubah menjadi gambar panas secara visual. Pada dasarnya setiap benda yang di atas temperatur 0 mutlak memancarkan energi panas dalam bentuk inframerah. Sehingga setiap objek dapat diidentifikasi dengan menggunakan *thermal camera* (Sunardi, 2017).

Pada penelitian ini, *thermal camera* digunakan untuk menyensor suhu buah yang terkena translusen. Metode ini tanpa harus merusak buah, sehingga jika diperoleh pola hubungan yang valid maka metode ini potensial dapat membantu dalam proses penanganan pascapanen. Gagasan ini terinspirasi salah satunya dari aplikasi *thermal camera* yang digunakan untuk mendeteksi memar dan mengklasifikasikan pada buah secara real time. Hasil keseluruhan dari deteksi memar dengan kamera termal adalah 94% sementara dengan menggunakan gambar biasa (*visible image*) adalah 63,33% (Elvira, 2020).

Pengolahan citra termal merupakan suatu metode yang mampu memanfaatkan karakteristik termal yang dipancarkan suatu objek dengan menggunakan sensor panas pada kamera termal. Teknik ini disebut pencitraan termal atau termografi. Pencitraan termal atau termografi merupakan salah satu pendekatan untuk memperoleh fitur termal suatu objek secara non-instrusive (Arsatrian, 2020).

2.8 Jaringan Saraf Tiruan

Meurut Sutoyo (2010) Jaringan Saraf Tiruan (JST) adalah paradigma pengolahan informasi yang terinspirasi oleh sistem saraf biologis, seperti proses pengolahan informasi yang terjadi pada otak manusia. Paradigma ini berfokus pada struktur sistem pengolahan informasi yang terdiri dari banyak komponen pemrosesan yang saling berhubungan (neuron) yang bekerja untuk menyelesaikan masalah tertentu secara bersamaan.

Jaringan saraf tiruan terdiri dari tiga lapisan; yaitu *input layer*, *hidden layer*, dan *output layer*. Setiap lapisan memiliki tanggung jawab untuk menyelesaikan tugas yang membentuk sistem secara keseluruhan. Struktur ini didasarkan pada modifikasi dari model tiga lapisan arsitektur perangkat lunak, yaitu yang terdiri dari : Data lapisan, lapisan layanan (*Web*, sensor) dan lapisan presentasi (*Web*, *Windows* dan *Agen*) (Vivian, 2012).

Dalam model yang digunakan untuk memprediksi banjir, jaringan saraf tiruan memungkinkan adaptasi dan kecepatan; namun, hasil prediksi dapat diubah menjadi hasil estimasi yang didasarkan pada pengalaman sebelumnya yang digunakan dalam pembuatan model. Karena proses kejadian yang tidak terduga, model jaringan propagasi balik bekerja dengan baik (Chang-Shian, 2010).

JST ditentukan oleh 3 hal (Siang, 2004) diantaranya :

1. Pola hubungan antar neuron atau yang disebut arsitektur jaringan.
2. Metode untuk menentukan bobot penghubung atau yang disebut metode *training/learning*.
3. Fungsi aktivasi, yaitu fungsi yang digunakan untuk menentukan keluaran suatu neuron.

Model jaringan *backpropagation* merupakan suatu teknik pembelajaran atau pelatihan *supervised learning* yang paling banyak digunakan. dalam jaringan *backpropagation*, setiap unit yang berada di lapisan *input* berhubungan dengan setiap unit yang ada di lapisan tersembunyi. Setiap unit di lapisan *output* terhubung dengan setiap lapisan tersembunyi. Jaringan ini terdiri dari banyak lapisan (*multiplayer network*). Ketika pola input diberikan pola masukan sebagai pola pelatihan, maka pola tersebut menuju unit-unit lapisan tersembunyi untuk selanjutnya diteruskan pada unit-unit di lapisan keluaran. Kemudian unit-unit lapisan tersebut akan memberikan respon sebagai keluaran jaringan saraf tiruan. Saat hasil keluaran tidak sesuai dengan yang diharapkan, maka keluaran akan dimundurkan (*backward*) pada lapisan tersembunyi kemudian dari lapisan tersembunyi menuju lapisan masukan (Puspaningrum, 2006) dalam (Lestari, 2023).

Fungsi aktivasi adalah *net* masukan (kombinasi linear masukan dan bobotnya). Fungsi aktivasi ini digunakan untuk menentukan keluaran suatu neuron dalam jaringan saraf tiruan. Fungsi aktivasi yang digunakan beberapa di antaranya sebagai berikut :

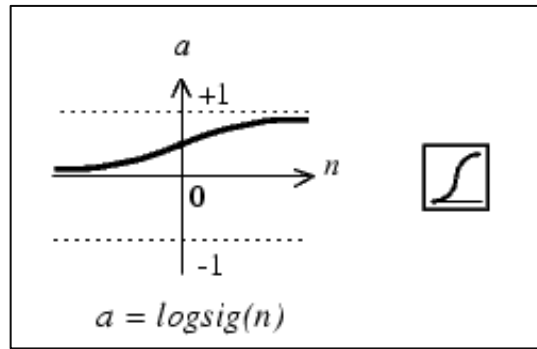
a. Fungsi Sigmoid

Fungsi sigmoid sering digunakan karena nilai fungsinya yang sangat mudah untuk diferensialkan. Fungsi sigmoid dibagi menjadi 2 yaitu Fungsi sigmoid biner dan fungsi sigmoid bipolar. Fungsi sigmoid biner memiliki *range* mulai dari 0 hingga 1 dan dirumuskan sebagai berikut :

$$f(x) = \frac{1}{1+e^{-x}} \dots\dots\dots (1)$$

Dengan turunan

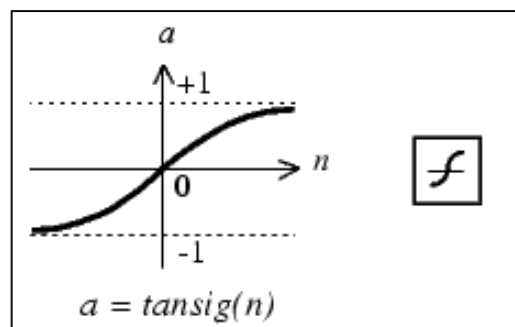
$$f'(x) = f(x)(1 - f(x)) \dots\dots\dots(2)$$



Gambar 5. Fungsi sigmoid biner.

Sedangkan fungsi sigmoid bipolar memiliki *range* dari -1 hingga 1 dan dirumuskan sebagai berikut :

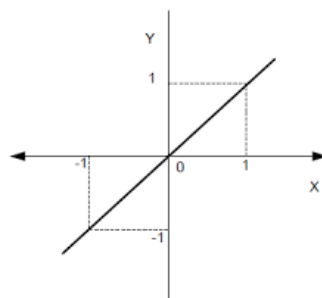
$$f(x) = \frac{2}{1+e^{-x}} - 1 \quad \dots\dots\dots (3)$$



Gambar 6. Fungsi sigmoid bipolar.

b. Fungsi Linear

Digunakan ketika keluaran yang dihasilkan oleh jaringan saraf tiruan merupakan sembarang bilangan riil (bukan hanya range [0,1] atau [1,1]).



Gambar 7. Fungsi linear.

III. METODE PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat

Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Research and Development Postharvest di PT. Great Giant Pineapple Plantation Group 4 di Jl. Taman Nasional Way Kambas Raja Basa Lama I, Kecamatan Labuan Ratu, Lampung Timur. Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Februari sampai dengan Maret 2024.

3.2 Alat dan Bahan

Alat yang digunakan pada penelitian ini yaitu chamber untuk pengambilan citra (*image acqision*), refraktometer, timbangan mekanik, erlenmeyer, oven, *thermal camera* (Flir F5-XT), kamera digital (Oppo, resolusi 25MP), penetrometer, sarung tangan, kertas kerja, ember 25 Kg, galon 10 liter, laptop yang terinstal Flir F5 Xt dan Matlab. Sedangkan bahan yang digunakan adalah buah nanas *crownless* jenis MD2 yang terkena translusen dan buah nanas normal pada SC2-SC3 dengan ukuran besar dan kecil.

3.3 Rancangan Penelitian

Penelitian ini menggunakan jenis nanas MD2 yang terkena translusen dan normal yang berjumlah 120 buah pada Tabel 1 yang terdiri dari 60 buah nanas translusen dan 60 buah nanas normal dengan *shell color* yang sama yaitu SC2-SC3.

Pengamatan dilakukan selama 35 hari penyimpanan dan diamati setiap 7 hari sekali dengan banyak sampel 10 buah nanas translusen besar dan kecil serta 10 buah nanas normal besar dan kecil untuk setiap hari pengamatan.

Tabel 1. Matrix Rancangan Penelitian

Perlakuan	Hari					
	H0	H7	H14	H21	H28	H35
TB	TBH0U1	TBH7U1	TBH14U1	TBH21U1	TBH28U1	TBH35U1
	TBH0U2	TBH7U2	TBH14U2	TBH21U2	TBH28U2	TBH35U2
	TBH0U3	TBH7U3	TBH14U3	TBH21U3	TBH28U3	TBH35U3
	TBH0U4	TBH7U4	TBH14U4	TBH21U4	TBH28U4	TBH35U4
	TBH0U5	TBH7U5	TBH14U5	TBH21U5	TBH28U5	TBH35U5
TK	TKH0U1	TKH7U1	TKH14U1	TKH21U1	TKH28U1	TKH35U1
	TKH0U2	TKH7U2	TKH14U2	TKH21U2	TKH28U2	TKH35U2
	TKH0U3	TKH7U3	TKH14U3	TKH21U3	TKH28U3	TKH35U3
	TKH0U4	TKH7U4	TKH14U4	TKH21U4	TKH28U4	TKH35U4
	TKH0U5	TKH7U5	TKH14U5	TKH21U5	TKH28U5	TKH35U5
NB	NBH0U1	NBH7U1	NBH14U1	NBH21U1	NBH28U1	NBH35U1
	NBH0U2	NBH7U2	NBH14U2	NBH21U2	NBH28U2	NBH35U2
	NBH0U3	NBH7U3	NBH14U3	NBH21U3	NBH28U3	NBH35U3
	NBH0U4	NBH7U4	NBH14U4	NBH21U4	NBH28U4	NBH35U4
	NBH0U5	NBH7U5	NBH14U5	NBH21U5	NBH28U5	NBH35U5
NK	NKH0U1	NKH7U1	NKH14U1	NKH21U1	NKH28U1	NKH35U1
	NKH0U2	NKH7U2	NKH14U2	NKH21U2	NKH28U2	NKH35U2
	NKH0U3	NKH7U3	NKH14U3	NKH21U3	NKH28U3	NKH35U3
	NKH0U4	NKH7U4	NKH14U4	NKH21U4	NKH28U4	NKH35U4
	NKH0U5	NKH7U5	NKH14U5	NKH21U5	NKH28U5	NKH35U5

Keterangan :

TB : Translusen Besar

TK : Translusen Kecil

NB : Normal Besar

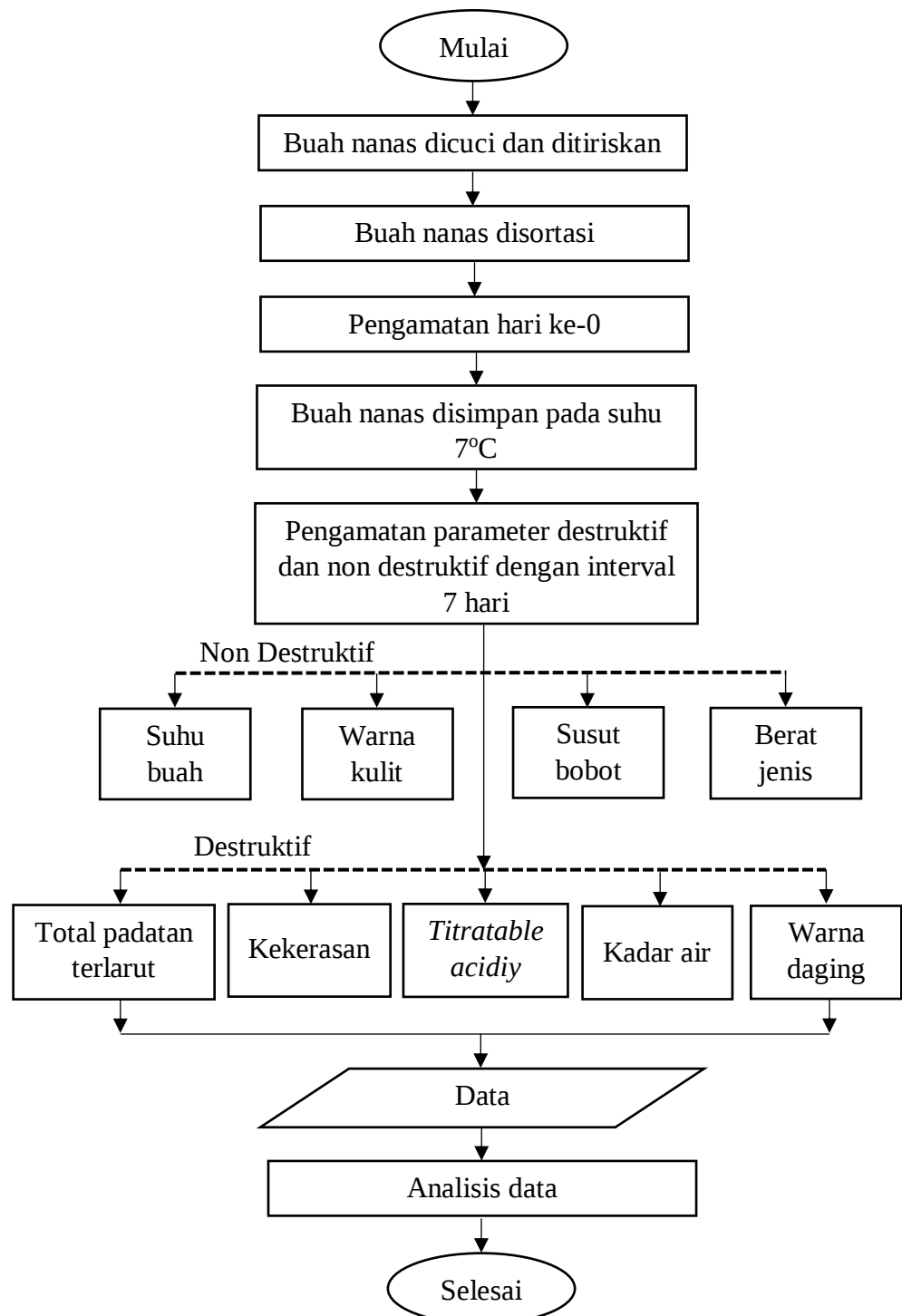
NK : Normal Kecil

Angka di belakang H : Hari penyimpanan ke-

Angka di belakang U : Nomor ulangan

3.4 Diagram Alir

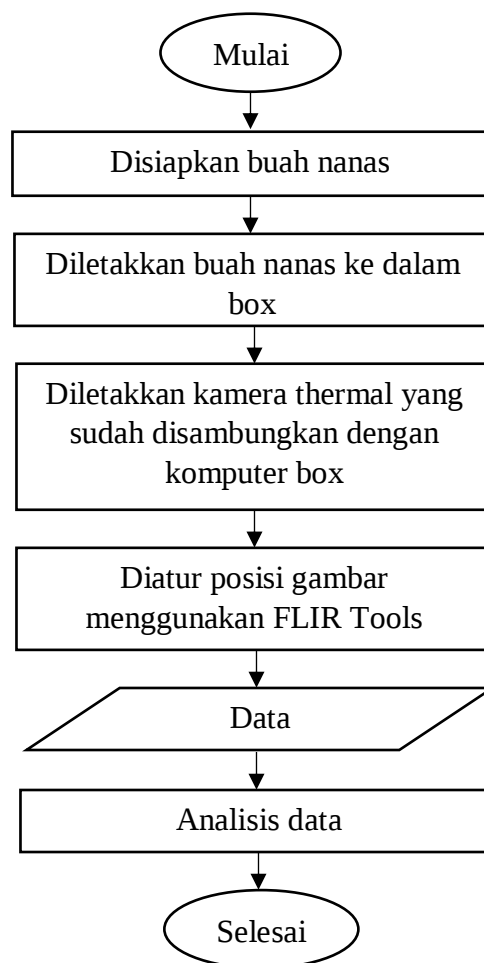
Diagram alir pada penelitian ini adalah sebagai berikut :



Gambar 8. Diagram alir pengambilan data penelitian.

Buah nanas translusen didapat setelah *packing house* beroperasi. Sedangkan buah nanas normal dipanen langsung dari kebun. Buah nanas dicuci bersih dan ditiriskan menggunakan keranjang hingga permukaan kulitnya kering. Setelah kering, buah nanas disortasi berdasarkan ukuran dan kenormalan. Kemudian disimpan di dalam box penyimpanan dan disusun rapi ke dalam *cold storage* dengan suhu 7°C. Buah nanas diamati secara destruktif maupun non destruktif setiap 7 hari sekali dengan parameter : warna buah dan daging (*visible image*), suhu buah (*thermal image*), susut bobot, berat jenis, kekerasan, *titratable acidity*, kadar air, dan total padatan terlarut. Setelah didapat data masing-masing parameter, kemudian dilakukan analisis data menggunakan aplikasi Matlab, Minitab, dan Excel hingga selesai.

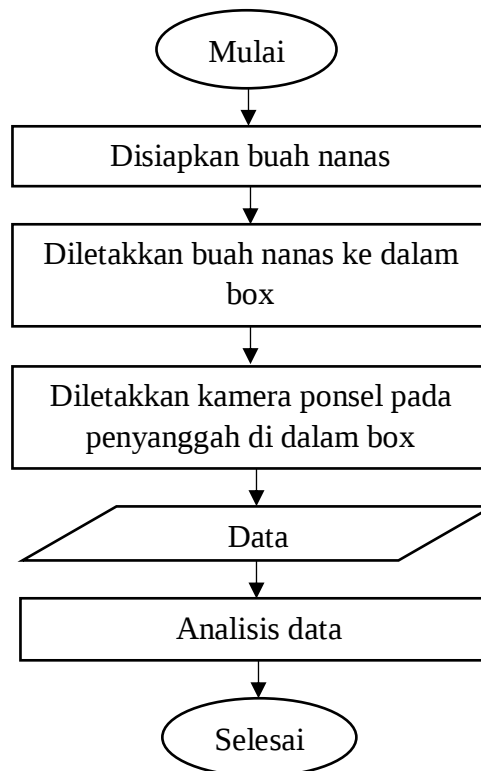
Diagram alir pengambilan citra *thermal* (suhu buah) sebagai berikut:



Gambar 9. Diagram alir proses pengambilan citra *thermal*.

Proses pengambilan citra thermal diawali dengan menyiapkan buah yang telah disimpan di *cold storage* dan meletakkan buah nanas satu per satu ke dalam box menggunakan sarung tangan agar tidak terkontaminasi dengan suhu tangan. Kemudian tutup rapat pintu box agar tidak ada *noise* yang masuk ke dalam box (*chamber*). Kamera thermal diletakkan di atas buah nanas dengan jarak 55 cm. Kamera thermal disambungkan dengan komputer yang telah terinstal aplikasi FLIR menggunakan kabel USB, agar dapat menyimpan citra. Diatur posisi gambar menggunakan FLIR Tools dan citra disimpan dengan ekstensi “JPG”. Setelah didapat citra, analisis data dilakukan menggunakan aplikasi Matlab dan selesai.

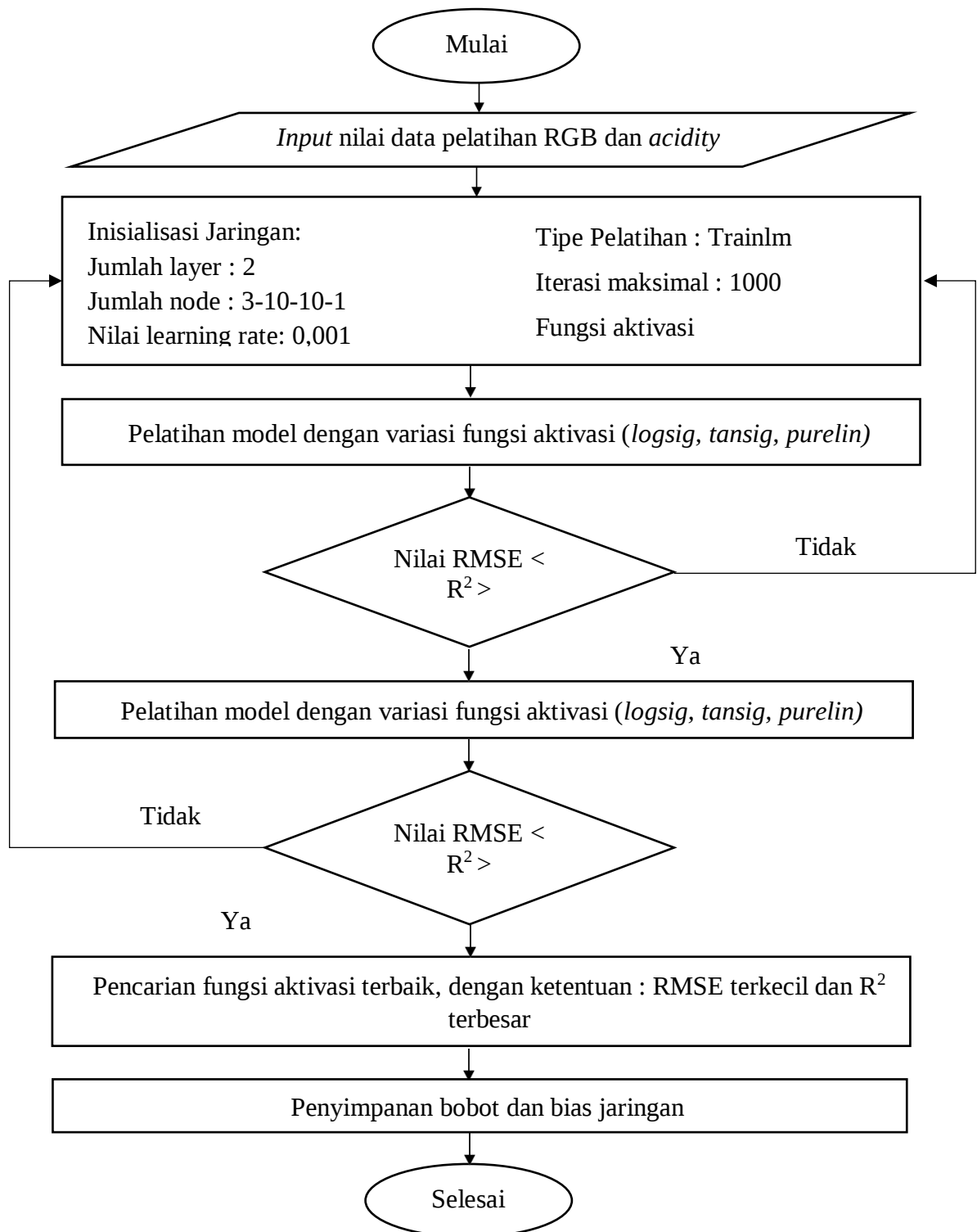
Diagram alir proses pengambilan citra *visible* sebagai berikut:



Gambar 10. Diagram alir proses pengambilan citra *visible*.

Setelah pengambilan citra thermal, selanjutnya yaitu proses pengambilan citra *visible*. Buah nanas diletakkan ke dalam box yang sudah disetting lampu di dalamnya. Kamera ponsel diletakkan dengan setting *timer* pada penyanggah didalam box dengan jarak 35 cm dan tutup rapat box agar tidak ada *noise* yang masuk ke dalam citra. Setelah didapat citra *visible* berekstensi “JPG”, kemudian, analisis data dilakukan dengan menggunakan aplikasi Matlab dan selesai.

Diagram alir metode Jaringan Saraf Tiruan yaitu sebagai berikut :



Gambar 11. Diagram alir simulasi model dengan JST.

3.5 Parameter Penelitian

3.5.1 Kadar Air

Buah nanas memiliki kadar air yang bervariasi tergantung pada faktor-faktor seperti varietas nanas, kondisi pertumbuhannya, waktu panen, dan penyimpanan. Secara umum nanas memiliki kadar air sekitar 86% hingga 87%. Namun hal itu hanya perkiraan dan kadar air sebenarnya bisa berbeda dari satu nanas ke nanas lainnya. Pada penelitian ini akan dipelajari mengenai nilai kadar air buah yang terkena translusen dan normal menggunakan metode gravimetrik. Sebelumnya buah nanas diambil gambar *visible* terlebih dahulu untuk diambil informasi warna buah translusen dan normal kemudian nanas dipotong dadu berukuran 3x3x3 sebagai sampel untuk diuji kadar airnya. Sampel kemudian dioven selama 24 jam dengan suhu 80°C. Untuk menghitung kadar air menggunakan rumus basis basah sebagai berikut :

$$\text{KadarAir}(\%) = \frac{Ba - Bk}{Bk} \times 100\% \dots\dots\dots (4)$$

Keterangan :

Ba : Berat awal (g)

Bk : Berat kering (g)

3.5.2 Susut Bobot

Susut bobot merupakan istilah yang digunakan untuk mengukur penurunan berat buah nanas setelah dipanen. Setelah panen, buah nanas akan terus mengalami proses respirasi yang dapat mengalami penurunan bobot seiring berjalannya waktu. Faktor yang dapat mempengaruhi susut bobot buah nanas meliputi kondisi penyimpanan, suhu, kelembaban, dan waktu antara panen dan konsumsi.

Berdasarkan formula yang digunakan oleh Wirasaputra *et al* (2017), susut bobot dapat dihitung menggunakan rumus :

$$\text{Susut bobot}(\%) = \frac{A - B}{A} \times 100\% \dots\dots\dots (5)$$

Keterangan:

A : bobot buah hari pertama (g)

B : bobot buah hari ke-n (g)

3.5.3 Berat Jenis

Pengukuran berat jenis buah nanas dimaksudkan untuk mengetahui tingkat translusen pada buah nanas. Hal ini dilakukan dengan *water displacement method* yang dimulai dengan mengukur berat buah satu per satu sesuai dengan jumlah sampel yang digunakan. Kemudian mengukur volume buah dengan cara menyediakan wadah berisi air dan mencatat volume awal, lalu memasukkan buah nanas ke dalamnya dan ukur jumlah air setelah buah dimasukkan dan didapat volume akhir. Selanjutnya dikurangi dengan volume awal untuk mendapatkan volume buah. Berat jenis buah nanas dapat dihitung menggunakan rumus berat jenis.

$$S = \frac{W}{V} \dots\dots\dots (6)$$

Keterangan :

S : Berat jenis ($\frac{g}{cm^3}$)

W : Berat benda (g)

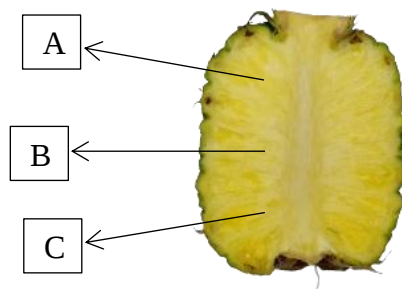
V : Volume benda (cm^3)

3.5.4 Kekerasan

Untuk pengukuran buah nanas dapat menggunakan alat penetrometer.

Penetrometer dirancang khusus untuk mengukur kekerasan atau kematangan buah dengan cara menekan probe pada daging buah dengan kedalaman 1 cm selama beberapa detik hingga terlihat angka kekerasan pada penetrometer. Hal ini dilakukan untuk mengukur sejauh mana buah tersebut memberikan tekanan. Cara ini dapat memberikan informasi tentang tingkat kematangan buah nanas.

Pengukuran kekerasan bertujuan untuk mengetahui perbedaan kekerasan daging pada buah nanas yang terkena translusen dengan buah yang normal. Untuk itu bagian yang diukur adalah daging buah nanas yang terkena translusen maupun bagian daging buah yang normal.



Gambar 12. Titik pengukuran kekerasan.
Sumber : Dokumentasi pribadi

Keterangan :

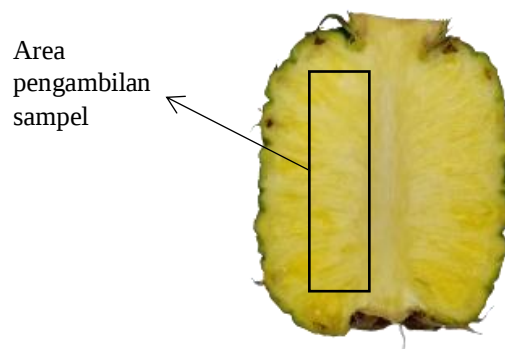
A : Bagian Ujung

B : Bagian Tengah

C : Bagian Pangkal

3.5.5 Total Padatan Terlarut (*Brix*)

Total padatan terlarut atau brix adalah satuan yang digunakan untuk mengukur konsentrasi gula dalam suatu larutan. Brix juga sering digunakan untuk mengukur tingkat kemanisan buah-buahan. Kadar brix dalam buah nanas akan bervariasi tergantung pada varietas nanas, waktu panen dan kondisi pertumbuhannya. Secara umum, buah nanas memiliki kadar brix sekitar 12 hingga 20 dengan variasi yang cukup besar. Untuk mengukur brix pada buah nanas dapat menggunakan alat refraktometer pada semua sampel. Bagian yang diukur adalah pada daging buah nanas. Refraktometer akan memberikan pembacaan numerik yang menunjukkan kemanisan buah nanas. Semakin tinggi nilai brix maka semakin manis buah nanas tersebut.



Gambar 13. Area pengambilan sampel tpt.



Gambar 14. Alat ukur total padatan terlarut (refraktometer).

3.5.6 *Titrateable Acidity*

Titrateable Acidity atau uji kadar keasaman yang dilakukan dengan cara titrasi. Proses uji kadar keasaman dilakukan dengan memotong sampel daging buah lalu diperas untuk mendapatkan sari buah. Setelah itu, sebanyak 5 ml diambil untuk dimasukkan ke dalam Erlenmeyer dengan ditambahkan indikator PP 1%. Larutan NaOH 0,1 N digunakan untuk titrasi sampai warnanya berubah menjadi kemerah-merahan dan tidak hilang selama 30 detik.

Rumus perhitungan kadar asam.

$$\text{Asam bebas (\%)} = \frac{((\text{mL NaOH yang terpakai}) \times 0.064 \times \text{molaritas NaOH} \times 100)}{\text{Volume sampel}}$$

Keterangan:

0.064 = *miliequivalent factor* pada asam *predominant (citric acid)*

3.5.7 *Visible Image*

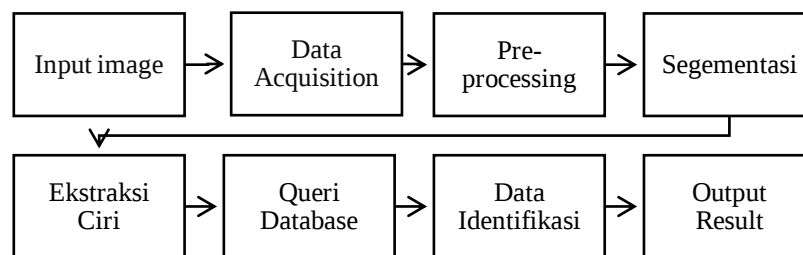
Visible image atau pengambilan citra visible menggunakan kamera visible ini bertujuan untuk mengukur RGB atau warna kulit dan daging buah nanas. Umumnya warna daging buah yang terkena translusen dan buah normal memiliki perbedaan. Tingkatan translusen diukur dengan intensitas warna daging buah. Warna daging buah diukur dengan pengambilan citra buah utuh dan daging buah yang dibelah.

3.5.7.1 Teknik Pengambilan Citra *Visible*

Prosedur pengambilan citra visible adalah sebagai berikut :

1. Diberikan kode pada setiap sampel menggunakan kertas tempel kecil.
2. Diletakkan sampel buah utuh ke dalam box pengambilan citra berukuran 80x80 cm yang telah terpasang lampu berukuran 22 watt.
3. Diletakkan kamera digital merk Oppo F9 di bagian penyanggah dalam kotak.
4. Setelahnya belah buah nanas, lalu diletakkan kembali ke dalam box untuk difoto.

3.5.7.2 Teknik Pengambilan Citra *Visible*



Gambar 15. Diagram pengolahan citra visible.

Keterangan :

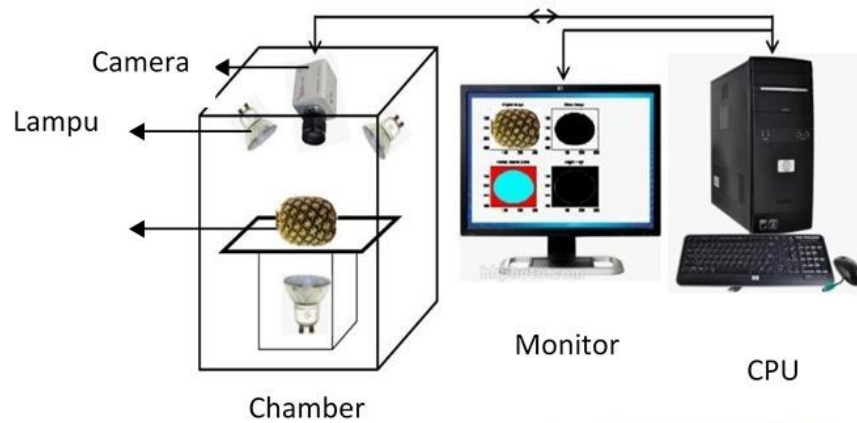
1. *Data Acquisition*, pada tahapan ini dilakukan pengambilan beberapa citra buah nanas dengan peralatan digital seperti kamera handphone. Citra disimpan dengan ekstensi JPG file.
2. *Pre-processing*, tahapan mengkonversi format warna yang diinginkan seperti RGB dan *Grayscale*. Selain itu menghilangkan *noise background* menggunakan teknik penghalusan atau filter.
3. Segmentasi, tahapan membedakan objek berdasarkan perbedaan warna.
4. Ekstraksi ciri, tahapan untuk memperoleh informasi spesifik dari citra, seperti ekstraksi bentuk, tekstur, atau warna tertentu.
5. *Queri Database*, tahapan dilakukan pengaturan database citra buah nanas yang berdasarkan kelompok perlakuannya.

3.5.7.3 Kalibrasi Luas Objek yang Diketahui dengan Jumlah Piksel

1. Desain objek yang luasannya dapat dihitung secara matematis menggunakan kertas HVS ukuran A4, seperti lingkaran, persegi atau persegi panjang sehingga memudahkan untuk menghitung luasan objek tersebut. Berikan warna hitam pada bidang luasan objek dan warna putih latar belakang menggunakan Microsoft Word.
2. Buatlah variasi ukuran objek dengan minimal 10 ukuran yang berbeda, seperti persegi dengan ukuran (1 cm x 1 cm), (1,5 cm x 1,5 cm), (2 cm x 2 cm) hingga 10 objek dengan kenaikan 0,5 cm.
3. Kemudian dihitung luasan masing-masing gambar objek dan mentabulasikan hasil hitung dalam tabel.
4. Atur jarak antara kamera dan objek dalam kotak pengambilan gambar. Misal pada jarak 15 cm dan pertahankan jarak ini selama pengambilan gambar.
5. Ambil foto objek satu persatu menggunakan perngkat pengambilan citra digital (kamera hp), lalu simpan dengan format .jpg.
6. Gunakan program MATLAB untuk menghitung jumlah piksel dari citra yang diambil.
7. Buat grafik yang menunjukkan hubungan antara jumlah piksel (sumbu x) dan luas objek (sumbu y), lalu cari persamaan kalibrasi yang dapat digunakan untuk menghitung luas objek berdasarkan jumlah pikselnya, serta nyatakan persamaan garis dari grafik tersebut (misalnya : $y = ax + b$ dan nilai R^2).

3.5.8 Thermal Image

Untuk mengukur suhu pada buah nanas dapat menggunakan *thermal camera* (Flir F5-XT) dalam bentuk gambar dua dimensi. Perangkat tersebut bekerja dengan cara memancarkan inframerah yang mampu menangkap radiasi yang dikeluarkan oleh panas pada buah. Pengambilan gambar pada sampel dilakukan sebanyak 1 kali pada setiap sampel buah utuh dan satu kali pada buah yang telah dibelah.



Gambar 16. Ilustrasi pengambilan citra *thermal*.

3.5.8.1 Teknik Pengambilan Citra *Thermal*

Prosedur pengambilan citra thermal adalah sebagai berikut :

1. Disiapkan kotak pengambilan gambar (citra) dan kamera suhu inframerah (FLIR E5-XT). Untuk memperoleh proyeksi yang sama, kamera ditempatkan pada kotak pengambilan citra dengan jarak 55 cm dari sampel dan jarak sampel ke kamera harus sama dari sampel pertama hingga sampel akhir.
2. Disiapkan laptop yang terinstal aplikasi FLIR, lalu disambungkan *thermal camera* dengan laptop pada saat pengukuran.
3. Disiapkan sampel buah nanas yang sudah diberi label atau tanda agar mudah membedakan saat pengukuran.
4. Diletakkan sampel buah nanas satu- persatu pada kotak pengambilan citra.
5. Ditutup kotak pengambilan citra dan diletakkan kamera di bagian atas yang sudah diberi lubang untuk mengambil gambar.
6. Diambil gambar yang kemudian gambar tersebut akan tersimpan secara otomatis pada laptop dan akan diolah menggunakan aplikasi Matlab.

3.5.8.2 Teknik Pengolahan Data

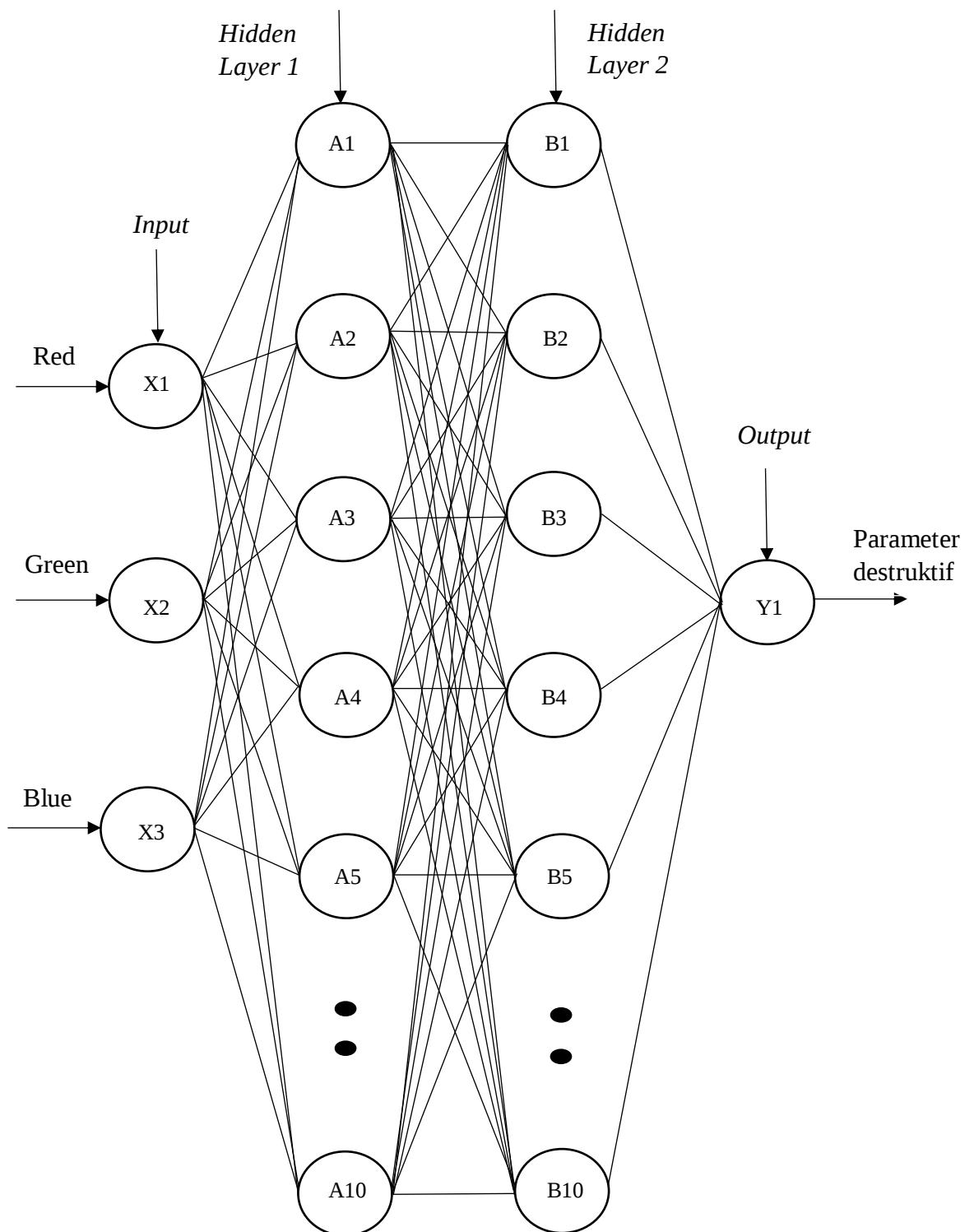
Prosedur pengolahan data dilakukan sebagai berikut :

1. Setelah pengambilan citra menggunakan *thermal camera* Flir E5-XT, citra disimpan dengan file berekstensi “JPG”.

2. Memasukkan informasi dan mengubah nilai suhu maksimum dan minimum sesuai skala bar pada TI.
3. Membaca citra dan color map dari sampel.
4. Melakukan langkah flip up/down jika baris bawah menunjukkan suhu tertinggi bukan suhu terendah.
5. Mengambil dan menampilkan area sampel TI untuk analisis serta menghitung rerata dan standar deviasi area sampel TI.

3.6 Pengembangan Arsitektur Jaringan Saraf Tiruan

Jaringan saraf tiruan yang dikenal sebagai JST adalah metode kecerdasan komputasi tingkat lanjut yang memanfaatkan pembelajaran dan pelatihan untuk menganalisa data dalam jumlah besar seperti halnya sistem kecerdasan yang ada pada manusia. JST adalah salah satu dari 8 metode yang cocok digunakan untuk model hubungan unit kompleks karena JST tidak linear maka dapat memproses data paralel dengan banyak unit dan dapat mentoleransi kesalahan (Lestari, 2023). Melakukan pelatihan adalah bagian dari pengembangan model JST. Tahap pelatihan dilakukan untuk menentukan parameter Jaringan Saraf Tiruan dan bobot masing-masing yang paling sesuai digunakan dalam proses pengujian. Tahap inisialisasi jaringan ini dilakukan dengan aplikasi MATLAB (R2007a), yang merupakan tahapan awal dari arsitektur jaringan agar proses dari pelatihan jaringan dapat dilakukan dengan satu siklus yang disebut iterasi. *Root Mean Squard Error* (RMSE) digunakan sebagai jumlah iterasi. Semakin rendah nilai kesalahan target, semakin tinggi nilai ulangan dan semakin tinggi akurasi. Pembuatan model Jaringan Saraf Tiruan bertujuan untuk mendapatkan persamaan non-linear antara variabel kekerasan dan warna kulit sebagai variabel bebas dan kenormalan buah sebagai variabel terikat. Gambar 17 menunjukkan model JST tipe *backpropagation* yang menggunakan metode pelatihan terawasi. Arsitektur jaringan yang digunakan adalah 3-10-10-1, yang berarti 3 node *input*, 10 node lapisan tersembunyi (*hidden layer 1*), 10 lapisan tersembunyi (*hidden layer 2*), dan 1 node *output*. Trainml ((*Levenberg Marquardt*)) adalah tipe pelatihan jaringan dengan *rate learning* jaringan 0,01 dan iterasi 1000 kali. Variasi fungsi aktivasi merupakan kombinasi dari fungsi aktivasi *logsig*, *tansig*, dan *purelin* pada arsitektur JST (Haryanto, 2020).



Gambar 17. Arsitektur jaringan saraf tiruan.

Pada layer input, variabel disimbolkan X_i secara struktur berhubungan dan menuju *hidden layer* 1. Nilai bobot dan bias ada disetiap garis jaringan, sehingga persamaan umum dapat dituliskan sebagai berikut :

$$Y_j = \sum_{i=1}^n (a_i x_i + bias) \dots\dots\dots(5)$$

Hasil dari persamaan tersebut digunakan untuk persamaan *hidden layer* 1 (H1) yang diturunkan ke dalam persamaan dari fungsi aktivasi terbaik:

$$Y_{n+1} = \sum_{n+1}^m f(Y_j) \dots\dots\dots(6)$$

Dimana, f merupakan fungsi aktivasi terbaik. Setelah itu Y_{n+1} didapatkan digunakan untuk persamaan pada jaringan *hidden layer* 1 ke *hidden layer* 2 dengan persamaan:

$$Y_{m+1} = \sum_{m+1}^p (a_i Y_{n+1} + bias) \dots\dots\dots(7)$$

Hasil dari persamaan di atas digunakan untuk persamaan *hidden layer* 2, persamaan yang digunakan adalah persamaan dari fungsi aktivasi terbaik:

$$Y_{p+1} = \sum_{p+1}^q f(Y_{m+1}) \dots\dots\dots(8)$$

Hasil dari persamaan yang digunakan pada *hidden layer* 2 digunakan pada jaringan *hidden layer* 2 ke *layer output* dengan persamaan:

$$Y_{q+1} = a_i Y_{p+1} + bias) \dots\dots\dots(9)$$

Hasil dari persamaan sebelumnya digunakan pada *layer output* persamaan fungsi aktivasi terbaik:

$$Y_{q+2} = f(Y_{q+1}) \dots\dots\dots(10)$$

Setelah itu, dilakukan verifikasi hasil prediksi dengan model JST dengan hasil observasi menggunakan persamaan dari *layer output* dikali dengan nilai maksimal data *output*:

$$Y_{q+3} = Y_{q+2} Xb \dots\dots\dots(11)$$

3.7 Analisis Data

Dalam penelitian ini, aplikasi Matlab digunakan untuk menganalisis distribusi suhu gambar *thermal* yang diambil oleh *thermal camera* FLIR E5-XT. Kemudian, hasil yang telah diambil dikirimkan ke komputer menggunakan aplikasi FLIR Tools. Aplikasi ini dapat mengenali gambar termal yang ditangkap oleh *thermal camera* sehingga dapat terhubung dan disimpan di komputer.

Data yang diperoleh akan diakumulasikan dalam bentuk tabel dan grafik. Dari data tabel dan grafik tersebut kemudian akan dijabarkan secara deskriptif tentang tren grafik yang dihasilkan untuk setiap parameter. Selain itu, akan dinyatakan dalam bentuk rentang kuantitatif pada data-data yang dihasilkan untuk setiap parameter yang dilakukan. Untuk analisis statistik dilakukan uji Anova dan uji Beda Nyata Terkecil (BNT) menggunakan aplikasi Minitab 18. Dan untuk analisis yang terakhir yaitu Jaringan Saraf Tiruan (JST), untuk keakuratan pada saat memverifikasi citra *visible* dengan kekerasan, *acidity*, total padatan terlarut, dan persen luasan translusen. Proses ini mengklasifikasikan vektor fitur buah menjadi 2 kelas yaitu buah translusen dan buah normal.

V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.2 Kesimpulan

1. Ukuran berpengaruh terhadap tingkat translusensi pada buah nanas *crownless* selama penyimpanan. Hal ini terjadi karena adanya beda nyata pada ukuran terhadap persen luasan translusen selama penyimpanan 35 hari.
2. Pengembangan model prediksi tingkat translusensi pada buah nanas *crownless* menggunakan Jaringan Saraf Tiruan (JST) yaitu dengan arsitektur jaringan 3-10-10-1 yang terdiri dari 3 *input*, 10 *hidden layer* 1, 10 *hidden layer* 2, dan 1 *output*. Untuk pengembangan model prediksi ini menggunakan 4 parameter destruktif yaitu *titratable acidity*, kekerasan, luasan translusen, dan total padatan terlarut. Fungsi aktivasi terbaik pada parameter *titratable acidity* pada buah nanas *crownless* yaitu *logsig-tansig-purelin* dengan nilai pelatihan koefisien determinasi (R^2) 1 dan nilai RMSE yaitu 0,001. Fungsi aktivasi terbaik pada kekerasan yaitu *tansig-logsig-logsig* dengan nilai pelatihan R^2 sebesar 0,999 dan nilai RMSE yaitu 0,001. Fungsi aktivasi terbaik pada luasan translusen yaitu *tansig-logsig-purelin* dengan nilai pelatihan R^2 sebesar 1 dan nilai RMSE yaitu 0,022. Sedangkan fungsi aktivasi terbaik pada parameter total padatan terlarut yaitu *tansig-tansig-logsig* dengan nilai R^2 sebesar 0,999 dan nilai RMSE yaitu 0,017.

5.2 Saran

Perlu adanya penelitian lebih lanjut tentang pendugaan laju tingkat translusensi pada buah nanas *crownless* selama penyimpanan menggunakan citra *thermal* dan *visible*.

DAFTAR PUSTAKA

- Amin, S. 2012. *Sistem Deteksi Dini Hama Wereng Batang Coklat Menggunakan Jaringan Syaraf Tiruan Backpropagation*. Semarang: FMIPA. Universitas Negeri Semarang.
- Arsatrian, T. M. 2020. Pengolahan Citra Thermal untuk Identifikasi Region of Interest (ROI) dan Deteksi Kesegaran Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*). *Jurnal Online Teknik Elektro*, 5.
- Bartholomew, D. P. 2002. *The Pineapple: Botany, Production and Uses*. UK: CAB International Wallingford.
- Basuki, E. P. 2015. Penyimpanan Secara Modifikasi Atmosfir dengan Menggunakan $\text{Ca}(\text{OH})_2$ Sebagai Absorbant. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Pangan*, (1):8-14.
- Darmagala, D. 2023. *Pengaruh Coating Stearin Terhadap Laju Respirasi Buah Nanas (Ananas comosus (L) Merr.) Selama Penyimpanan Pada Suhu Rendah*. Skripsi. Lampung: Universitas Lampung.
- Dewi, L. M. 2012. *Aplikasi Coating Kitosan untuk Memperpanjang Umur Simpan Buah Salak Pondoh (Salacca edulis Reinw)*. Jawa Barat: Institut Pertanian Bogor.
- Dhana, E. R. 2016. Konsentrasi Gula dan pH terhadap Mutu Nata de Yammy dari Limbah Cair Pati Bengkuang. *Jurnal Rekayasa Pangan dan Pertanian*, 4(3), 323-331.
- Elvira, N. 2020. *Sistem Klasifikasi Kualitas Buah Apel Berbasis Citra Thermal Menggunakan Metode Jaringan Syaraf Tiruan Backpropagation*. Skripsi. Sumatra Selatan: Universitas Sriwijaya.
- Febriana, M. A. 2013. Peramalan jumlah permintaan produksi menggunakan metode jaringan syaraf tiruan (JST) backpropagation. *Jurnal Teknik Industri Untirta*, 1(2) 132.
- Haiyan Shu, D. 2022. Accumulation of Sugar and Liquid in Apoplast of Fruit Flesh Result in Pineapple Translucency. *America Journal of Plant Science*, 576-587.
- Hartanto, R. 2002. *Fisiologi Pasca Panen Buah dan Sayur-Sayuran*. Lampung: Universitas Lampung.

- Hidayati. 2016. *Pengaruh Konsentrasi CaCl_2 dan Lama Pencelupan Pada Larutan Edible Coating Lidah Buaya (Aloe Vera) Terhadap Sifat Fisik Buah Strawberry (Fragaris sp.)*. Skripsi. Malang: Universitas Brawijaya.
- Laila, A. P. 2018. Pemanfaatana Gliserol dan Pati Sagu sebagai Edible Coating pada Penyimpanan Jeruk Siam Madu (Citrus noblisi). *Jurnal Agroteknosains*, 158-168.
- Lamona, A. P. 2015. Pengaruh Jenis Kemasan dan Suhu Rendah Terhadap Perubahan Buah Segar. Vol. 3. Hal. 148. *Jurnal Keteknikan Pertanian*.
- Lawal, D. 2013. Medicinal, Pharmacological and Phytochemical Potentials of Annona Comsus Linn. Peel—A Review. *Bayero Journal of Pure and Applied Sciences*, 6(1), 101-104.
- Lestari, A. N. 2023. *Metode Thermal Image sebagai Pendeteksi Translucency pada Buah Nanas (Ananas comosus L.)*. Skripsi. Lampung: Universitas Lampung.
- Mandiri, T. K. 2010. *Pedoman Bertanam*. Bandung: CV. Nuansa Aulia.
- Mufidah, N., Narwati, Sunarko, B. Kriswandana, F. 2022. Pengaruh Penambahan Konsentrasi CMC dan Gliserol pada Larutan Edible Coating Gel Lidah Buaya (Aloe vera L.) Terhadap Mutu Buah Nanas (Ananas comosus). *Jurnal Penelitian Kesehatan Suara Forikes*, 13(2), 375-376.
- Paull, R. A. 2015. Pineapple Translucency and Chilling Injury pada Hibrida Asam Rendah Baru. . *Prosiding 2nd Southeast Asia Symposium on Quality Management in Postharvest Systems*, 61-66.
- Prihatman, K. 2000. *Budidaya Pertanian Nanas (Ananas comosus)*. Semarang: BAPPENAS.
- Puspaningrum. 2006. *Peramalan Kebutuhan Beban Jangka Pendek Menggunakan Jaringan Syaraf Tiruan Backpropagation*. Skripsi. Semarang: Universitas Diponegoro.
- Putri, F. P. 2017. *Edible Coating Lidah Buaya (Aloe vera L.) Terhadap Buah Apel Manalagi Potong Pada Penyimpanan Suhu Rendah (Kajian Konsentrasi CMC dan Asam Askorbat)*. Skripsi. Malang: Universitas Brawijaya.
- Rahmadhanni, E. A. 2020. The Effect of Cold Storage Temperature on Respiration Rate and Physical Quality of Crownless Pineapple (Ananas comosus L.). *IOP Conference Series : Earth and Environmental Science* (hal. 1-11). Indonesia: IOP Publishing.
- Reswandha, R. Rahayoe, S. Nugroho, J. 2019. Kinetika Kualitas Fisik Buah Nanas (Ananas comosus. L.) Tanpa Crown Selama Penyimpanan Dengan Variasi Suhu. Skripsi. Yogyakarta: Universitas Gadjah Mada.

- Rini, A. R. 2017. Hand Sanitizer Ekstrak Kulit anas sebagai Antibakteri *Staphylococcus aureus* dan *Escherichia coli*. *Indonesian Journal of Chemical Science*, 6(1), 61-66.
- Sari, D. A. 2011. *Peramalan Kebutuhan Beban Jangka Pendek Menggunakan Jaringan Syaraf Tiruan Backpropagation*. Skripsi. Jawa Tengah: Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Pertanian, Universitas Diponegoro.
- Sari, R. N. 2002. *Analisis Keragaman Morfologi dan Kualitas Buah, Populasi Nanas (Ananas comosus (L.) Merr.) Queen di Empat Desa Kabupaten Bogor*. Skripsi. Bogor: Institut Pertanian Bogor.
- Sari, S. A. 2023. *Perubahan Kualitas Buah Nanas (Ananas comosus) MD2 Menggunakan Pelapis Carboxymethyl Cellulose dan Calsiu, Clorida Selama Penyimpanan*. Skripsi. Lampung: Universitas Lampung .
- Silva, J. H. 2006. Lime, Gypsum, and Basaltic Dust Effects on the Calcium Nutrition and Fruit Quality of Pineapple. *Acta Horticulturae*, 123-131.
- Sudjatha. 2017. *Fisiologi dan Teknologi Pascapanen*. Denpasar: Universitas Udayana.
- Sunardi, S. A. 2017. Identity Analysis of Egg Based on Digital and Thermal Imaging: Image Processing and Counting Object Concept. *Institute of Advanced Engineering and science (IAES). Imaging in Agriculture—A Review. Advances in Remote Sensing*, 128-140.
- Sunarjono, H. 2005. *Berkebun 21 Jenis Tanaman Buah*. Jakarta: Penebar Swadaya.
- Wardhana, E. R. 2016. Konsetrasi Gula dan pH Terhadap Mutu Nata de Yammy dari Limbah Cair Pati Bengkuang. *Jurnal Rekayasa Pangan dan Pertanian*, 4(3), 323-331.
- Wijaya, A. R. 2005. Perubahan Mutu Lempok Durian dalam Kemasan Edible Berbahan Lilin Madu Selama Penyimpanan pada Suhu Kamar. *Stigma Vol.XIII*, 2.
- Wils, R. H. 1981. *Postharvest, An Introduction to The Phisiology and Handling of Fruits and VegeTabels*. Hongkong: South China Printing Co.
- Winarno, F. G. 2008. *Kimia Pangan dan Gizi*. Jakarta: Gramedia Pustaka Utama.