

**METODE *THERMAL IMAGE* SEBAGAI PENDETEKSI
TRANSLUCENCY PADA BUAH NANAS (*Ananas comosus* L.)**

(Skripsi)

Oleh

ANGGIE NAFYTA LESTARI



**JURUSAN TEKNIK PERTANIAN
FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
2023**

ABSTRACT

THERMAL IMAGE METHOD AS A DETECTOR OF TRANSLUCENCY IN PINEAPPLE (*Ananas comosus* L.) FRUIT

BY

ANGGIE NAFYTA LESTARI

Pineapple fruit is a perishable fruit that loses weight and rots quickly due to its relatively high water content. Translucent is a physiological disorder characterized by pineapple flesh that turns translucent and has a level of water content in the fruit that tends to be higher than normal fruit. This makes the pineapple fruit must be opened or damaged first to determine the actual translucent level. The thermal image method is used to detect the temperature of translucent or healthy pineapple fruit in a non-destructive manner. In other words, thermal image is offered as an alternative method or a new method proposed to detect fruit translucency non-destructively. This study used honey pineapple (MD2) obtained from PT Great Giant Pineapple PG 4 Lampung Timur. The 80 pineapple fruit samples used were divided into normal pineapple fruit and translucent pineapple fruit with four different maturity levels. The results of this study are that the thermal image method can be an alternative method for predicting the presence or absence of translucent in pineapple fruit, seen from the significant temperature difference between normal fruit and translucent fruit. Translucent pineapple fruit has a higher specific gravity value than water, which causes translucent pineapple fruit to sink during volume measurement, but normal pineapple fruit floats. In addition to temperature and specific gravity, a potential non-destructive parameter for estimating translucency of pineapple fruit is the color intensity of the intact fruit skin. Fruit normality (Translucency) can be detected non-destructively using Thermal Image parameters and skin color, then tested with Artificial Neural Network method with 4-10-10-2 network architecture which means 4 input nodes, 10 hidden layer 1 nodes, 10 hidden layer 2, and 2 outputs then obtained the accuracy rate for test data 87.5%.

Keywords: temperature, translucency, thermal image

ABSTRAK

METODE *THERMAL IMAGE* SEBAGAI PENDETEKSI TRANSLUCENCY PADA BUAH NANAS (*Ananas comosus* L.)

OLEH

ANGGIE NAFYTA LESTARI

Buah nanas termasuk buah yang mudah rusak, susut berat dan cepat busuk karena kandungan airnya yang relatif tinggi. Translucent merupakan kerusakan fisiologis dengan daging buah berwarna bening, memiliki tingkat kadar air, dan berat jenis buah yang cenderung lebih tinggi dari buah normal. Sejauh ini, untuk membuktikan buah nanas terkena translucent atau tidak dilakukan dengan cara membelah buah nanas. Metode *thermal image* diusulkan untuk mendeteksi nanas yang terkena translucent atau pun buah nanas sehat secara tidak merusak dari suhu buah yang diradiasikan dari permukaan buah. Dengan kata lain, *thermal image* ditawarkan sebagai metode alternatif atau metode baru yang diusulkan untuk mendeteksi translucency buah secara tidak merusak. Penelitian ini menggunakan nanas madu (MD2) yang diperoleh dari PT Great Giant Pineapple PG 4 Lampung Timur. Sampel buah nanas yang digunakan berjumlah 80 buah terbagi menjadi buah nanas normal dan buah nanas translucent dengan empat tingkat kematangan berbeda (*shell color*: SC0, SC1, SC2, dan SC3). Hasil dari penelitian ini yaitu metode citra thermal dapat menjadi metode alternatif untuk memprediksi ada tidaknya translucent pada buah nanas, dilihat dari adanya perbedaan suhu yang signifikan antara buah normal dan buah yang terkena translucent. Buah nanas yang terkena translucent memiliki nilai berat jenis yang lebih tinggi dari berat jenis buah nanas normal. Selain suhu dan berat jenis, parameter non-destruktif yang potensial untuk menduga translucency buah nanas yaitu intensitas warna kulit buah utuh. Kenormalan buah dapat dideteksi secara tidak merusak menggunakan parameter *thermal image* dan warna kulit (basis warna RGB). Pengembangan model prediksi menggunakan metode Jaringan Saraf Tiruan (JST) dengan arsitektur jaringan 4-10-10-2 yang berarti 4 node *input*, 10 node *hidden layer 1*, 10 node *hidden layer 2*, dan 2 *output* diperoleh model optimum pada fungsi aktivasi tansig-tansig-tansig dengan RMSE 0,003 dan $R^2 = 1$. Uji validasi model diperoleh RMSE = 0,353 dan $R^2 = 0,600$ dengan tingkat keakuratan model = 87,5%.

Kata kunci: suhu, translucency, *thermal image*

**METODE *THERMAL IMAGE* SEBAGAI PENDETEKSI TRANSLUCENT
PADA BUAH NANAS (*Ananas comosus* L.)**

Oleh

ANGGIE NAFYTA LESTARI

Skripsi

**Sebagai Salah Satu Syarat untuk Mencapai Gelar
SARJANA TEKNIK**

Pada

**Jurusan Teknik Pertanian
Fakultas Pertanian Universitas Lampung**



**FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2023**

Judul Skripsi : **METODE *THERMAL IMAGE* SEBAGAI
PENDETEKSI TRANSLUCENT PADA BUAH
NANAS (*Ananas Comosus L.*)**

Nama Mahasiswa : **Anggie Nafyta Lestari**

No. Pokok Mahasiswa : 1914071052

Jurusan : Teknik Pertanian

Fakultas : Pertanian

MENYETUJUI

1. Komisi Pembimbing

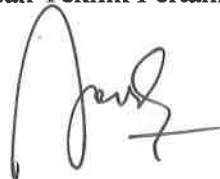


Ir. Sri Waluyo, S.T.P., M.Si., Ph.D., IPU.
NIP. 197203111997031002



Ir. Oktafri, M.Si.
NIP. 196410221989031004

2. Ketua Jurusan Teknik Pertanian



Dr. Ir. Sandi Asmara, M.Si.
NIP. 196210101989021002

MENGESAHKAN

1. Tim Penguji


Ketua

: Ir. Sri Waluyo, S.T.P., M.Si., Ph.D., IPU.



Sekretaris

: Ir. Oktafri, M.Si.



**Penguji
Bukan Pembimbing**

: Dr. Siti Suharyatun, S.T.P., M.Si.



2. Dekan Fakultas Pertanian



Prof. Dr. Ir. Irwan Sukri Banuwa, M.Si.

NIP 196110201986031002

Tanggal lulus ujian skripsi

: 1 Agustus 2023

PERNYATAAN KEASLIAN HASIL KARYA

Saya adalah **Anggie Nafyta Lestari** NPM. 1914071052

Dengan ini menyatakan bahwa apa yang tertulis dalam karya ilmiah ini adalah hasil karya saya yang dibimbing oleh Komisi Pembimbing, **Ir. Sri Waluyo, S.T.P., M.Si., Ph.D., IPU.** dan **Ir. Oktafri, M.Si.** berdasarkan pada pengetahuan dan informasi yang telah saya dapatkan. Karya ilmiah ini berisi material yang dibuat sendiri dan hasil rujukan beberapa sumber lain (buku, jurnal, dll) yang telah dipublikasikan sebelumnya atau dengan kata lain bukanlah hasil dari plagiat karya orang lain.

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

Bandar Lampung,
Yang membuat pernyataan,



Anggie Nafyta Lestari
NPM. 1914071052

RIWAYAT HIDUP



Penulis dilahirkan di kota Palembang, Sumatera Selatan pada tanggal 21 Maret 2002. Penulis merupakan anak dari pasangan bapak Zainal Abidin dan ibu Citra Tri Ulfa Wiliyani, sebagai anak pertama dari tiga bersaudara dengan dua adik laki-laki yaitu Muhammad Aldi Fernanda dan Muhammad Azriel. Pada tahun 2006 sampai 2007 penulis menempuh Pendidikan taman kanak-kanak di TK Bhayangkari kota Muara Enim, lalu dilanjutkan dengan pendidikan sekolah dasar di SDN 1 Maur Baru Kabupaten Musi Rawas Utara dari tahun 2007 sampai dengan 2013. Setelah menyelesaikan Sekolah Dasar penulis melanjutkan pendidikan di Pondok Pesantren Modern Al-Ikhlas Lubuk Linggau pada tahun 2013-2014 dan pindah ke SMP Muhammadiyah Lahat pada tahun 2014 sampai dengan 2016. Penulis melanjutkan Sekolah Menengah Atas pada tahun 2016-2019 di SMA Negeri 1 Indralaya Kabupaten Ogan Ilir, Sumatera Selatan.

Pada tahun 2019 penulis terdaftar sebagai Mahasiswa Jurusan Teknik Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung melalui jalur Seleksi Bersama Masuk Perguruan Tinggi (SBMPTN). Penulis juga aktif dalam organisasi yaitu Persatuan Mahasiswa Teknik Pertanian (PERMATEP). Penulis pernah menjadi Bendahara Bidang Informasi dan Komunikasi (Infokom) PERMATEP pada periode 2021 serta menjabat sebagai Anggota Bidang Informasi dan Komunikasi (Infokom) PERMATEP pada periode 2022.

Pada bulan Januari sampai Februari 2022 penulis melaksanakan kegiatan Kuliah Kerja Nyata (KKN) selama 40 hari di Desa Trimoharjo BK 14, Kecamatan

Semendawai Suku III, Kabupaten Ogan Komering Ulu Timur, Provinsi Sumatera Selatan. Lalu pada bulan Juni sampai Agustus 2022 penulis melaksanakan kegiatan Praktik Umum (PU) selama 40 hari di PT. Great Giant Pineapple, Kabupaten Lampung Tengah, Provinsi Lampung dengan judul “Mempelajari Proses Pembibitan Nanas Jenis Mahkota Buah (*Crown*) di Plantation Group 1 PT. Great Giant Pineapple Kabupaten Lampung Tengah Provinsi Lampung”.

HALAMAN PERSEMBAHAN

“Maka sesungguhnya sesudah kesulitan itu ada kemudahan, sesungguhnya sesudah kesulitan itu ada kemudahan, Maka apabila kamu telah selesai (dari sesuatu urusan), kerjakanlah dengan sungguh-sungguh (urusan) yang lain, dan hanya kepada Tuhanmulah hendaknya kamu berharap.” (QS Al-Insyirah: 5-8)

Dengan Penuh Syukur atas Ridho Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan karunia-Nya sehingga Penulis mempersembahkan hasil karya ini kepada:

Ayahku Zainal Abidin dan Ibuku Citra Tri Ulfa Wiliyani

SANWACANA

Puji syukur atas keberkahan dan nikmat yang diberikan oleh Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat, karunia, serta nikmat iman, nikmat sehat dan nikmat sempat sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir dalam penyusunan skripsi yang berjudul “**Metode *Thermal Image* sebagai Pendeteksi Translucency pada Buah Nanas (*Ananas Comosus L.*)**”. Skripsi ini merupakan salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik (S.T.) di Jurusan Teknik Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung.

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

1. Bapak Prof. Dr. Ir. Irwan Sukri Banuwa, M.Si., selaku Dekan Fakultas Pertanian Universitas Lampung;
2. Bapak Dr. Ir. Sandi Asmara, M.Si, selaku Ketua Jurusan Teknik Pertanian Fakultas Pertanian Universitas Lampung yang telah memberikan dukungan, motivasi, dan semangat;
3. Bapak Ir. Sri Waluyo, S.T.P., M.Si., Ph.D., IPU., selaku Dosen Pembimbing utama yang telah meluangkan waktunya untuk memberikan motivasi, masukan, bimbingan, dukungan dan saran selama penelitian hingga penyusunan skripsi ini;
4. Bapak Ir. Oktafri, M.Si., selaku Dosen Pembimbing Akademik dan pembimbing kedua yang telah memberikan bimbingan, motivasi dan saran dalam menyelesaikan skripsi ini.
5. Ibu Dr. Siti Suharyatun, S.T.P., M.Si., selaku dosen penguji yang telah memberikan masukan, saran serta arahan dalam menyelesaikan skripsi ini

6. Seluruh Dosen dan Karyawan Jurusan Teknik Pertanian Fakultas Pertanian Universitas Lampung;
7. Ayahku Zainal Abidin dan ibuku Citra Tri Ulfa Wiliyani, selaku orang tua penulis, adik-adikku Muhammad Aldi Fernanda dan Muhammad Azriel yang selalu yang telah memberikan semangat dalam melaksanakan penyusunan skripsi dan dukungan finansial dalam menyelesaikan perkuliahan. Terima kasih atas doa dan dukungan yang selalu diberikan kepada penulis;
8. 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, masukan, dan semangat dalam melaksanakan penelitian.
9. Dadang Darmagala, Erwin Gutama Putra, Ella Wigustina, Retno Hayuning Tias, Selfi Apriliana Sari, Raras Silviana, Salsa Dinara Pangestu dan Dwi Ferdiansyah selaku teman seperjuangan selama penelitian, dan pengerjaan skripsi.
10. Sri Mulyanti, Ella Wigustina, Hetty Laura C.N., Raras Silviana, dan Salsa Dinara Pangestu selaku sahabat penulis yang menjadi tempat berkeluh kesah maupun senang serta memberikan semangat, motivasi, dan dukungan dengan caranya masing-masing sehingga membuat penulis dapat menyelesaikan skripsi ini;
11. Dyah Agparisepa Ardy Mastin dan Muhammad Daniel Danovan selaku sahabat sedari SMA yang selalu mendengarkan keluh kesah penulis selama pengerjaan skripsi;
12. Keluarga Teknik Pertanian 2019 yang telah menjadi keluarga serta cerita perjuangan selama perkuliahan. Terima kasih atas kebersamaannya, doa, dukungan, dan semangat sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini;
13. Keluarga Infokom periode 2021 dan periode 2022 yang telah memberikan semangat dan dukungan kepada penulis dalam menyelesaikan penyusunan skripsi ini;
14. Kepada semua pihak yang telah berjasa dan membantu penulis dalam penyusunan skripsi ini. Penulis berharap semoga kebaikan tersebut mendapat balasan dari Allah SWT.

Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan skripsi ini jauh dari kata kesempurnaan maka dari itu kritik dan saran yang sifatnya membangun, penulis senantiasa terima. Penulis berharap semoga skripsi ini dapat bermanfaat dan berguna bagi para pembacanya.

BandarLampung,

Penulis

Anggie Nafyta Lestari

DAFTAR ISI

DAFTAR TABEL	iii
DAFTAR GAMBAR.....	v
I. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah.....	4
1.3 Tujuan Penelitian	4
1.4 Manfaat Penelitian	4
1.5 Hipotesis	4
II. TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Nanas	5
2.2 Jenis Nanas	8
2.3 Tingkat Kematangan Buah Nanas	10
2.4 Kerusakan Nanas	11
2.5 Translucent	13
2.6 <i>Thermal Image</i>	14
2.7 Jaringan Saraf Tiruan.....	16
III. METODOLOGI PENELITIAN	20
3.1 Waktu dan Tempat.....	20
3.2 Alat dan Bahan	20
3.3 Rancangan Penelitian.....	20
3.4.1 Pengembangan Arsitektur Jaringan Saraf Tiruan	22
3.5 Diagram Alir	25
3.6 Parameter Penelitian	29
3.6.1 Berat Jenis.....	29
3.6.2 Suhu Buah.....	29

3.6.3 Warna Buah	29
3.6.4 Kekerasan.....	30
3.6.5 Total Padatan Terlarut (brix)	31
3.6.6 Kadar Air	31
3.7 Analisis Data.....	32
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN.....	33
4.1 Berat Jenis.....	33
4.2 Suhu Buah.....	35
4.2.1 Suhu Buah Utuh.....	35
4.2.2 Suhu Buah Belah	36
4.3 Warna Buah	40
4.3.1 Intensitas Warna Buah Utuh	40
4.3.2 Intensitas Warna Buah Belah.....	45
4.4 Kekerasan Buah	49
4.5 Total Padatan Terlarut (Brix).....	51
4.6 Kadar Air	53
4.7 Analisis Berat Jenis Terhadap Tingkat Translucency.....	55
4.8 Analisis Jaringan Saraf Tiruan.....	56
4.8.1 Perancangan Arsitektur Jaringan Saraf Tiruan	56
4.8.2 Pelatihan dan Pengujian Model JST	57
4.8.3 Akurasi Model	60
V. KESIMPULAN DAN SARAN	62
5.1 Kesimpulan	62
5.2 Saran	62
DAFTAR PUSTAKA	63

DAFTAR TABEL

Tabel	Teks	Halaman
1.	Matriks perancangan penelitian dan jumlah sampel buah	21
2.	Hasil Anova pengaruh kenormalan buah dan tingkat <i>shell color</i> terhadap berat jenis	34
3.	Uji BNT pengaruh kenormalan buah terhadap berat jenis.....	35
4.	Hasil Anova pengaruh kenormalan buah dan tingkat <i>shell color</i> terhadap suhu kulit buah utuh	36
5.	Uji BNT pengaruh kenormalan buah dan tingkat <i>shell color</i> terhadap suhu kulit buah utuh	36
6.	Hasil Anova pengaruh kenormalan buah dan tingkat <i>shell color</i> terhadap suhu daging buah	38
7.	Uji BNT pengaruh kenormalan buah dan tingkat <i>shell color</i> terhadap suhu daging buah.....	38
8.	Hasil Anova pengaruh kenormalan buah dan tingkat <i>shell color</i> pada suhu kulit buah	40
9.	Uji BNT pengaruh kenormalan buah dan tingkat <i>shell color</i> terhadap suhu kulit buah	40
10.	Hasil Anova pengaruh kenormalan buah dan tingkat <i>shell color</i> terhadap I_{red} buah utuh.....	41
11.	Uji BNT pengaruh kenormalan buah terhadap I_{red} buah utuh.....	42
12.	Hasil Anova pengaruh kenormalan buah dan tingkat <i>shell color</i> terhadap I_{green} buah utuh.....	43
13.	Uji BNT pengaruh kenormalan buah terhadap I_{green} buah utuh	43

14. Hasil Anova pengaruh kenormalan buah dan tingkat <i>shell color</i> terhadap I_{blue} buah utuh.....	44
15. Uji BNT pengaruh kenormalan buah terhadap I_{blue} buah utuh	45
16. Hasil Anova pengaruh kenormalan buah dan tingkat <i>shell color</i> terhadap warna daging buah	46
17. Hasil Uji BNT pengaruh kenormalan buah terhadap warna daging buah	46
18. Hasil Anova pengaruh kenormalan buah dan tingkat <i>shell color</i> terhadap warna kulit buah.....	48
19. Uji BNT pengaruh kenormalan buah terhadap warna kulit buah	48
20. Buah nanas normal dan translucent pada tingkat kematangan berbeda.....	48
21. Hasil Anova pengaruh kenormalan buah dan tingkat <i>shell color</i> terhadap kekerasan buah.....	50
22. Uji BNT pengaruh kenormalan buah terhadap kekerasan buah	51
23. Hasil Anova pengaruh kenormalan buah dan tingkat <i>shell color</i> terhadap total padatan terlarut.....	52
24. Uji BNT pengaruh kenormalan buah terhadap total padatan terlarut	53
25. Hasil Anova pengaruh kenormalan buah dan tingkat <i>shell color</i> terhadap kadar air	54
26. Uji BNT pengaruh kenormalan buah terhadap kadar air	55
27. Hasil pelatihan dan pengujian model JST pada variasi fungsi aktivasi	58
28. Hasil prediksi JST	61
29. Nilai berat jenis buah nanas normal dan buah nanas translucent.....	68
30. Suhu kulit buah nanas normal dan translucent.....	68
31. Suhu daging buah nanas normal dan translucent.....	69
32. Suhu kulit buah nanas normal dan translucent.....	69
33. Nilai intensitas warna kulit buah normal	70
34. Nilai intensitas warna kulit buah translucent	71
35. Intensitas warna daging buah nanas normal dan translucent	72
36. Intensitas warna kulit buah nanas normal dan translucent.....	73
37. Nilai kekerasan buah nanas normal dan translucent	73
38. Nilai brix buah nanas normal dan translucent.....	74
39. Nilai kadar air buah nanas dan translucent	74

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Teks	Halaman
1.	Struktur Morfologi Nanas	8
2.	Jenis-jenis Nanas.....	10
3.	Tingkat kematangan buah nanas	10
4.	Buah Nanas <i>Sunburn</i>	13
5.	Fungsi aktivasi <i>threshold</i>	19
6.	Fungsi Aktivasi Identitas	19
7.	Ilustrasi Perangkat Pengambilan Citra Digital.....	22
8.	Model Arsitektur JST.....	24
9.	Diagram Alir Penelitian	25
10.	Diagram Alir Pengambilan Citra Thermal.....	26
11.	Diagram Alir Pengambilan Citra Visibel.....	27
12.	Diagram Alir Metode JST.....	28
13.	Kotak pengambilan citra visibel	30
14.	Penggambaran area pengambilan sampel untuk total padatan terlarut.....	31
15.	Berat jenis buah nanas yang terkena Translucent dan Normal pada SC yang berbeda.....	34
16.	Suhu buah nanas utuh yang terkena Translucent dan Normal pada SC yang berbeda.....	35
17.	Suhu daging buah nanas yang terkena Translucent dan Normal pada SC yang berbeda.....	37
18.	Suhu kulit buah buah nanas yang terkena Translucent dan Normal pada SC yang berbeda	39

19. Nilai I_{red} buah nanas buah nanas yang terkena Translucent dan Normal pada SC yang berbeda	41
20. Nilai I_{green} buah nanas buah nanas yang terkena Translucent dan Normal pada SC yang berbeda	42
21. Nilai I_{blue} buah nanas yang terkena Translucent dan Normal pada SC yang berbeda.....	44
22. Nilai Intensitas warna daging buah nanas yang terkena Translucent dan Normal pada SC yang berbeda.....	45
23. Nilai Intensitas warna kulit buah nanas yang terkena Translucent dan Normal pada SC yang berbeda.....	47
24. Kekerasan buah nanas yang terkena Translucent dan Normal	50
25. Total padatan terlarut buah nanas yang terkena Translucent dan Normal pada SC yang berbeda	52
26. Kadar air buah nanas yang terkena Translucent dan Normal pada SC yang berbeda.....	54
27. Hubungan berat jenis dan warna daging.....	55
28. Hasil Jaringan Saraf Tiruan plot regression pada pelatihan dan pengujian ...	58
29. Grafik pelatihan model Jaringan Saraf Tiruan	60
30. Grafik pengujian model jaringan saraf tiruan	60
31. Penimbangan sampel	76
32. Pengukuran Volume.....	76
33. Pengambilan citra thermal	76
34. Pengambilan citra visibel.....	77
35. Pengukuran total padatan terlarut	77
36. Pengukuran kekerasan buah.....	77

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Nanas merupakan komoditas andalan dalam perdagangan buah tropik dengan menempati urutan ketiga terbesar setelah pisang dan mangga. Indonesia menjadi salah satu negara penghasil nanas terbesar di dunia. Pada tahun 2019 Indonesia berada di urutan ke-4 sebagai negara penghasil nanas dengan jumlah produksi 2.196.460 ton (FAO, 2021). Berdasarkan data Badan Pusat Statistik (BPS, 2022) pada tahun 2021 nanas merupakan buah yang menempati urutan ke-2 dengan tingkat produksi tertinggi yaitu sebesar 2.886.417 ton, dengan Provinsi Lampung sebagai daerah yang memiliki produksi tertinggi yaitu sebesar 705.883 ton. Berdasarkan data produksi tersebut dengan berlimpahnya hasil produksi nanas di Indonesia, diperlukan penanganan yang tepat pada setiap tahapan kegiatan mulai dari penanaman sampai dengan penyimpanan, sebagai upaya mengurangi kerusakan yang dapat menurunkan mutu dari buah nanas.

Jenis nanas yang banyak dikembangkan di Provinsi Lampung di antaranya adalah kultivar MD2 yang biasa disebut oleh masyarakat sebagai nanas madu. MD2 merupakan nanas hibrida yang digunakan untuk produksi nanas segar. MD2 memiliki rasa yang dominan manis dengan sedikit rasa asam. Warna kulitnya yang lebih cerah dibandingkan nanas GP3 misalnya, menjadikan nanas MD2 lebih diminati untuk dijadikan nanas segar. Kulit buah yang lebih tebal menjadikan MD2 dapat diekspor melalui berbagai cara dengan lebih sedikit potensi buah rusak (Leon dan Kellon, 2012).

Buah nanas termasuk buah yang mudah rusak, susut berat dan cepat busuk karena kandungan kadar airnya yang relatif tinggi dan tekstur buah yang lunak oleh

karena itu memerlukan pengolahan pascapanen yang memadai. Nanas segar memiliki umur simpan pendek, yakni hanya 4-6 hari (Hajare, 2006). Salah satu faktor penyebab buah nanas tidak masuk dalam grade mutu tertentu yaitu dikarenakan buah telah mengalami kerusakan fisiologis, mekanis, atau pun biologis sejak di lahan produksi. Kerusakan fisiologis dapat berupa noda berwarna kecoklatan pada kulit buah atau sering disebut dengan *sunburn*, buah nanas yang memiliki ukuran di bawah standar yaitu memiliki berat <0,5 kg, daging buah berwarna bening (*translucent*) dan buah nanas yang terlalu matang (*over ripe*). Kerusakan mekanis merupakan kerusakan buah nanas yang disebabkan oleh *bruises* atau memar akibat benturan atau gesekan saat pemanenan ataupun transportasi. Selanjutnya yaitu kerusakan biologis yang diakibatkan oleh respirasi. Respirasi adalah suatu proses pertukaran gas yang mengakibatkan proses metabolisme perombakan senyawa makromolekul menjadi karbon dioksida, air dan energi (Shalihah, 2020).

Translucent merupakan kerusakan fisiologis yang dicirikan dengan daging buah nanas yang berubah menjadi berwarna bening dan memiliki tingkat kadar air dalam buah yang cenderung lebih tinggi dari buah normal (Shalihah, 2020).

Translucent terjadi karena pecahnya pembuluh pada buah nanas yang berakibatkan kadar air pada daging buah nanas meningkat dan dapat menyebar ke seluruh bagian daging buah nanas. Translucent pada nanas muncul pada 2 sampai 4 minggu sebelum proses pemanenan berlangsung, dampak kerusakan buah yang mengalami translucent ditandai dengan keluarnya sari buah di daerah yang rusak (Chen dan Paull, 2001).

Buah dapat mengalami kerusakan selama masa panen, penanganan pascapanen, pengangkutan, serta pemrosesan karena adanya kontak dengan objek-objek lain serta tekanan akibat adanya benturan yang berbeda sesuai dengan bentuk buah dan objek yang bersentuhan (Abedi dan Ahmadi, 2013). Benturan yang terjadi pada saat kegiatan pascapanen dapat meningkatkan penyebaran translucent pada daging buah nanas.

Translucent merupakan kerusakan yang tingkat penyebarannya sulit terdeteksi secara langsung. Hal tersebut membuat buah nanas haruslah dibuka atau dirusak terlebih dahulu untuk mengetahui tingkat translucent yang sebenarnya. Oleh karenanya diperlukan suatu alat yang dapat mendeteksi translucent pada daging buah nanas tanpa harus merusak. Persebaran suhu pada daging buah nanas tidaklah merata dikarenakan kadar air yang berbeda pada daging buah yang terkena translucent dan pada daging buah normal. Translucent juga mengakibatkan perbedaan warna daging buah. Daging buah normal memiliki warna kuning pucat hingga kuning keemasan sesuai dengan jenis dan tingkat kematangan dari buah nanas, akan tetapi daging buah nanas yang terkena translucent akan berwarna kuning bening. Selain perubahan kualitas daging buah, buah nanas yang terkena translucent biasanya mengalami perubahan parameter fisik seperti misalnya berat jenis buah. Oleh karena itu, pada penelitian ini akan dilakukan pendeteksian buah nanas yang terkena translucent atau pun buah nanas sehat menggunakan thermal camera. Dari pengukuran ini akan diperoleh suatu gambar termal (*thermal image*) dari bodi buah.

Kamera termal bekerja dengan menggunakan sensor gelombang inframerah yang tidak terlihat secara kasat mata dan dipancarkan oleh objek kemudian *capture* dan diubah menjadi gambar termal sehingga tampak secara visual sebaran dan besaran suhu buah. Secara teoritik, setiap benda dengan suhu di atas 0 °K memancarkan energi panas dalam bentuk infrared, sehingga setiap objek dapat diidentifikasi dengan menggunakan *thermal camera* (Sunardi, 2016). Dalam penelitian ini, metode *thermal image* digunakan untuk mendeteksi suhu buah nanas yang terkena translucent atau pun buah nanas sehat secara tidak merusak. Dengan kata lain, *thermal image* ditawarkan sebagai metode alternatif atau metode baru yang diusulkan untuk mendeteksi translucency buah secara tidak merusak. Sebagai indikator standar mutu buah, perbedaan parameter fisik buah yaitu berat jenis diukur dan selanjutnya dijadikan langkah mempelajari hubungan berat jenis dengan suhu buah yang terkena translucency maupun buah nanas normal.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah dari penelitian ini yaitu sebagai berikut:

1. Apakah metode *thermal image* dapat digunakan sebagai pendekatan tak merusak untuk mendeteksi tingkat translucent pada buah nenas ?
2. Bagaimana hubungan berat jenis dengan tingkat translucent pada nenas ?
3. Bagaimana hasil model prediksi kenormalan buah pada buah nenas menggunakan *thermal image* ?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Mempelajari metode *thermal image* sebagai pendeteksi translucent secara tidak merusak pada buah nenas.
2. Mengetahui hubungan berat jenis terhadap tingkat translucent pada buah nenas.
3. Membangun model prediksi kenormalan buah pada buah nenas secara tidak merusak menggunakan Jaringan Saraf Tiruan.

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini yaitu dapat menambah khasanah keilmuan di bidang pasca panen nenas, khususnya pengembangan metode deteksi tidak merusak buah nenas yang terkena translucent menggunakan metode *thermal image*.

1.5 Hipotesis

Adapun hipotesis dari penelitian ini adalah metode *thermal image* dapat digunakan untuk mendeteksi translucent pada buah nenas secara tidak merusak.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Nanas

Nanas diperkirakan berasal dari Amerika Selatan, tanaman nanas (*Ananas comosus* L) pertama kali ditemukan oleh orang Eropa pada tahun 1493 di pulau Caribbean yang kemudian tanaman ini dinamai Guadalupe. Pada akhir abad ke-16, penjelajah Portugis dan Spanyol memperkenalkan *Ananas comosus* L ke benua Asia, Afrika, dan Pasifik Selatan dan masih terus berkembang hingga saat ini. Pada abad 18, *Ananas comosus* L mulai dibudidayakan di Hawaii, satu-satunya negara di Amerika di mana tanaman ini dapat tumbuh. Selain Hawaii, negara-negara lain yang secara komersial tumbuh nanas termasuk Thailand, Filipina, China, Brazil dan Meksiko (Lawal, 2013).

Tanaman nanas telah tersebar ke seluruh penjuru dunia, terutama di sekitar daerah khatulistiwa yaitu antara 25 °LU dan 25 °LS. Di Indonesia tanaman nanas sangat terkenal dan banyak dibudidayakan di tegalan dari dataran rendah sampai dataran tinggi. Daerah penghasil nanas di Indonesia yang terkenal adalah Subang, Bogor, Riau, Palembang dan Blitar (Rahmat dan Handayani, 2007).

Kesuburan tanah dapat meningkatkan produktivitas tanaman nanas, tanah yang subur terdiri atas udara 25%, air 25%, mineral 45%, dan bahan organik 5%. Pada umumnya hampir semua jenis tanah yang digunakan untuk pertanian cocok untuk tanaman nanas. Meskipun demikian, lebih cocok pada jenis tanah yang mengandung pasir, subur, gembur. Derajat keasaman yang cocok adalah dengan pH 4,5-6,5. Tanah yang banyak mengandung kapur (pH lebih dari 6,5) menyebabkan tanaman nanas menjadi kerdil dan klorosis. Sedangkan tanah yang asam (pH 4,5 atau lebih rendah) mengakibatkan penurunan unsur Fosfor,

Kalium, Belerang, Kalsium, Magnesium, dan Molibdinum dengan cepat. Terdapat beberapa faktor lingkungan yang dapat mempengaruhi pertumbuhan tanaman nanas, seperti penggunaan kombinasi dan taraf konsentrasi herbisida yang tidak tepat (Sunarjono, 2004).

Pada umumnya tanaman nanas ini toleran terhadap kekeringan serta dapat beradaptasi pada daerah-daerah yang memiliki kisaran curah hujan antara 1000 hingga 1500 mm/tahun. Akan tetapi tanaman nanas tidak toleran terhadap hujan salju karena rendahnya suhu. Tanaman nanas dapat tumbuh dengan baik dengan cahaya matahari rata-rata 33-71 % dari kelangsungan maksimumnya, dengan angka tahunan rata-rata 2000 jam. Suhu yang sesuai untuk budidaya tanaman nanas adalah 23-32 °C, tetapi juga dapat hidup di lahan bersuhu rendah sampai 10 °C (Prihatman, 2000).

Nanas termasuk dalam jenis tanaman tropis yang merupakan Famili dari Bromeliaceae, memiliki buah berupa semak, dengan ujung daun dan tepi daun yang berduri dan memiliki tulang daun yang sejajar. Kemudian memiliki kulit buah yang berwarna hijau kekuning-kuningan, serta daging buah berwarna kuning. Tanaman nanas ini memiliki kandungan enzim yang kompleks dan kandungan zat aktif diantaranya adalah flavonoid, enzim bromelin, vitamin C dan antosianin (Putri dan Andriani, 2016).

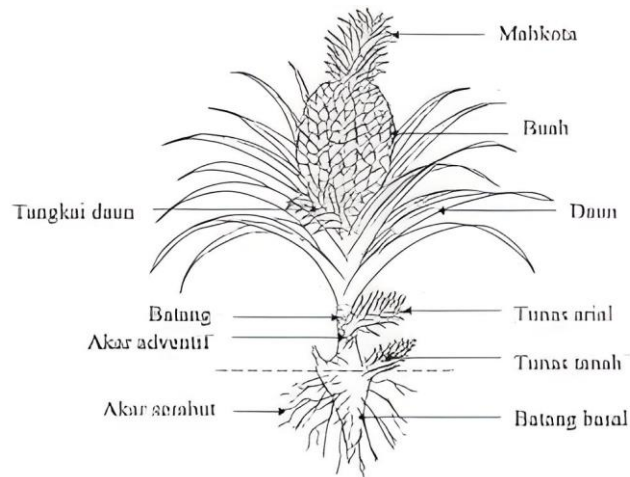
Nanas merupakan tanaman herbal yang dapat hidup di berbagai musim. Tanaman ini digolongkan ke dalam kelas monokotil bersifat tahunan yang mempunyai rangkaian bunga dan buah terdapat di ujung batang (Murniati, 2010). Panjang buah nanas 20-30 cm, dengan diameter bawah antara 2-3,5 cm, bagian tengah 5,5-6,5 cm dan bagian atas lebih kecil. Batang pendek beruas-ruas dan dikelilingi daun yang tersusun spiral. Panjang masing-masing ruas bervariasi 1-10 cm. Daun nanas memanjang dan sempit. Ujung runcing, permukaan atas berwarna hijau tua, merah tua, dan bergaris, sedangkan permukaan bagian bawah berwarna keperakan. Panjang daun dapat mencapai 90 cm, sedangkan lebarnya dapat

mencapai 6 cm. Bunga terletak pada 8 tangkai buah yang kelak menjadi buah, bentuk buah bulat panjang atau bulat telur (Sutedja, 2014).

Klasifikasi tanaman nanas (USDA, 2017) adalah sebagai berikut:

Kingdom	: <i>Plantae</i> (Tumbuhan)
Sub kingdom	: <i>Tracheobionta</i> (Tumbuhan Berpembuluh)
Superdivisi	: <i>Spermatophyta</i> (Tumbuhan Berbiji)
Divisi	: <i>Magnoliophyta</i> (Tumbuhan Berbunga)
Kelas	: <i>Liliopsida</i> (Monokotil)
Subkelas	: <i>Zingiberidae</i>
Ordo	: <i>Bromeliales</i>
Famili	: <i>Bromeliaceae</i>
Genus	: <i>Ananas</i> Mill.
Species	: <i>Ananas comosus</i> (L) Merr.

Tanaman buah nanas merupakan tanaman yang termasuk golongan tanaman tahunan. Struktur morfologi tanaman nanas terdiri dari akar, batang, daun, bunga dan buah seperti pada Gambar 1. Akar melekat pada pangkal batang dan termasuk akar serabut, kedalaman perakaran pada media tanah yang baik antara 30-50 cm. Batang merupakan tempat melekatnya akar, daun, bunga, tunas dan buah. Batang tanaman nanas cukup panjang 20-25 cm, tebal dengan diameter 2,0-3,5 cm, 4 beruas-ruas pendek. 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. Jumlah daun tiap batang sangat bervariasi antara 70-80 helai. Nanas memiliki rangkaian bunga majemuk pada ujung batang. Bunga bersifat hermaprodit, kedudukan diketiak daun pelindung. Masa pertumbuhan bunga dari bagian dasar menuju bagian atas membutuhkan sekitar 10-20 hari. Waktu dari menanam sampai terbentuk bunga antara 6-16 bulan (Suprianto, 2016).



Gambar 1 Struktur Morfologi Nanas

2.2 Jenis Nanas

Nanas (*Ananas comosus* L. Merr.) merupakan salah satu komoditas unggulan buah buahan di Indonesia. Buah nanas tumbuh hampir di seluruh wilayah Indonesia karena didukung oleh iklim tropis yang sesuai untuk pertumbuhan tanaman nanas sehingga buah nanas dapat diperoleh setiap waktu karena dapat dibudidayakan sepanjang tahun.

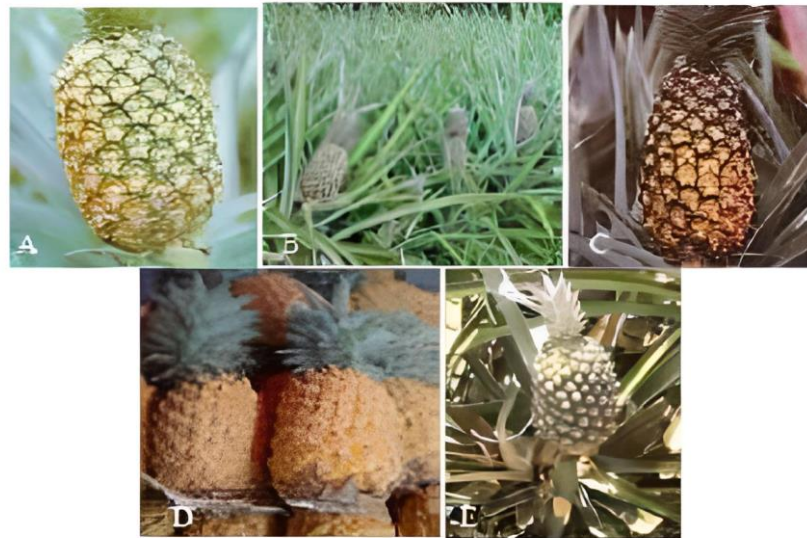
Buah nanas merupakan salah satu jenis buah-buahan yang populer dan sangat digemari oleh masyarakat karena memiliki perpaduan rasa manis dan asam sehingga menimbulkan sensasi yang menyegarkan. Buah nanas pada dasarnya dapat dibedakan menjadi lima varietas utama yaitu Cayenne, Queen, Maipure, Spanish dan Abacaxi. Namun, varietas nanas yang banyak dikembangkan di Indonesia hanya Varietas Queen, Cayenne dan Red Spanish (Suyanti, 2010).

Menurut Sari (2002) berdasarkan karakteristik tanaman dan buah, nanas dapat dikelompokkan menjadi lima kelompok (Gambar 2) yang berbeda yaitu:

- a. Cayenne, ciri -cirinya daunnya tidak berduri atau berduri hanya pada ujung-ujungnya dan ukuran durinya kecil-kecil. Bobot buahnya 2.3 kg, silindris, mata buah agak datar, warna kulit buah orange, warna daging buah kuning pucat sampai kuning, hati (*core*) sedang, rasanya manis, kandungan serat

sedikit. Varietas yang termasuk cayenne yaitu smooth cayenne, cayenne lisse, smooth guatemalan, typhone. Nenas jenis cayenne banyak ditanam di Filipina, Thailand, Hawaii, Kenya, Meksiko dan Taiwan.








- b. Queen, ciri-cirinya daunnya pendek, pinggir daun berduri, bobot buah sekitar 0,5-1,1 kg, mata menonjol, warna kulit buah kuning, warna daging buah kuning tua, hati kecil, rasanya manis, kandungan asam dan serat rendah. Varietas yang termasuk jenis Queen misalnya Natal, alexandria, nanas Bogor atau Palembang. Warna kulit dan daging buah ketika matang yaitu kuning keemasan namun warna daging buah lebih gelap. Panjang tangkai buah 7-12 cm, ukuran mata kecil, lebih dari cayenne, renyah dan memiliki aroma yang baik.
- c. Spanyol (Spanish), ciri-cirinya mempunyai daun panjang, bobot buah 0,9-1,8 kg, bentuk buah membulat, mata menonjol, warna daging buah kuning pucat sampai putih, hati besar, berserat, asam. Varietas yang termasuk Spanish yaitu red Spanish, Singapore Spanish, nanas merah dan nanas buaya.
- d. Abacaxi, ciri-cirinya pinggir daun berduri, bobot buah sekitar 1,4 kg, bentuk buah konikal, warna kulit buah kuning, warna daging buah kuning pucat sampai putih, hati kecil, rasanya manis. Golongan abacaxi banyak ditanam di Brazilia.
- e. Maipure, ciri-cirinya memiliki pinggir daun berduri, bobot buah sekitar 0,8-2,5 kg, silinder, warna kulit buah kuning atau merah, warna daging buah putih atau kuning tua, hati kecil sampai medium, rasanya lebih manis daripada cayenne, berserat. Nenas maipure dibudidayakan di Amerika Tengah dan Selatan.



Gambar 2 Jenis-jenis Nenas (a) Nenas Cayenne, (b) Nenas Quenn, (c) Nenas Spanish, (d) Nenas Abacaxi, (e) Nenas Meipure (Rahmat dan Fitri, 2007).

2.3 Tingkat Kematangan Buah Nanas

Buah nanas mengalami perubahan selama pemasakan dan pematangan. Warna kulit buah seperti berikut ini 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

						
0	1	2	3	4	5	6
0%	> 0 – 10%	>10 – 20%	> 20 – 35%	>35 – 50%	> 50 – 75%	>75 –100%

Gambar 3. Tingkat kematangan buah nanas

Pada indeks kematangan 0 dengan standarisasi kematangan 0% memiliki warna kulit hijau menyeluruh dengan mata yang masih belum jelas atau belum terbuka. Indeks kematangan 1 dengan standarisasi kematangan >0-10% memiliki warna

kulit hijau namun dengan mata yang sudah jelas, selanjutnya yaitu indeks kematangan 2 dimana untuk standarisasi kematangan yaitu >10%-20% dengan warna kulit mulai menguning dengan mata 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% matanya berwarna kuning penuh. Untuk indeks kematangan 5 yaitu memiliki standarisasi kematangan >50%-75% dengan matanya berwarna kuning penuh dan untuk indeks kematangan 6 dengan standarisasi >75%-100% matanya berwarna jingga cenderung kemerah-merahan.

2.4 Kerusakan Nanas

Tanaman dikatakan sakit bila ada perubahan seluruh atau sebagian organ-organ tanaman yang menyebabkan terganggunya kegiatan fisiologis sehari-hari. Secara singkat penyakit tanaman adalah penyimpangan dari keadaan normal. Suatu tanaman dapat dikatakan sehat atau normal jika tanaman tersebut dapat menjalankan fungsi-fungsi fisiologis dengan baik, seperti pembelahan dan perkembangan sel, pengisapan air dan zat hara, fotosintesis dan lain-lain. Gangguan pada proses fisiologis atau fungsi-fungsi tanaman dapat menimbulkan penyakit. Penyakit tanaman adalah sesuatu yang menyimpang dari keadaan normal, cukup jelas menimbulkan gejala yang dapat dilihat, menurunkan kualitas atau nilai ekonomis, dan merupakan akibat interaksi yang cukup lama. Tanaman sakit adalah suatu keadaan proses hidup tanaman yang menyimpang dari keadaan normal dan menimbulkan kerusakan. Kerusakan tanaman adalah setiap perubahan pada tanaman yang menyebabkan menurunnya kuantitas dan kualitas hasil (Rukmana dan Saputra, 2005).

Kerusakan buah nanas dapat disebabkan oleh faktor biotik dan abiotik. Faktor biotik berupa serangan mikroba dan serangga, sedangkan faktor abiotik disebabkan oleh pengaruh internal dan eksternal. Pengaruh internal berupa proses metabolisme seperti aktivitas enzim dan respirasi, sedangkan faktor eksternal mencakup suhu, mekanis, cahaya, kelembapan, dan kerusakan mekanis.

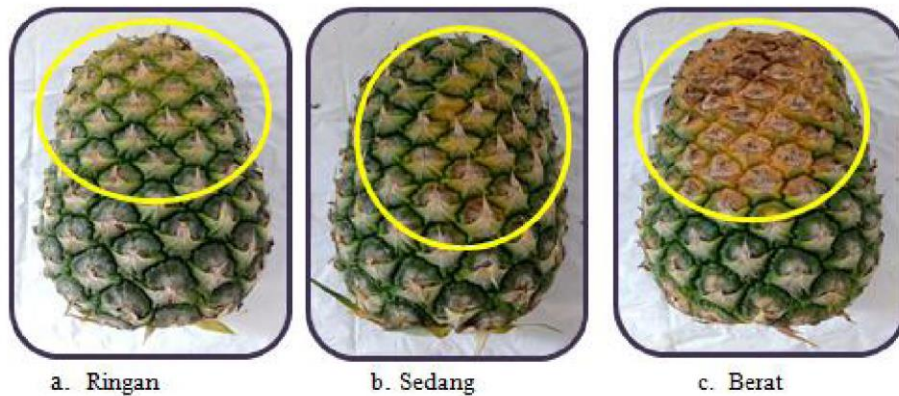
Kerusakan nanas dapat terjadi pada saat pra panen, pascapanen, pengolahan, dan penyimpanan. Kerusakan pra panen dapat muncul dari kebun, yaitu adanya serangan hama kutu putih (*mealybug*) yang merupakan hama utama pada perkebunan nanas (Mamahit, 2008).

Kerusakan buah nanas ditandai dengan terjadinya perubahan warna, berkurangnya aroma, munculnya bau, perubahan warna yang menandai kehilangan vitamin C, pelunakan, dan perubahan tekstur (Torri, 2010). Kerusakan nanas di antaranya adalah pencoklatan. Pencoklatan dapat disebabkan oleh reaksi enzimatik dan nonenzimatik. Pencoklatan internal muncul selama penyimpanan, terutama jika disimpan pada suhu rendah dalam jangka waktu lama. Faktor biotik penyebab kerusakan pasca panen buah meliputi serangan mikroorganisme baik jamur, bakteri maupun khamir. Jamur *Thielaviopsis* dapat menyerang nanas utuh pada saat di kebun maupun selama penyimpanan dan menyebabkan busuk hitam atau *black rot*. Serangan dapat terjadi melalui ujung batang, yang jika dibiarkan dapat menyebar ke bagian dalam buah. Jaringan bagian dalam buah menjadi lunak, hitam, berair, dan mengeluarkan bau (Wijesinghe, 2010).

Kerusakan fisiologis Buah nanas yang terdiri dari noda berwarna gosong pada kulit buah (*sunburn*), buah nanas yang memiliki ukuran di bawah standar dengan berat < 0,5 kg dan size 20 – 30 (*under size*), daging buah berwarna bening (*translucency*) dan buah nanas terlalu matang (*over ripe*) (Shalihah, 2020).

1. Buah nanas *sunburn*

Buah nanas *sunburn* merupakan kerusakan buah nanas yang ditandai dengan warna kuning dan noda berwarna gosong pada kulit buah. Seperti pada Gambar 4 buah berwarna kuning dan gosong pada kulit buah nanas disebabkan oleh paparan matahari yang mengakibatkan kulit buah menjadi kuning dan gosong. Warna buah kuning dan gosong pada kulit buah (*sunburn*).



Gambar 4 Buah Nanas Sunburn

2. Buah nanas *under size*

Buah nanas *under size* merupakan buah yang memiliki berat buah di bawah standar yaitu $< 0,5$ kg dan ukuran *size* antara *size* 20 –30.

3. Buah nanas *translucency*

Buah nanas *translucency* yaitu buah nanas yang memiliki warna daging buah berwarna bening disebabkan oleh kerusakan fisiologis. Buah nanas *translucency* disebabkan oleh beberapa faktor yaitu curah hujan yang tinggi, kelebihan unsur Fe (zat besi), buah besar, suhu buah dan brix yang tinggi yaitu $>15\%$ (Shalihah, 2020).

4. Buah nanas *over ripe*

Buah nanas *over ripe* merupakan buah nanas yang terlalu matang dengan tingkat kematangan tinggi melebihi standar kelas A yaitu maksimum kematangan 50% atau setara dengan *shell color* 4 dan spesifikasi berbeda-beda sesuai dengan negara tujuan.

2.5 Translucent

Translucent adalah masalah yang berulang untuk industri nanas. Buah yang mengalami translucent mengandung lebih banyak sukrosa, glukosa, dan fruktosa dalam apoplast daripada yang ada di apoplast buah normal. Ada lebih banyak

cairan di ruang antar sel dari buah yang terkena translucent dibandingkan dengan buah normal. Kandungan alkohol dan etilen dalam buah translucent lebih tinggi daripada yang ada di buah normal. Buah nanas yang terkena translucent mengandung lebih sedikit kalsium daripada buah normal (Paull and Chen, 2015).

Daging nanas yang terkena translucent memiliki penampilan warna bening. Ruang antar sel dalam daging nanas terisi dengan cairan. Buah-buahan yang terkena translucent rapuh dan rentan terhadap kerusakan mekanis selama panen dan penanganan pascapanen. Nanas yang terkena translucent memiliki rasa yang berbeda dibandingkan dengan nanas normal serta kualitas secara keseluruhan lebih rendah. (Paull dan Chen, 2015).

Translucent pada nanas biasanya 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 translucent. Buah nanas dengan mahkota yang lebih besar memiliki insiden translucent yang lebih rendah (Silva, 2006).

2.6 Thermal Image

Pengolahan citra digital (Digital Image Processing) adalah sebuah disiplin ilmu yang mempelajari tentang teknik-teknik mengolah citra. Citra yang dimaksud di sini adalah gambar diam (foto) maupun gambar bergerak. Sedangkan digital di sini mempunyai maksud bahwa pengolahan citra / gambar dilakukan secara digital menggunakan komputer (Sutoyo, 2009).

Thermal camera adalah alat pendeteksian yang dapat meningkatkan visibilitas objek dalam gelap dengan mendeteksi radiasi inframerah (panas) dari benda sebagai fungsi suhu dan menciptakan gambar berdasarkan informasi tersebut. Sudah banyak penelitian yang menggunakan Thermal Camera sebagai alat pendeteksi kualitas buah di antaranya, Thermal Camera digunakan untuk

mendeteksi memar pada buah apel secara real time dan mengklasifikasikan buah apel berdasarkan tingkat memar buah apel (Elvira, 2020). Pada penelitian mendeteksi memar pada buah apel dengan membandingkan hasil dari penggunaan thermal camera dan kamera biasa dengan hasil keseluruhan dari deteksi memar dengan kamera termal adalah 94% dan untuk pemrosesan gambar biasa adalah 63,33%. Pada penelitian tahun 2018 thermal camera digunakan untuk mendeteksi kematangan buah jeruk hijau yang dimana dengan cara membandingkan penggunaan kamera digital warna dan penggunaan thermal camera dengan tingkat presisi 90,4% saat menggunakan menggunakan thermal camera. Pada penelitian lainnya thermal camera digunakan untuk memantau kerusakan buah persik di bawah kondisi suhu yang tidak terkendali selama proses penyimpanan buah (Elvira, 2020).

Thermal Image adalah suatu 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 infrared. Sehingga setiap objek dapat diidentifikasi dengan menggunakan thermal camera (Sunardi, 2016). Pada penelitian ini teknologi *thermal image* digunakan untuk mendeteksi translucent tanpa harus merusak buah, sehingga dapat membantu dalam proses penanganan pasca panen agar buah yang dihasilkan memiliki kualitas yang baik.

Pemanfaatan citra termal sejauh ini telah dilakukan untuk beberapa aplikasi penting dan menarik, seperti monitoring kondisi manusia, deteksi kualitas produk hewan dan bahan makanan. Selain itu, thermal imaging juga sudah mulai dipakai di bidang pertanian, misalnya untuk menentukan waktu dan kualitas panen (Arsatria, 2020).

Thermal Camera merupakan suatu teknik konversi objek untuk mengubah gambar visual energi inframerah (panas) yang dipancarkan oleh suatu objek. Konsep thermal camera menganggap setiap benda yang memiliki suhu di atas 0° memiliki suhu yang inframerah (Yudhana, 2017).

Pengolahan citra termal merupakan sebuah metode yang mampu memanfaatkan karakteristik panas yang dipancarkan objek menggunakan sensor panas pada kamera termal. Teknik ini dinamakan thermal imaging atau thermography. Pencitraan termal (thermal imaging) atau thermography merupakan salah satu pendekatan untuk memperoleh fitur termal suatu objek secara non-intrusive. (Arsatria, 2020).

Thermal image merupakan alat yang dapat mengubah citra analog tersebut ke dalam citra digital, sehingga kondisi fisiologis pada buah dapat terpantau. *Thermal image* adalah teknologi non-invasif, non-kontak, dan non-destruktif yang dapat digunakan untuk menentukan Pemanfaatan *thermal image* di bidang pertanian dapat digunakan pada proses pembibitan dan pemantauan rumah kaca, penjadwalan irigasi, deteksi penyakit tanaman, pendugaan hasil buah, evaluasi kematangan buah, dan deteksi kerusakan (memar) pada buah dan sayuran (Ishimwe, 2014).

2.7 Jaringan Saraf Tiruan

Artificial Neural Network / Jaringan Saraf Tiruan (JST) adalah paradigma pengolahan informasi yang terinspirasi oleh sistem saraf secara biologis, seperti proses informasi pada otak manusia. Elemen kunci dari paradigma ini adalah struktur dari sistem pengolahan informasi yang terdiri dari sejumlah besar elemen pemrosesan yang saling berhubungan (*neuron*), bekerja serentak untuk menyelesaikan masalah tertentu (Sutoyo, 2010).

Jaringan syaraf tiruan terdiri dari 3 lapisan, yaitu *Input Layer*, *Hidden Layer* dan *Output Layer*. Setiap lapisan bertanggung jawab untuk melakukan fungsi yang sama melengkapi sistem. Struktur ini didasarkan pada modifikasi dari model tiga lapisan arsitektur perangkat lunak, ini adalah: Data lapisan, lapisan layanan (*Web*, *sensor*) dan lapisan presentasi (*Web*, *Windows* dan *Agen*) (Vivian, 2012).

Jaringan syaraf tiruan menawarkan kecepatan dan kemampuan adaptasi di antara model yang digunakan untuk prediksi banjir. Meskipun demikian, hasil prediksi dapat diarahkan sebagai hasil estimasi berdasarkan kejadian-kejadian sebelumnya yang digunakan untuk pembuatan model. Sebuah model jaringan propagasi balik yang berjalan baik ketika proses pembelajaran tidak selalu sama dengan kejadian sebenarnya karena proses kejadian yang tidak terduga (Chang-Shian, 2010).

Sistem jaringan syaraf tiruan terdiri oleh beberapa unit pemrosesan yang melakukan akumulasi (penjumlah) dari masukan bobot dan menghasilkan suatu keluaran dengan fungsi aktivitas tertentu, sifat jaringan ditentukan oleh topologi jaringan, bobot – bobot interkoneksi dan fungsi aktivitas. Sebagai sebuah model jaringan syaraf tiruan juga memiliki kemampuan sebagai berikut:

1. Memodelkan transmisi sinyal antara neural tiruan melalui saluran satu arah yang disebut dengan koneksi, setiap koneksi masukan hanya berhubungan dengan satu koneksi luaran neural tiruan lainnya. Setiap koneksi keluaran dapat berhubungan dengan beberapa koneksi masukan neural tiruan lainnya,
2. Kemampuan memodelkan pembobotan pada tiap – tiap koneksi. Pada sebagian besar tipe jaringan syaraf nilai bobot koneksi akan dikalikan dengan sinyal – sinyal transmisi,
3. Kemampuan untuk memodelkan fungsi aktivitas neural tiruan untuk menentukan sinyal tiruan,
4. Kemampuan untuk memodelkan struktur informasi ditribusi artinya setiap pengolahan informasi di sebarakan ada neural tiruan sekaligus. Setiap neuron tiruan harus memiliki memory lokal dan mampu melakukan pengolahan informasi secara local (Sentosa, 2014).

JST ditentukan oleh 3 hal (Siang, 2004) :

1. Pola hubungan antar neuron (disebut arsitektur jaringan).
2. Metode untuk menentukan bobot penghubung (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 leaning* yang paling banyak digunakan. Metode ini merupakan salah satu metode yang sangat baik dalam menangani masalah pengenalan pola-pola kompleks. Di dalam jaringan *backpropagation*, setiap unit yang berada di lapisan *input* berhubungan dengan setiap unit yang ada di lapisan tersembunyi. Setiap unit yang ada di lapisan tersembunyi terhubung dengan setiap unit yang ada di lapisan *output*. Jaringan ini terdiri dari banyak lapisan (*multilayer network*). Ketika jaringan ini 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 keluaran akan memberikan respon sebagai keluaran jaringan syaraf tiruan. Saat hasil keluaran tidak sesuai dengan yang diharapkan, maka keluaran akan disebarkan mundur (*backward*) pada lapisan tersembunyi kemudian dari lapisan tersembunyi menuju lapisan masukan (Puspaningrum, 2006).

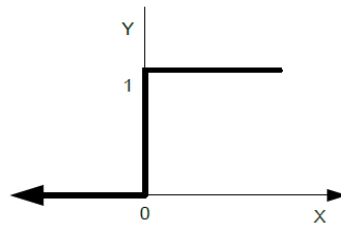
2.7.1 Fungsi Aktivasi Jaringan Syaraf Tiruan

Dalam Jaringan Syaraf Tiruan, fungsi aktivasi digunakan untuk menentukan keluaran suatu neuron. Argument fungsi aktivasi adalah *net* masukan (kombinasi linier masukan dan bobotnya).

Beberapa fungsi aktivasi yang digunakan adalah:

a. *Fungsi Threshold* (batas ambang).

Fungsi Threshold merupakan fungsi *threshold biner*. Untuk kasus bilangan bipolar, maka angka 0 diganti dengan angka -1. Adakalanya dalam jaringan syaraf tiruan ditambahkan suatu unit masukan yang nilainya selalu 1. Unit tersebut dikenal dengan bias. Bias dapat dipandang sebagai sebuah *input* yang nilainya selalu 1. Bias berfungsi untuk mengubah *threshold* menjadi = 0 (Agustin, 2012).



Gambar 5 Fungsi aktivasi *Threshold*

$$F(x) = \begin{cases} 1 & \text{Jika } x \geq a \\ 0 & \text{Jika } x < a \end{cases} \dots\dots\dots (1)$$

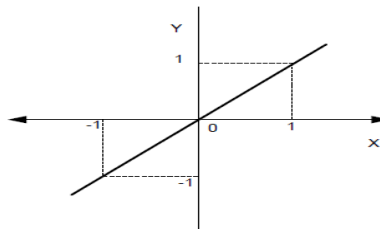
b. *Fungsi Sigmoid.*

Fungsi ini sering digunakan karena nilai fungsinya yang sangat mudah untuk diferensialkan.

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

c. *Fungsi Identitas.*

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



Gambar 6. Fungsi Aktivasi Identitas

III. METODOLOGI 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 Labuhan Ratu, Lampung Timur. Penelitian dilaksanakan pada Februari sampai dengan Maret 2023.

3.2 Alat dan Bahan

Alat yang digunakan pada penelitian ini yaitu chamber untuk pengambilan citra (*image acquisition*), refraktometer, timbangan mekanik, oven, *thermal camera* (Flir F5-XT), kamera digital (Samsung, Resolusi 48MP), Penetrometer, sarung tangan, ember 25 Kg, galon 10 liter, dan komputer yang terinstal aplikasi Flir E5-XT dan Matlab. Sedangkan bahan yang digunakan adalah nanas jenis MD2 yang terkena translucent dan buah nanas normal pada SC0, SC1, SC2 dan SC3.

3.3 Rancangan Penelitian

Rancangan pada penelitian ini yaitu menggunakan jenis nanas MD2 yang terkena translucent dan nanas MD2 yang normal penelitian ini menggunakan 80 buah nanas (Tabel 1) di mana terdiri dari 40 buah nanas normal (buah sehat) dan 40 buah nanas translucent dengan tingkat *shell color* yang berbeda yaitu SC: SC0, SC1, SC2, dan SC3 masing-masing 10 buah.

Tabel 1. Matriks perancangan penelitian dan jumlah sampel buah

Perlakuan	SC0	SC1	SC2	SC3	Jumlah
Normal	10	10	10	10	80
Translucent	10	10	10	10	

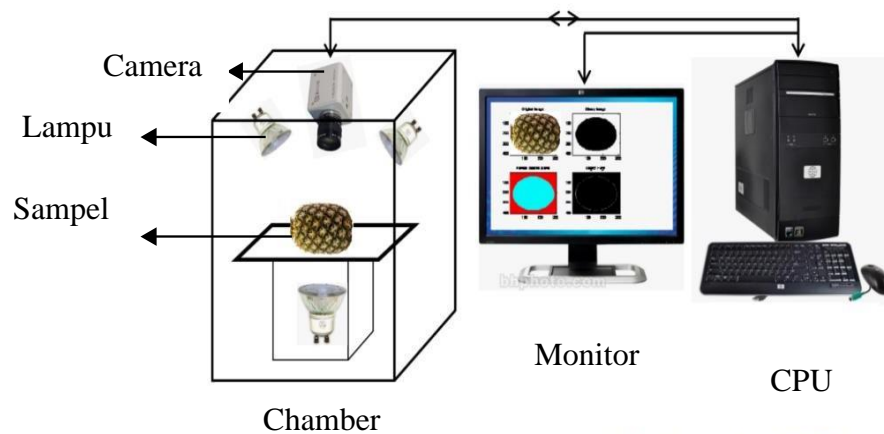
3.4 Pelaksanaan Penelitian

Buah nanas normal dan translucent yang telah dikelompokkan tingkat kematangannya, diambil sampel citra termal utuh sebanyak 3 kali pada sisi yang berbeda lalu dilanjutkan dengan pengambilan citra *visible* utuh. Selanjutnya, buah nanas ditimbang bobotnya menggunakan timbangan mekanik, lalu diukur volume buah dengan menggunakan *water displacement method*, untuk mendapatkan nilai volume lalu untuk mendapatkan nilai berat jenis hasil dari berat dibagi per volume. Selanjutnya buah nanas dibelah dan dilakukan pengambilan citra thermal dan citra *visible*, kemudian dianalisis sifat fisikokimia mulai dari kekerasan, total padatan terlarut, dan kadar air. Hasil analisis akan dipresentasikan dalam bentuk tabel dan grafik dengan Microsoft Excel.

Cara pengambilan citra termal yaitu dengan menyiapkan sampel buah nanas lalu diletakkan setiap sampelnya satu-persatu di dalam kotak pengambilan citra. Pengambilan citra termal diambil dengan menggunakan kamera suhu inframerah (FLIR E5-XT), kamera dipasang pada kotak dengan ketinggian 55 cm dari sampel buah nanas untuk mendapatkan hasil proyeksi yang sama maka jarak kamera dari sampel haruslah sama atau konsisten dari sampel pertama hingga sampel terakhir.

Penggunaan kamera FLIR E5-XT dimulai dengan pemasangan baterai, kemudian menekan tombol *on* pada alat sampai alat tersebut menampilkan menu Flir di layarnya. Selanjutnya kabel USB digunakan untuk menghubungkan kamera termal dengan komputer. Komputer yang telah dipasang aplikasi Flir tools akan mendeteksi kamera termal dan akan menampilkan gambar sampel yang ada dalam kotak pengambilan citra. Pada aplikasi Flir tools sendiri terdapat menu yang digunakan untuk pengambilan gambar. Setelah gambar diambil kemudian disimpan pada komputer dengan format file tertentu agar dapat dianalisis dengan

lebih mudah. Selanjutnya data citra termal dianalisis dengan menggunakan aplikasi Matlab R2009a. Dari data pengolahan citra termal dan parameter lainnya akan didapat data yang nantinya akan membantu memprediksi luasan daging buah nanas yang terkena translucent dan tingkat persebarannya.



Gambar 7. Ilustrasi Perangkat Pengambilan Citra Digital

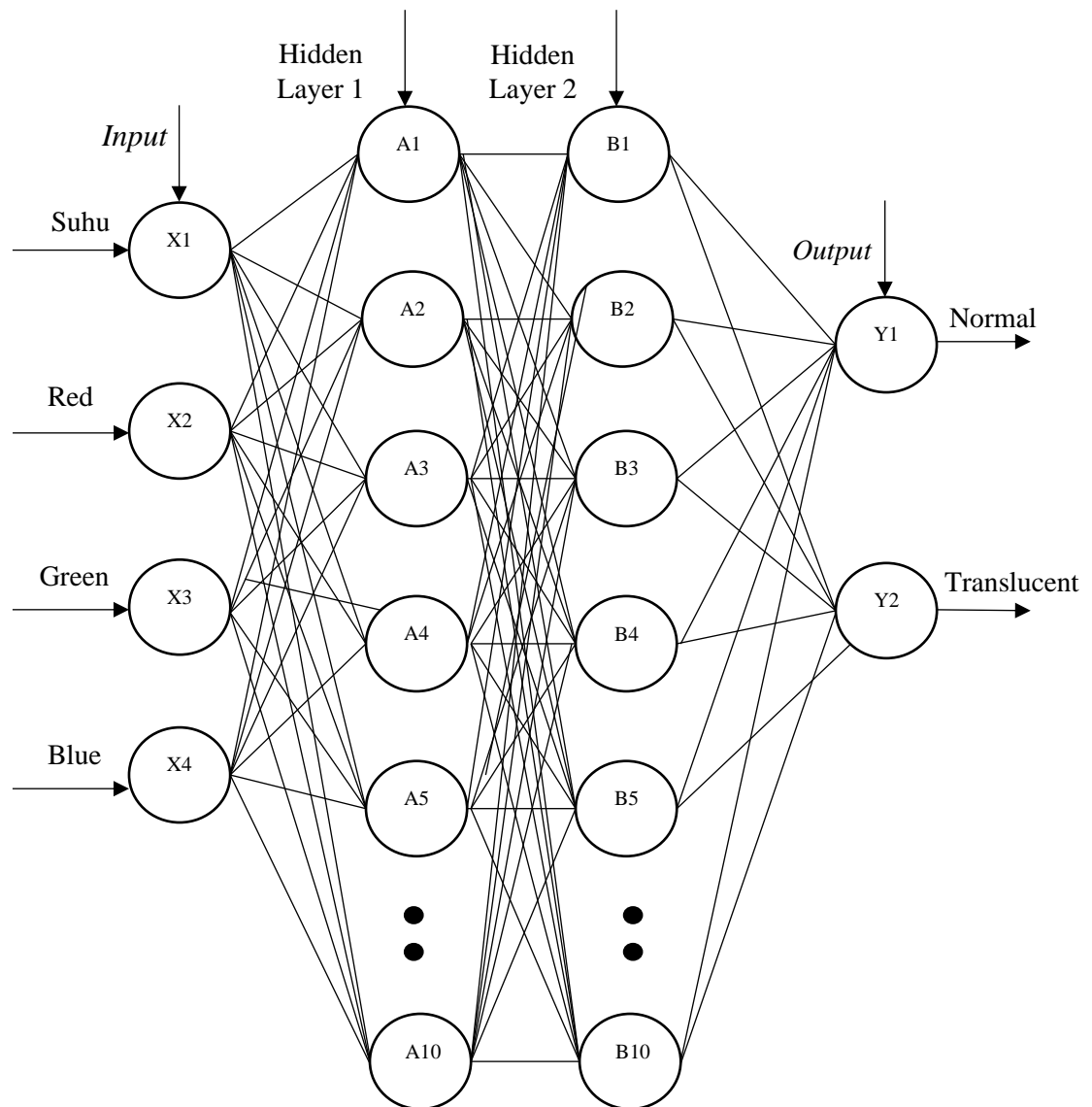
3.4.1 Pengembangan Arsitektur Jaringan Saraf Tiruan

Pengembangan pada permodelan Jaringan Saraf Tiruan menggunakan lapisan, adapun lapisan pada jaringan saraf tiruan terdiri dari tiga *layer* utama yakni ada *input layer*, *hidden layer* dan *output layer*. Jaringan Saraf Tiruan yang digunakan dalam penelitian ini adalah *backpropagation* dengan metode terawasi (*supervised learning*). Metode ini merupakan jaringan yang proses pembelajarannya harus dikontrol atau diberi *input* tertentu, dan hasilnya ditentukan sesuai dengan algoritma yang dibuat.

Pada pengembangan model JST adalah melakukan pelatihan. Tahap pelatihan ini dilakukan untuk menghasilkan parameter Jaringan Saraf Tiruan dan bobot masing-masing lapisan yang paling sesuai yang nantinya digunakan dalam proses pengujian. Satu siklus pelatihan terdiri dari suhu dan warna kulit yang terdiri dari warna *red*, *green* and *blue*. Tahap inialisasi jaringan ini dilakukan dengan aplikasi Matlab (R2009a). Inialisasi jaringan merupakan tahap awal dari arsitektur jaringan agar proses dari pelatihan jaringan dapat dilakukan, untuk satu siklus pelatihan disebut dengan iterasi. Jumlah iterasi yang digunakan adalah

Root Mean Squared Error (RMSE). Semakin rendah nilai kesalahan target, semakin tinggi nilai ulangan dan semakin tinggi akurasi. Model arsitektur Jaringan Saraf Tiruan dapat dilihat pada Gambar 8.

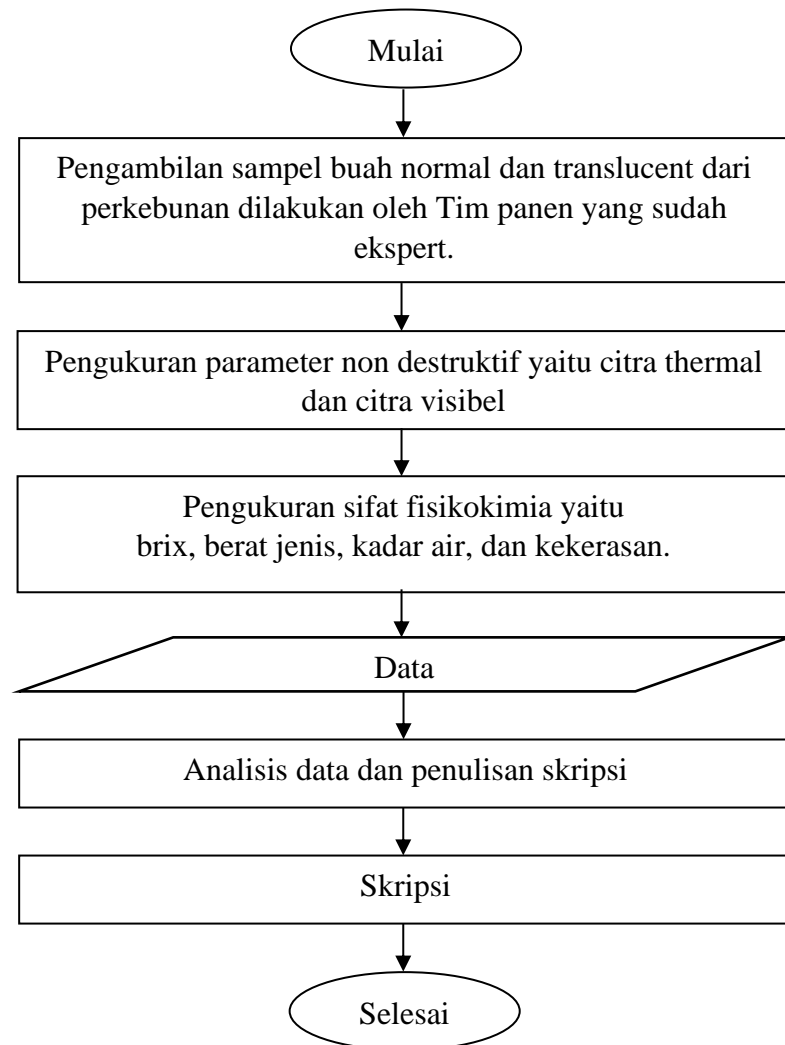
Pembuatan model Jaringan Saraf Tiruan bertujuan untuk mendapatkan persamaan non-linier antara variabel nilai suhu kulit dan warna kulit buah sebagai variabel bebas dan kenormalan buah sebagai variabel terikat. Model JST yang dikembangkan seperti pada Gambar 8 yang merupakan JST tipe *backpropagation* dengan metode pelatihan terawasi (*supervised learning*). Arsitektur jaringan yang digunakan adalah 4-10-10-2 yang berarti 4 node *input*, 10 *node hidden layer 1*, 10 *node hidden layer 2*, dan 2 *node output*. Tipe pelatihan jaringan yang digunakan adalah *trainlm* (Levenberg Marquardt) dengan *learning rate* jaringan sebesar 0,01 dan iterasi sebesar 1.000 kali. Variasi fungsi aktivasi merupakan kombinasi dari fungsi aktivasi *logsig*, *tansig*, dan *purelin* 6 pada arsitektur JST (Haryanto, 2020). Fungsi aktivasi yang dilatih dan diuji berjumlah delapan variasi yaitu *logsig-logsig-logsig*, *logsig-tansig-logsig*, *tansig-tansig-logsig*, *tansig-logsig-logsig*, *tansig-logsig-tansig*, *tansig-tansig-tansig*, *logsig-tansig-tansig* dan *logsig-logsig-tansig* (Wijaya, 2020).



Gambar 8. Model Arsitektur JST

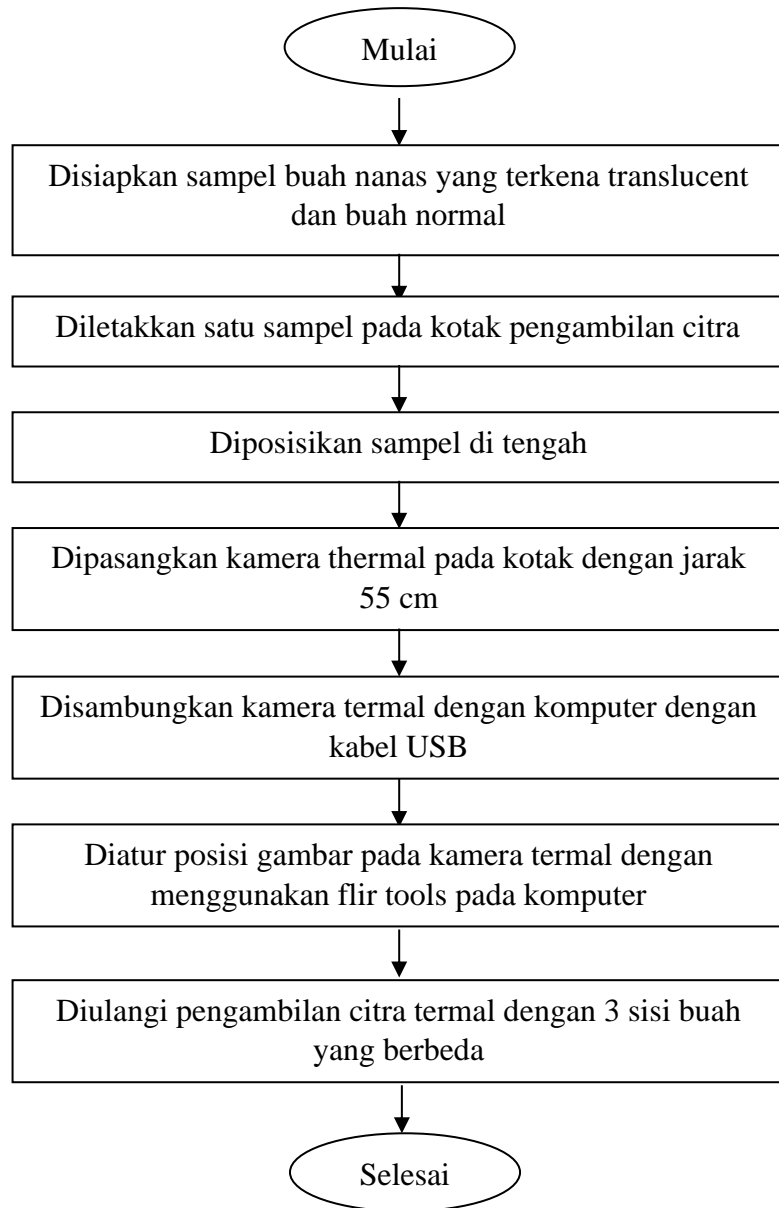
3.5 Diagram Alir

Diagram alir pada penelitian ini adalah sebagai berikut.



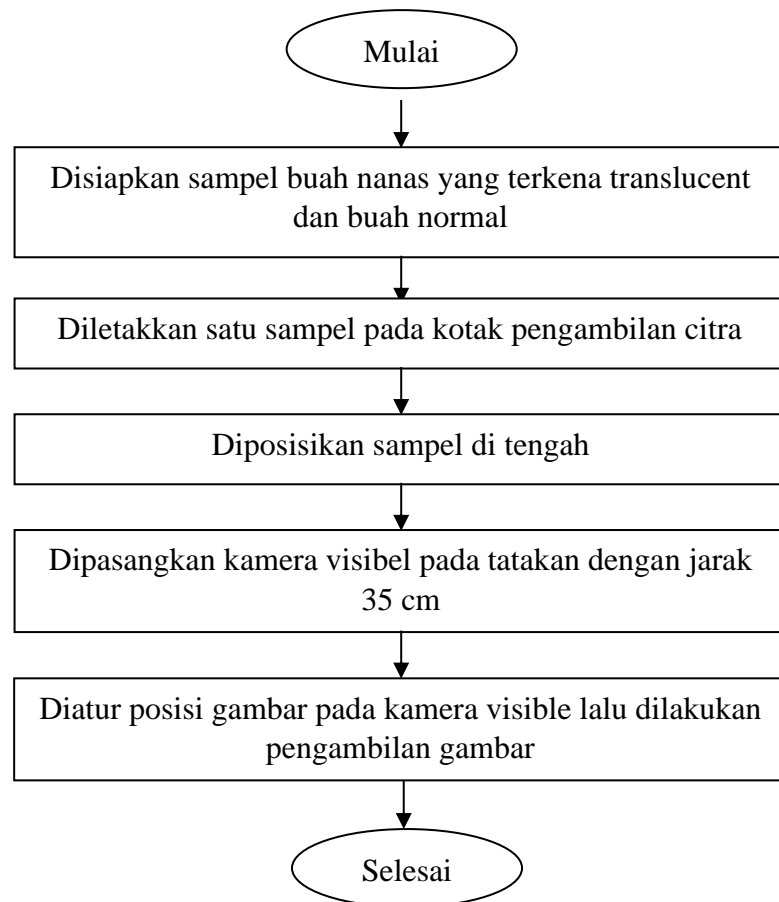
Gambar 9. Diagram Alir Penelitian

Diagram alir proses pengambilan gambar citra thermal yaitu sebagai berikut



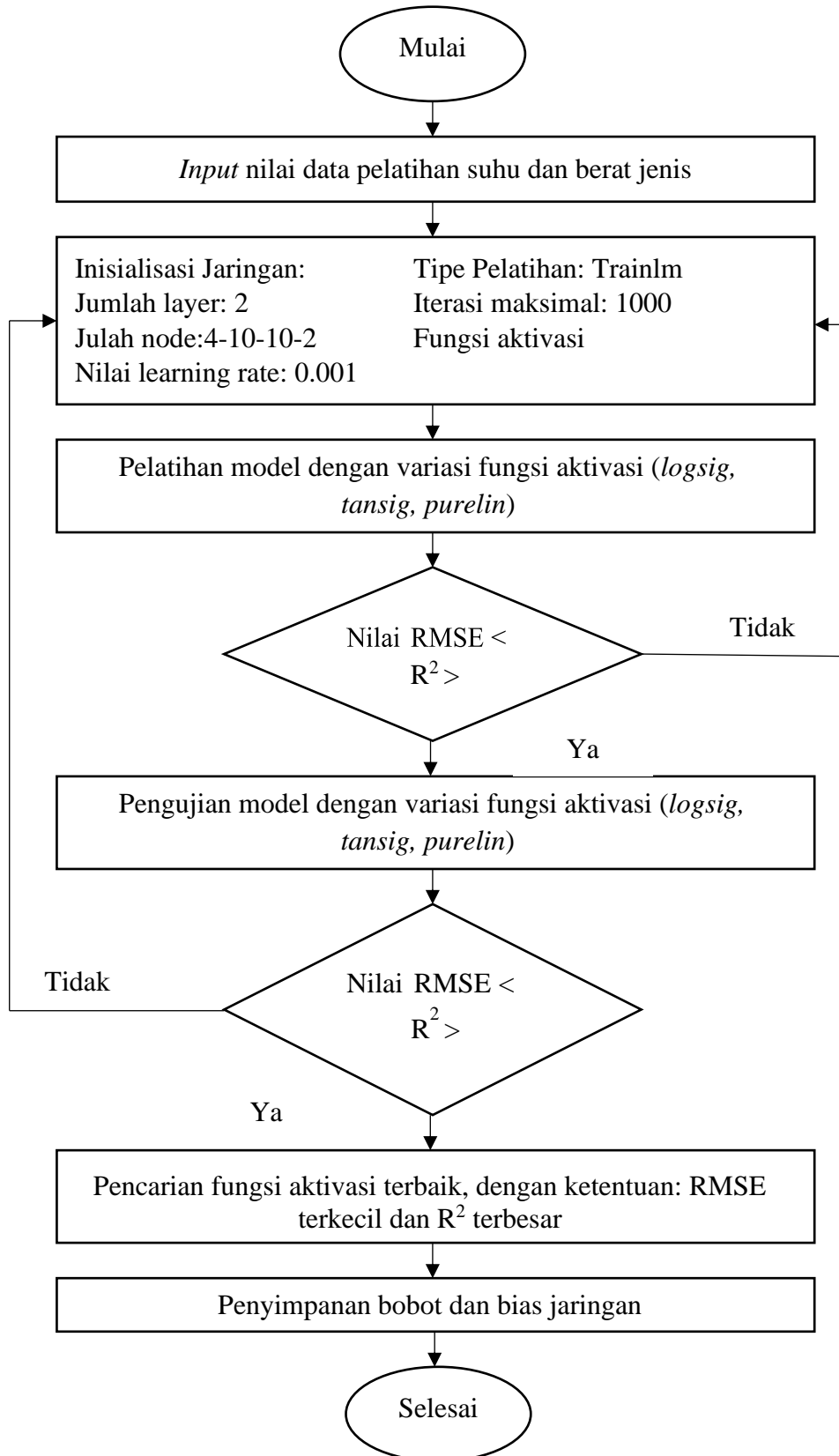
Gambar 10. Diagram Alir Pengambilan Citra Thermal

Diagram alir proses pengambilan gambar citra visibel yaitu sebagai berikut :



Gambar 11. Diagram Alir Pengambilan Citra Visibel

Diagram alir metode Jaringan Saraf Tiruan yaitu sebagai berikut :



Gambar 12. Diagram Alir Metode JST

3.6 Parameter Penelitian

3.6.1 Berat Jenis

Berat jenis pada buah nanas diukur untuk mengidentifikasi tingkat translucent pada buah nanas. Berat jenis diukur dengan *water displacement method* diawali dengan mengukur berat buah satu persatu sesuai dengan jumlah sampel yang digunakan. Selanjutnya yaitu mengukur volume buah dengan cara menyiapkan wadah yang telah diisi air dan dicatat volume awalnya, lalu buah nanas dimasukkan dan dilihat volume air setelah buah dimasukkan lalu didapat volume akhir. Lalu volume akhir dikurangi dengan volume awal sehingga didapat volume buah. Berat jenis diukur dihitung menggunakan rumus berat jenis.

$$S = \frac{W}{V} \dots\dots\dots (3)$$

Keterangan :

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

W : Berat benda (g)

V : Volume benda (cm^3)

3.6.2 Suhu Buah

Suhu pada buah nanas akan diukur dengan *thermal camera* (Flir F5-XT) dan diwujudkan dalam bentuk foto dua dimensi. Kamera termal akan bekerja dengan memancarkan gelombang inframerah yang dapat menangkap radiasi panas pada buah nanas. Pengambilan gambar dilakukan sebanyak 3 kali pada setiap sampel buah utuh, dan satu kali pada buah yang telah dibelah. Sebelum melakukan pengambilan gambar untuk suhu buah perlu adanya proses aklimatisasi atau penyesuaian buah dengan lingkungan pengukuran selama 1 hari.

3.6.3 Warna Buah

Tingkat serangan translucency pada buah nanas dapat diidentifikasi dari seberapa luas daging buah yang terdampak translucent. Umumnya warna daging buah yang

normal dan yang terkena translucency memiliki perbedaan. Besaran tingkat serangan translucency diukur dari intensitas warna daging buah. Warna daging buah diukur dengan mengambil citra visible daging buah utuh dan buah yang dibelah. Buah nanas utuh maupun yang dibelah diletakkan di bawah kamera, pada jarak 35 cm. Pada buah utuh yang di ambil ekstraksi warna yang dihasilkan adalah warna primer yaitu merah, hijau dan biru, sedangkan untuk buah belah diekstraksi dan menghasilkan warna abu-abu. Untuk menghasilkan iluminasi, lampu diletakkan dan dihidupkan pada atas kotak pengambilan citra (*chamber*). Selain dengan melihat daging buah yang terkena translucency warna kulit buah juga perlu diambil untuk mengetahui persebaran indikasinya.



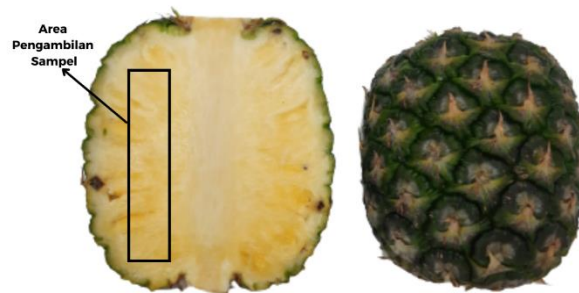
Gambar 13. Kotak pengambilan citra visibel

3.6.4 Kekerasan

Kekerasan pada buah nanas diukur dengan menggunakan alat penetrometer, dengan setting jarum yang digunakan adalah dengan ujung berbentuk bola dengan kedalaman 1 cm. Pengukuran kekerasan dilakukan untuk mengetahui perbedaan kekerasan pada daging buah nanas yang terkena translucent dan pada daging buah normal. Untuk itu bagian yang diukur adalah daging buah nanas yang terkena translucent maupun bagian daging buah yang normal.

3.6.5 Total Padatan Terlarut (brix)

Brix merupakan derajat satuan untuk menggambarkan jumlah atau kadar kandungan gula (zat padat) yang terlarut dalam larutan air. Umumnya Brix digunakan untuk menghitung persentase gula dalam buah dan sayur serta persentase gula dalam produk pangan. Brix diukur menggunakan refraktometer pada semua sampel, bagian yang diukur adalah pada daging buah nanas, sesuai dengan Gambar 14. Hal tersebut dilakukan guna mewakili semua bagian dari buah nanas. Prinsip kerja dari refraktometer adalah memanfaatkan refraksi cahaya, lalu refraktometer akan menampilkan nilai padatan terlarut atau brix.



Gambar 14. Penggambaran area pengambilan sampel untuk total padatan terlarut

3.6.6 Kadar Air

Kadar air dalam buah berpengaruh terhadap berat buah, nanas merupakan buah yang memiliki kadar air yang cukup tinggi. Nanas memiliki kandungan air 90% dan kaya akan kalium, kalsium, fosfor, magnesium, zat besi, natrium, iodium, sulfur, dan khlor (Prahasta, 2009). Pada penelitian ini akan dipelajari mengenai nilai kadar air dari buah nanas yang terkena translucent dan kadar air pada buah nanas normal dengan menggunakan metode gravimetri. Sebelumnya nanas akan difoto visible terlebih dahulu untuk mengekstrak informasi warna dari daging buah yang terkena translucent lalu nanas akan dipotong dengan bentuk kubus dengan ukuran 3x3x3 sebagai sampel pengujian kadar air. Sampel tersebut lalu dioven selama 24 jam. Kadar air dihitung menggunakan rumus basis basah.

$$Ka = \frac{Ba}{Ba + Bk} \times 100\% \dots\dots\dots(4)$$

Keterangan :

Ka : Kadar air basis basah (%)

Ba : Bobot air dalam bahan (g)

Bk : Bobot bahan kering mutlak (g)

3.7 Analisis Data

Pengolahan citra dalam penelitian ini menggunakan aplikasi Matlab. Aplikasi ini digunakan untuk menganalisis distribusi suhu gambar thermal yang diambil dengan kamera thermal Flir E5-XT. Hasil yang diambil dengan kamera ini ditransfer ke komputer menggunakan aplikasi Flir Tools. Aplikasi ini dapat mengenali gambar termal yang ditangkap oleh kamera termal sehingga dapat terhubung dan disimpan di komputer. Pengolahan citra dengan Matlab menggunakan program yang dapat mendeteksi besaran dan distribusi suhu pada buah. Analisis ini mengungkapkan suhu terendah, tertinggi dan paling sering terjadi dalam sampel. Suhu ini digambarkan menggunakan grafik di Microsoft Excel. Setelah didapat data dilanjutkan dengan pengolahan data dengan mempresentasikan data dalam bentuk tabel dan grafik. Lalu untuk uji Anova dan uji beda nyata terkecil (BNT) dilakukan dengan menggunakan aplikasi Minitab 18. Analisis selanjutnya yaitu Jaringan Saraf Tiruan, analisis Jaringan Saraf Tiruan digunakan untuk keakuratan pada saat memverifikasi citra thermal dan berat jenis. Proses ini mengklasifikasi vektor fitur buah menjadi 2 kelas yaitu buah normal dan buah translucent.

V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa:

1. Metode citra thermal dapat menjadi metode alternatif untuk memprediksi ada tidaknya translucent pada buah nanas, dilihat dari adanya perbedaan suhu yang signifikan antara buah normal dan buah yang terkena translucent.
2. Buah nanas yang terkena translucent memiliki nilai berat jenis yang lebih tinggi dari nilai berat jenis air, hal tersebut menyebabkan pada saat pengukuran volume buah nanas yang terkena translucent tenggelam, namun untuk buah nanas normal mengambang.
3. Selain suhu dan berat jenis, parameter non-destruktif yang potensial untuk menduga translusency buah nanas yaitu intensitas warna kulit buah utuh.
4. Kenormalan buah dapat dideteksi secara tidak merusak menggunakan parameter thermal image dan warna kulit (basis warna RGB).

Pengembangan model prediksi menggunakan metode Jaringan Saraf Tiruan (JST) dengan arsitektur jaringan 4-10-10-2 yang berarti 4 node *input*, 10 node hidden layer 1, 10 hidden layer 2, dan 2 *output* diperoleh model optimum pada fungsi aktivasi tansig-tansig-tansig dengan RMSE 0,003 dan $R^2 = 1$. Uji validasi model diperoleh RMSE = 0,353 dan $R^2 = 0,600$ dengan tingkat keakuratan model = 87,5%.

5.2 Saran

Perlu adanya penelitian lebih lanjut, dengan melakukan pendeteksian translucency pada buah nanas saat penyimpanan berlangsung.

DAFTAR PUSTAKA

- Abedi, G., & Ahmadi, E. 2013. Bruises Susceptibilities of Golden Delicious Apples as Affected by Mechanical Impact and Fruit Properties. *Journal of Agricultural Science*, 152, 439–447.
- Agustin, M. 2012. Penggunaan Jaringan Syaraf Tiruan Backpropagation Untuk Seleksi Penerimaan Mahasiswa Baru Pada Jurusan Teknik Komputer Di Politeknik Negeri Sriwijaya. *Jurnal Sistem Informasi Bisnis* 02.
- Amin, S. 2012. *Sistem Deteksi Dini Hama Wereng Batang Coklat Menggunakan Jaringan Syaraf Tiruan Backpropagation*. Skripsi. Semarang: FMIPA Universitas Negeri Semarang.
- Arsatria, T., Munadi, K., & Arnia, F. 2020. Pengolahan Citra Termal untuk Identifikasi Region of Interest (ROI) dan Deteksi Kesegaran Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*). *Jurnal Online Teknik Elektro*, 5(3), 5.
- Aventi. 2015. Penelitian Pengukuran Kadar Air Buah. Pusat Penelitian Dan Pengembangan Pemukiman, 12–27.
- Badan Pusat Statistik. 2022. Produksi Tanaman Buah-Buahan 2021. *Badan Pusat Statistik*. <https://www.bps.go.id/indicator/55/62/1/produksi-tanaman-buah-buahan.html>
- Cahyo Suprianto, R. S. 2016. *Grow your own fruits- panduan praktis menanam 28 tanaman buah populer di pekarangan*. Lily Publisher. Yogyakarta.
- Chang-Shian, C., Po-Tsang, B. C., Nai-Fang, F. C., Chao-Chung, Y. 2010. *Development and application of a decision group backpropagation neural network for flood forecasting*, *Journal of Hydrology*, Feng Chia University, Taiwan, 358, 173-182.
- Chen, C.C. and Paull, R.E. 2001. *Suhu Buah dan Penghilangan Mahkota terhadap Terjadinya Translucency Buah Nanas*. *Scientia Horticulturae*, 88, 85-95.
- FAO. 2021. Top 10 Countries in Pineapple Production 2019. Food and Agriculture Organization of the United Nations.
- Febriana, M., Arina, F., & Ekawati, R. (2013). Peramalan jumlah permintaan produksi menggunakan metode jaringan syaraf tiruan (JST) backpropagation. *Jurnal Teknik Industri Untirta*, 1(2).

- Hajare, S., V. Dolane, R. Shasidar, S.S. Saroj, A. Sharma, and Bandekar. 2006. *Radiation processing of minimally processed pineapple Ananas comosus: Effect on nutritional and sensory quality*. *J. Food Sci.* (71): 501–505.
- Ishimwe, R., Abutaleb, K., & Ahmed, F. 2014. Applications of Thermal Imaging in Agriculture—A Review. *Advances in Remote Sensing*, 3, 128–140.
- Khatir, Rita, 2006. *Penuntun Praktikum Fisiologi dan Teknologi Penanganan Pasca Panen*. Banda Aceh: Faperta UNSYIAH.
- Lastriyanto, A., Yulianingsih, R., Sumarlan, S. H., & Melati, R. M. (2016). Karakterisasi kimia keripik apel manalagi hasil penggorengan vakum dengan menggunakan minyak goreng berulang. *Jurnal Keteknikan Pertanian Tropis dan Biosistem*, 4(2), 157-172.
- 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.
- León, Ramón G. and Delanie Kellon. “Characterization of ‘MD-2’ Pineapple Planting Density and Fertilization Using a Grower Survey.” *Horttechnology* 22 (2012): 644-650.
- Luketsi, Wendianing Putri. 2017. *Penentuan Tingkat Kematangan Buah Nanas Segar Secara Non-Destruktif Dengan Metode Ultrasonik*. Tesis. Insitut Pertanian Bogor.
- Lumanaw, M.K., J.E.M. Mamahit, M.F. Dien, G.M.J. Manengkey. 2013. Inventarisasi Serangga-Serangga Pada Pertanaman Nanas (*Ananas comosus* (L.) Merr.) Monokultur dan Polikultur Di Kabupaten Bolang Mongondow. Universitas Sam Ratulangi. *Jurnal Agroteknologi*. 2 (3): 1-23
- Mar’atus Shalihah, Nuni Anggraini, & Fitriani. 2020. Analisis Pengendalian Mutu Buah Nanas Segar Pada Tahap Proses Pasca Panen *Packing House Manual* di PT JKT. *Karya Ilmiah Mahasiswa Agribisnis*. 6-8.
- Mirawanti, Yenita dkk. 2010. *Neural Network*. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh November.
- Murniati, E. 2010. *Sang Nanas Bersisik manis di lidah*. SIC. Surabaya.
- Murtadha, A., Julianti, E., Suhaidi, I. 2012. Pengaruh jenis pemacu pematangan terhadap mutu buah pisang barangan (*Musa parasidiaca*. L). *Jurnal Rekayasa Pangan dan Pertanian*, vol 1 (1) : 47- 56
- Nasution, I. S., Yusmanizar, and Melinda, K. 2012. Pengaruh Penggunaan Lapisan Edibel (edible coating), Kalsium Klorida, dan Kemasan Plastik Terhadap Mutu Nanas (*Ananas comosus* Merr) terolah Minimal. *Jurnal Teknologi dan Industri Pertanian Indonesia* 4(2) : 1-6.
- Nina Elvira. 2020. *Sistem klasifikasi kualitas buah apel berbasis Citra thermal menggunakan metode jaringan Syaraf tiruan backpropagation*. Skripsi. Universitas Sriwijaya.

- Nugroho, D. S., Arsiwi, P., & Wijaya, D. K. 2020. Uji Anova untuk Menentukan Pixel yang Mempengaruhi Tingkat Akurasi Jaringan Syaraf Tiruan Backpropagation (JST-BP) pada Pembacaan Plat Nomor Mobil. *Penelitian dan Aplikasi Sistem dan Teknik Industri*, 14(1), 328338.
- Paull, R.E. and Chen, N.J. 2015. *Pineapple Translucency and Chilling Injury pada Hibrida Asam Rendah Baru*. Prosiding 2nd Southeast Asia Symposium on Quality Management in Postharvest Systems, Vientiane, 28-30 June 2015, 61-66.
- Permatasari. 2014. *Buah nanas*. Eprints Politeknik Negeri Sriwijaya. Palembang.
- Prahasta, E. 2009. *SIG : Konsep-konsep Dasar (Perspektif Geodesi dan Geomatika)*, Informatika, Bandung.
- Prihatman, K. 2000. *Budidaya Pertanian Nanas (Ananas comosus)*. Sistem Informasi Manajemen Pembangunan di Pedesaan. BAPPENAS. Jakarta.
- Puspaningrum. 2006. Peramalan Kebutuhan Beban Jangka Pendek Menggunakan Jaringan Syaraf Tiruan Backpropagation. Universitas Diponegoro. Semarang.
- Putri, R, D, Andriani, I. 2013. Daya Antibakteri Ekstrak Kulit Buah Nanas (*Ananas comosus*) Terhadap Pertumbuhan Bakteri *Aggregatibacter actinomycetemcomitans*. *Jurnal kedokteran Gigi Universitas Muhammadiyah Yogyakarta*. 2013. 1 (2): 1-9.
- Rahmat, F. A dan F. Handayani. 2007. *Budidaya dan Pasca Panen Nanas*. Balai Pengkajian Teknologi Teknologi Pertanian Kalimantan Timur.
- Rini, A. R. S., Supartono, S., & Wijayati, N. 2017. Hand Sanitizer Ekstrak Kulit Nanas sebagai Antibakteri *Staphylococcus aureus* dan *Escherichia coli*. *Indonesian Journal of Chemical Science*, 6(1), 61-66.
- Rukmana, R. dan S. Saputra. 2005. *Penyakit Tanaman*. Kanisius. Yogyakarta.
- Sandira Ari. 2015. *Sifat – Sifat Hasil Pertanian*. Sastra Hudayah. Bogor
- Sari, R. N. 2002. *Analisis Keragaman Morfologis dan Kualitas Buah Nenas (Ananas comosus (L.) Merr) Queen di Empat Desa Kabupaten Bogor*. Skripsi. Fakultas Pertanian. Institut Pertanian Bogor.
- Siang, Jong Jek. 2004. *Jaringan Syaraf Tiruan & Pemrogramannya Menggunakan Matlab*. Andi. Yogyakarta.
- Silva, J.A., Hamasaki, R., Paull, R., Ogoshi, R., Bartholomew, D.P., Fukuda, S., Hue, N.V., Uehara, G. and Tsuji, G.Y. 2006. *Lime, Gypsum, and Basaltic Dust Effects on the Calcium Nutrition and Fruit Quality of Pineapple*. *Acta Horticulturae*, 702, 123-131.
- Sunardi, S and Yudhana, Anton and Saifullah, Shoffan. 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*, 3, 128–140.

- Sunardi, Yudhana, A., Saifullah, S. Thermal Imaging Untuk Identifikasi Telur, Prosiding Konferensi Nasional Ke-4. *Asosiasi Program Pascasarjana Perguruan Tinggi Muhammadiyah (APPPTM)*. hlm. 152-157, 2016.
- Sunarjono, H. 2005. *Berkebun 21 Jenis Tanaman Buah*. Cet. Ke-2. Penebar Swadaya. Jakarta.
- Sutedja, R.T. 2014. *Buku Pintar Tumbuhan Tanaman Buah dan Sayuran*. Green Apple Books Publisher. Jakarta.
- Sutoyo, T., Mulyanto. E., Suhartono, V., Nurhayati, O.D. & Wijanarto. 2009. *Teori Pengolahan Citra Digital*. Yogyakarta.
- Suyanti. 2010. *Aneka olahan buah nanas, peluang yang menjanjikan*. *Warta Penelitian dan Pengembangan Pertanian*. 32(1): 7-9.
- T Sutoyo, Edy Mulyanto, Vincent Suhartono, Oky D Nurhayati. 2009. “ Teori Pengolahan Citra Digital”. Penerbit Andi Offset. Yogyakarta.
- Telaumbanua, M., Elhamida, R., Haryanto, A., & Rahmawati, W. 2020. *Teknik pengendalian serangga hama walang sangit (Leptocorisa oratorius) melalui penyemprotan larutan beuveria bassiana untuk tanaman padi*. Universitas Lampung. Bandar Lampung.
- Torri, L., N. Shinelli, and S. Limbo. 2010. *Shelf life evaluation of fresh-cut pineapple by using an electronic nose*. *Life J. Postharvest Biol. Technol.* (56): 239–245.
- USDA. United States Department of Agricultural, National Nutrient Database. 2017. Basic Report: 09181, Pineapple. USDA. USA.
- Vivian F., López, Santo L., Medina, 2012, *Taranis: Neural networks and intelligent agents in the early warning against floods, Expert Systems with Applications*. 39, 10031–10037.
- Wijesinghe, C.J., W.R.S. Wijeratman, J.K. Samarasekara, and R.R. Wijesundera. 2010. *Biological control of Thielaviopsis paradoxa on pineapple by an isolate of Trichoderma asperellum*. *J. Biol. Control*. 53: 285