



**INVESEE: “Invisible Security Stamp”
Berbasis Asam Sitrat dari Ekstrak Nanas**

Zahra Alia Kawiswara & Aurella Quenna Moza Bandoro

Irvani Dwi Prasanti

SMA Semesta Bilingual Boarding School

*Jl. Raya Manyaran-Gunungpati No. KM. 15, Nongkosawit, Kec. Gn. Pati, Kota Semarang,
Jawa Tengah 50224*

Email Peneliti 1 atau Guru Pembimbing:

zkawiswara@semesta.sch.id

Abstrak - Fenomena produk palsu atau kw di pasar *online* telah menjadi masalah yang signifikan dalam masyarakat modern. Dengan meningkatnya popularitas perdagangan *online*, konsumen seringkali menghadapi kesulitan dalam membedakan produk asli dari produk palsu. Oleh karena itu, perlu dikembangkan metode yang efektif untuk membantu konsumen dalam mengidentifikasi keaslian produk secara cepat dan akurat. Pembuatan *invisible stamp* merupakan salah satu solusi yang inovatif dalam menanggulangi masalah ini. *Invisible stamp* ini memiliki sifat-sifat khusus yang hanya terlihat atau terdeteksi dengan menggunakan teknologi tertentu, seperti sinar ultraviolet (UV). Dengan menggunakan *invisible stamp* pada produk asli, konsumen dapat dengan mudah memverifikasi keaslian produk tersebut dengan menggunakan perangkat yang sesuai. Pendekatan ini menawarkan beberapa keunggulan, termasuk kemudahan implementasi, biaya produksi yang rendah, dan tingkat keamanan yang tinggi. *Invisible stamp* sulit dipalsukan karena memerlukan pengetahuan khusus dan peralatan khusus untuk mendeteksinya. Selain itu, keberadaan *invisible stamp* dapat memberikan kepercayaan tambahan kepada konsumen terhadap produk yang mereka beli secara *online*. Karya tulis ini akan membahas langkah-langkah pembuatan *invisible stamp*, termasuk pemilihan bahan, formulasi tinta, dan proses aplikasinya pada produk. Selain itu, akan dibahas pula tentang teknologi identifikasi yang dapat digunakan oleh konsumen untuk mendeteksi *invisible stamp* tersebut. Melalui penelitian ini, diharapkan dapat memberikan kontribusi dalam mengurangi peredaran produk palsu di pasar *online* dan meningkatkan kepercayaan konsumen terhadap produk asli. Metode ini juga dapat memberikan perlindungan tambahan bagi produsen terhadap tindakan pemalsuan dan pelanggaran hak kekayaan intelektual. Dengan demikian, pembuatan *invisible stamp* memiliki potensi besar untuk meningkatkan integritas pasar *online* dan mendorong pertumbuhan ekonomi yang berkelanjutan.

Kata Kunci: *invisible security stamp, online product, teknologi identifikasi, produk asli.*

A. Pendahuluan

Belanja barang secara *online* semakin digemari di Indonesia, dan menjadi kebiasaan bahkan setelah pandemi covid-19 yang melanda seluruh dunia tiga tahun lamanya [4].

Karena dapat menghemat waktu dan tenaga serta pembayaran dapat dilakukan secara mudah menjadi alasan mengapa belanja barang secara *online* semakin digemari. Sehingga dapat menjadi peluang tumbuhnya ekonomi *digital* dan evolusi *digital* di Indonesia. Laporan Iprice 2021/2022 menyatakan, 94 % konsumen di Indonesia menggunakan perangkat *mobile* dalam berbelanja *online*, yang menyatakan adanya kenaikan dibanding dengan periode 2016/2017 yang berada di jumlah 81 % [4]. Tidak hanya itu transaksi e-dagang di Indonesia mengalami kenaikan, pada tahun 2018 mencatat angka Rp 106 triliun dan terus meningkat hingga mencetak angka Rp 266 triliun di tahun 2020 [4].

Karena mudahnya melakukan transaksi jual beli, maka dapat meningkatkan resiko penipuan yang tinggi. Kasus penipuan belanja *online* di *e-commerce* di Indonesia semakin terus terjadi, termasuk barang palsu. Menurut Kementerian Komunikasi dan Informatika (Kominfo) mencatat, jumlah korban penipuan belanja *online* di Indonesia pada tahun 2022 lalu mencapai 130 ribu orang [5]. Salah satu penyebab adalah rendahnya *digital safety*. *Digital safety* adalah kemampuan masyarakat untuk mengenali, menerapkan, meningkatkan kesadaran perlindungan data pribadi dan keamanan *digital* [3]. Masyarakat di Indonesia juga memiliki minat yang sangat rendah dalam membaca apalagi di era *digital* sekarang. Menurut Kementerian Komunikasi dan Informatika (Kominfo) mencatat, 130 ribu orang pada tahun 2022 menjadi korban penipuan *online*.

Karena banyaknya jumlah korban penipuan akibat minat literasi yang rendah, maka diperlukan inovasi baru yang memudahkan masyarakat untuk mengetahui keaslian suatu produk. INVESEE: *Invisible Security Stamp* adalah *stamp* yang terbuat dari *invisible security ink* yang dapat terlihat jika disinari sinar ultraviolet (UV). *Security ink* memiliki harga yang tinggi di pasaran, salah satu bahan yang digunakan adalah asam sitrat. Dalam *invisible security ink* asam sitrat yang digunakan digantikan dengan kandungan asam sitrat yang ada dalam nanas. Sari buah nanas yang diteliti sebanyak 100 ml dan 200 ml menghasilkan asam sitrat sebanyak 0,0350 gram dan 0,0466 gram [7]. Kita bisa memanfaatkan kulit nanas yang sering terbuang yang memiliki sari yang masih tersisa. Karena menggunakan limbah nanas sebagai bahan pengganti, bisa mengurangi limbah sampah sisa makanan dan membuat harganya menjadi lebih murah. Harapan kami adalah *Invisible Security Stamp* dapat menjadi salah satu inovasi yang bisa mempermudah masyarakat dalam mengelola limbah sampah makanan dan untuk mengetahui keaslian suatu produk.

B. Kajian Teori dan Tinjauan Pustaka

1. Kajian Teori

a. Peningkatan Belanja Online di Indonesia

Belanja online di Indonesia telah mengalami pertumbuhan yang signifikan dalam beberapa tahun terakhir. Pandemi COVID-19 yang melanda dunia selama tiga tahun terakhir menjadi salah satu faktor pendorong utama peningkatan ini. Konsumen beralih ke platform online untuk memenuhi kebutuhan sehari-hari, sehingga belanja online semakin digemari di Indonesia. Kemudahan dalam bertransaksi, penghematan waktu dan tenaga, serta kemudahan pembayaran menjadi alasan utama popularitas belanja online.

Laporan Iprice 2021/2022 menunjukkan bahwa 94% konsumen di Indonesia menggunakan perangkat mobile untuk berbelanja online, meningkat dari 81% pada periode 2016/2017. Selain itu, transaksi e-dagang di Indonesia juga mengalami peningkatan yang signifikan, dari Rp 106 triliun pada tahun 2018 menjadi Rp 266 triliun pada tahun 2020. Hal ini menunjukkan potensi besar dalam pertumbuhan ekonomi digital dan evolusi digital di Indonesia.

b. Risiko Penipuan dalam Transaksi Online

Namun, di balik pertumbuhan ini, terdapat peningkatan risiko penipuan dalam transaksi online. Kasus penipuan, termasuk barang palsu, semakin sering terjadi di platform e-commerce di Indonesia. Menurut data dari Kementerian Komunikasi dan Informatika (Kominfo), jumlah korban penipuan belanja online mencapai 130 ribu orang pada tahun 2022. Salah satu penyebab utama dari tingginya angka penipuan ini adalah rendahnya tingkat literasi digital masyarakat.

c. Literasi Digital dan *Digital Safety*

Literasi digital mencakup kemampuan untuk memahami dan menggunakan teknologi digital dengan bijak dan aman. Rendahnya minat baca di era digital juga menjadi tantangan dalam meningkatkan literasi digital di Indonesia. *Digital safety*, atau keamanan digital, adalah kemampuan untuk mengenali, menerapkan, dan meningkatkan kesadaran perlindungan data pribadi serta keamanan digital. Kurangnya pemahaman tentang digital safety dapat meningkatkan risiko penipuan dan pelanggaran keamanan lainnya.

d. Inovasi *Invisible Security Sticker*

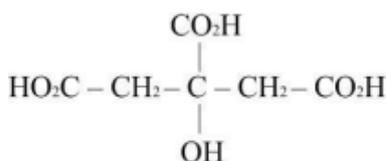
Untuk mengatasi masalah penipuan online dan membantu masyarakat mengenali

keaslian produk, diperlukan inovasi baru seperti *invisible security sticker*. Stiker ini terbuat dari tinta keamanan yang hanya terlihat jika disinari sinar ultraviolet (UV). Salah satu bahan utama dalam tinta keamanan adalah asam sitrat, yang dapat ditemukan dalam buah nanas. Penelitian menunjukkan bahwa sari buah nanas mengandung asam sitrat yang cukup tinggi, sehingga dapat digunakan sebagai bahan pengganti yang lebih murah dalam pembuatan tinta keamanan. Dengan menggunakan nanas sebagai bahan utama, harga produksi *invisible security sticker* menjadi lebih terjangkau. Inovasi ini diharapkan dapat membantu masyarakat dalam memverifikasi keaslian produk, sehingga mengurangi risiko penipuan dan meningkatkan kepercayaan dalam transaksi online.

2. Tinjauan Pustaka

a. Asam Sitrat

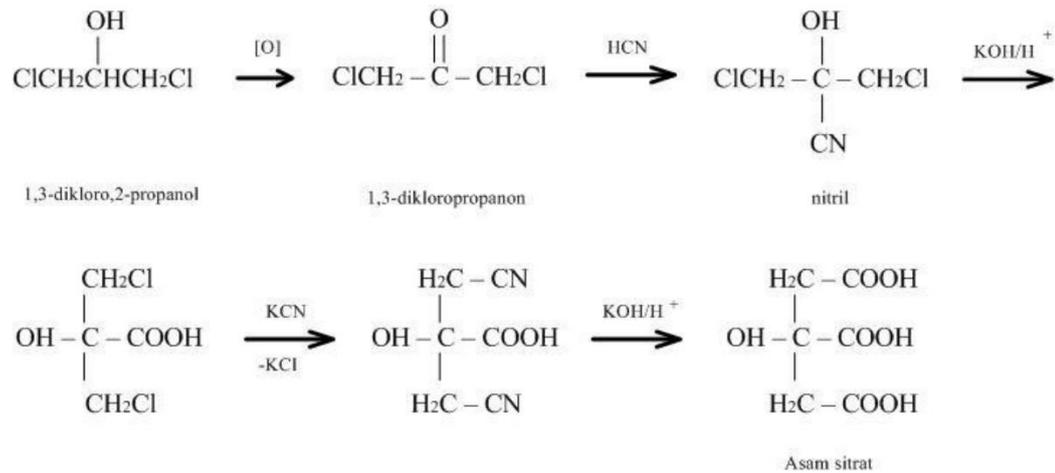
Asam sitrat adalah asam organik yang berasal dari dalam tumbuhan maupun hewan yang dapat disintesis secara kimiawi dan biokonversi [6]. Wujud asam sitrat berupa padatan putih atau transparan yang memiliki berat molekul 192,13 g/mol. Asam sitrat memiliki tingkat kelarutan pada air yang tinggi sehingga banyak digunakan dalam bidang industri makanan dan minuman. Berikut adalah struktur kimia asam sitrat :



Gambar 1. Struktur kimia asam sitrat

Sumber : Max, dkk.2010

Asam sitrat pertama kali diproduksi dari ekstraksi buah lemon yang dioksidasi menjadi 1,3-dikloropropana yang akan diadisi menggunakan HCN dilanjutkan dengan hidrolisis nitril menggunakan KOH. Reaksi ini membentuk gugus asam hidroksil (-COOH), yang direaksikan dengan KCN sehingga menghasilkan sianida. Lalu dihidrolisis lagi menggunakan KOH dan berubah menjadi asam sitrat. Berikut reaksi sintesis kimiawi asam sitrat:



Gambar 2. Reaksi Oksidasi Pembentukan Asam Sitrat

b. Asam Borat

Asam borat atau dikenal dengan *boraks* dengan rumus kimia H_3BO_3 atau $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7$ adalah senyawa yang mengandung unsur boron, oksigen, dan hidrogen. Sifat-sifat fisikokimia asam borat, seperti kelarutan dalam air dan sifat pengasaman, membuatnya cocok untuk digunakan sebagai bahan campuran dalam pembuatan tinta. Asam borat digunakan sebagai bahan pembawa warna dan kombinasi dengan senyawa lain yang memberikan kestabilan dan daya lekat pada tinta di berbagai permukaan.

Salah satu keuntungan utama penggunaan asam borat dalam tinta adalah stabilitas warna yang ditawarkannya. Tinta yang mengandung asam borat cenderung lebih tahan terhadap perubahan warna yang disebabkan oleh paparan cahaya UV atau faktor lingkungan lainnya. Hal ini membuatnya menjadi pilihan yang baik untuk aplikasi dimana kestabilan warna penting, seperti pencetakan dokumen penting atau cetakan seni.

Asam borat juga dapat digunakan untuk mengukur viskositas tinta, yang mempengaruhi kemampuan tinta untuk mengalir dan menyebar dengan baik saat diterapkan pada permukaan. Dengan menyesuaikan konsentrasi asam borat dalam campuran tinta, dapat dicapai konsistensi yang diinginkan untuk aplikasi tertentu, seperti cetakan industri atau percetakan tekstil.

c. Invisible Ink

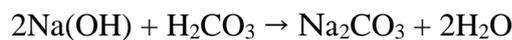
Invisible ink adalah zat yang terdiri dari campuran bahan kimia yang akan menghasilkan tinta dalam situasi tertentu. Hal ini merupakan reaksi irreversible yang didasari pada prinsip kimia asam/basa. Invisible ink adalah indikator pH larut air (asam-basa) yang terkena udara dapat berubah dan bahan berwarna menjadi bahan

yang tidak berwarna. Air yang terdapat dalam tinta bereaksi dengan CO₂ yang di udara untuk membentuk asam karbonat. Asam karbonat yang terbentuk bereaksi dengan natrium hidroksida untuk membentuk natrium karbonat.

Karbon dioksida (CO₂) di udara bereaksi dengan air (H₂O) untuk membentuk asam karbonat(H₂CO₃) :

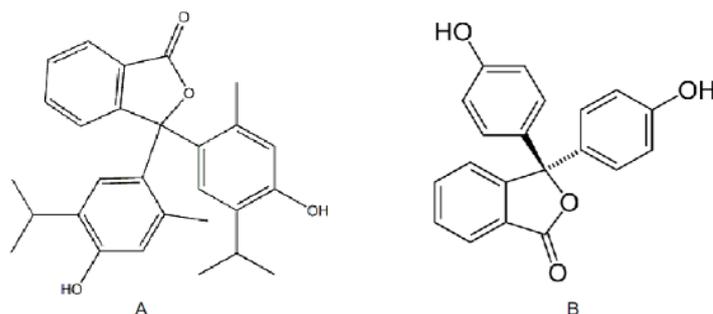


Reaksi netralisasi : natrium hidroksida + asam karbonat → natrium karbonat + air :



- 1) Natrium hidroksida dan CO₂ bereaksi satu sama lain dengan adanya udara membentuk natrium karbonat. Natrium karbonat kurang basa dibandingkan dengan natrium hidroksida
- 2) Natrium karbonat mengubah warna indikator dari biru menjadi tidak berwarna. Kisaran dari transisi timolftalein adalah pH 9,3 - 10,5 di atas kisaran pH ini warnanya akan menjadi biru dan di bawah kisaran ini tidak akan menghasilkan warna
- 3) Hanya residu tidak berwarna yang tertinggal dan alkohol menguap

Indikator pH yang paling umum digunakan dalam persiapan tinta yang menghilang adalah *thymolphthalein* (C₂₈H₃₀O₄) dan *phenolphthalein* (C₂₀H₁₄O₄). *Thymolphthalein* memberikan warna biru sehingga digunakan untuk dan *phenolphthalein* memberikan warna. Campuran *thymolphthalein* dan *phenolphthalein* digunakan untuk menghasilkan larutan ungu sesuai dengan nilai pHnya . Jumlah natrium hidroksida dan *thymolphthalein/phenolphthalein* dalam larutan menentukan periode kelelahan tinta yang menghilang, berkisar dari beberapa jam hingga beberapa hari. *Disappearing ink* pada kertas mungkin tidak terdeteksi bahkan di bawah amplifiier resolusi tinggi, cahaya IR dan cahaya UV.[8]



Gambar 3. A. *Thymolphthalein* & B. *Phenolphthalein*

d. UV Light

UV light adalah sebagian dari spektrum cahaya elektromagnetik dengan panjang gelombang antara 100 hingga 400 nanometer yang terbagi menjadi tiga subkategori : UV-A (320 - 400 nm), UV-B (280-320 nm), dan UV-C (100 - 280 nm). *UV light* digunakan dalam industri elektronik dalam proses pencetakan dan polimerisasi, seperti pencetakan tinta UV dan produksi perangkat semikonduktor. Penggunaan tinta tak terlihat atau tinta yang hanya terlihat di bawah sinar UV telah menjadi teknik umum dalam berbagai bidang, termasuk keamanan dokumen, identifikasi barang palsu, dan investigasi kriminal. Teknik ini bergaung pada sifat khusus tinta yang hanya terungkap di bawah sinar UV. Ketika tinta tak terlihat dikenai sinar UV, molekul dalam tinta tersebut akan memancarkan cahaya yang terlihat oleh mata manusia. Ini terjadi karena molekul tinta menyerap energi dari sinar UV dan kemudian memancarkan energi tersebut sebagai cahaya tampak. Penggunaan sinar UV untuk mendeteksi tinta tak terlihat adalah teknik yang efektif dan banyak digunakan dalam berbagai aplikasi, mulai dari keamanan dokumen hingga investigasi kriminal. Namun, penting untuk memperhatikan ketahanan tinta terhadap lingkungan dan penuaan untuk memastikan keandalan teknik ini dalam jangka panjang.

e. Gliserin

Gliserin adalah alkohol organik yang merupakan campuran gula dan alkohol dan dapat larut sepenuhnya dalam air. Gliserin adalah senyawa poliol sederhana dengan tiga gugus hidroksil (-OH) yang terikat padanya. Pelarut ini memiliki rumus kimia $C_3H_8O_3$. Gliserin ditemukan dalam lipid seperti trigliserida. Gliserin dapat larut dalam air karena memiliki tiga gugus hidroksil. Gliserin diproduksi melalui proses seperti saponifikasi, hidrolisis, transesterifikasi trigliserida. Secara fisik, gliserin adalah cairan yang mudah larut, hampir tidak berwarna, tidak berbau, bening, kental, higroskopis, dan memiliki titik didih yang sangat tinggi. Titik didih alkohol murni pada tekanan gas (760 mm) adalah $290\text{ }^{\circ}\text{C}$ [9].

Gliserin adalah zat yang bersifat higroskopis yang merupakan komponen yang dapat mengikat air dan mengurangi jumlah air [12]. Hal ini membantu menjaga tinta tetap lembab dan mencegahnya mengering terlalu cepat. Gliserin dapat meningkatkan viskositas campuran tinta. Viskositas merujuk pada sifat kekentalan atau ketebalan fluida, yang terjadi akibat gesekan antara molekul cairan [13]. Gliserin bertindak sebagai pelarut, membantu melarutkan komponen campuran tinta lainnya. Hal ini

memastikan bahwa bahan-bahannya terdistribusi secara merata dan tinta mengalir dengan lancar. Gliserin juga digunakan sebagai pengawet dalam banyak produk karena kemampuannya untuk mempertahankan kelembaban dan mencegah pertumbuhan mikroorganisme[14].

f. pH

pH adalah ukuran keseimbangan asam-basa suatu cairan, kisaran pH adalah 0-14, dengan pH netral yaitu pH 7 [10]. Nilai pH yang berada di atas 7 bersifat basa dan nilai pH dibawah 7 bersifat asam. Berdasarkan rekomendasi dari Badan Perlindungan Lingkungan AS (EPA) pH air kota harus antara pH 6,5-8,5 [10]. Pada beberapa kesempatan, sering sekali limbah cair dari suatu usaha dan kegiatan langsung saja dibuang tanpa mengetahui tingkat pH suatu cairan. Cairan yang memiliki tingkat keasaman yang tinggi akan bersifat korosif dan dapat menimbulkan iritasi bagi kulit manusia dan racun bagi biota air, sehingga suatu larutan atau cairan yang dibuat dari suatu kegiatan atau penelitian harus memperhatikan pH cairan tersebut. Menurut Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Nomor 68 tahun 2016, sebelum limbah dibuang ada tujuh parameter yang harus dipenuhi salah satunya adalah pH [11].

C. Metode Penelitian

1. Waktu dan Tempat Penelitian

Proses penelitian dan proses pengujian akan bertempat di Lab Kimia SMA Semesta. Penelitian akan dilaksanakan pada bulan Juli - September 2024.

2. Alat dan Bahan

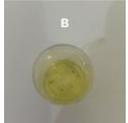
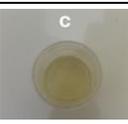
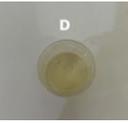
Peralatan yg digunakan dalam penelitian ini adalah *beaker glass*, timbangan, pipet ukur, dan *magnetic hot stirrer*. Sedangkan bahan yg digunakan adalah asam sitrat dari jus nanas, asam borat, urea, aquades, gliserin, kertas *glossy*, HVS, dan karton.

3. Rancangan dan Prosedur Penelitian

- a. Mempersiapkan alat dan bahan.
- b. Membuat larutan cairan *Invisible ink* dengan berbagai komposisi.

Tabel 1. Komposisi larutan cairan *Invisible ink* tanpa tambahan gliserin

PERBANDINGAN KOMPOSISI LARUTAN					
Nama Larutan	Asam Borat	Asam Sitrat (dari jus Nanas)	Urea	Aquades	Foto Hasil

Larutan A	0,5 gr	1,5 mL	0.5 gr	3mL	
Larutan B	0,5 gr	1,5 mL	0.5 gr	4mL	
Larutan C	0,5 gr	2,5 mL	0.5 gr	3mL	
Larutan D	0.5 gr	2,5 mL	0.5 gr	4mL	

Tabel 2. Komposisi larutan cairan *Invisible ink* dengan tambahan Gliserin

PERBANDINGAN KOMPOSISI LARUTAN					
Nama Larutan	Asam Borat	Asam Sitrat (dari jus Nanas)	Urea	Aquades	Foto Hasil
Larutan E	0,5 gr	1,5 mL	0.5 gr	3mL	
Larutan F	0,5 gr	1,5 mL	0.5 gr	4mL	
Larutan G	0,5 gr	2,5 mL	0.5 gr ⁴	3mL	
Larutan H	0.5 gr	2,5 mL	0.5 gr	4mL	

4. Pengolahan dan Analisis Data Pengujian larutan cairan *Invisible* menggunakan sinar UV.

- a. Lakukan pengujian terhadap berbagai larutan cairan yang diduga mengandung *invisible ink* dengan menggunakan sinar UV.
- b. Pastikan untuk mencatat identifikasi masing-masing larutan (Tabel 3).
- c. Amati apakah ada perubahan warna pada larutan ketika terkena sinar UV.

- d. Amati apakah ada perbedaan visibilitas dalam kondisi ruangan yang terang dan kondisi gelap.

5. Pengujian pH larutan *Invisible Ink*

- a. Pastikan sampel larutan yang akan diuji sudah siap dan berada dalam wadah yang bersih. Jika sampel terlalu pekat, diencerkan terlebih dahulu dengan air suling.
- b. Ambil selembar kertas universal menggunakan pinset atau tangan yang bersih. Hindari menyentuh bagian kertas yang akan digunakan untuk menguji.
- c. Celupkan ujung kertas universal ke dalam sampel larutan selama beberapa detik. Pastikan bagian yang dicelupkan benar-benar terendam.
- d. Keluarkan kertas universal dari larutan dan segera bandingkan perubahan warna yang terjadi dengan kartu warna pH yang disertakan.
- e. Carilah warna pada kartu yang paling mendekati dengan warna kertas universal yang telah dicelupkan. (Tabel 4)

6. Pengujian *Invisible Ink* pada berbagai jenis permukaan kertas.

- a. Siapkan berbagai jenis kertas yang ingin diuji, (HVS, *glossy paper*, karton).
- b. Bagi setiap jenis kertas menjadi beberapa bagian untuk membedakan jenis larutan A-H.
- c. Stempel tulisan “original” menggunakan *Invisible Ink* pada setiap bagian kertas.
- d. Gunakan lampu ultraviolet untuk menyinari kertas.
- e. Identifikasi jenis kertas mana yang paling cocok untuk *Invisible Ink* yang digunakan (Tabel 5).

D. Hasil Dan Pembahasan

Berdasarkan komposisi larutan pada tabel 1 dan tabel 2, disimpulkan bahwa komposisi larutan yang menghasilkan visibilitas terbaik melalui uji cahaya UV adalah larutan B tanpa penambahan gliserin dan larutan E dengan campuran gliserin. Hal ini tampak pada identifikasi larutan pada kondisi terang dan gelap di tabel 3.

Tabel 3. Identifikasi Larutan *Invisible* pada kondisi terang dan gelap

Identifikasi Larutan	Kondisi Terang		Kondisi Gelap	
	Terdeteksi/ Tidak Terdeteksi	Perubahan Warna yang terlihat	Terdeteksi/ Tidak Terdeteksi	Perubahan Warna yang terlihat
Larutan A	2	Tidak ada	3	Tidak ada
Larutan B	3	Tidak ada	3	Tidak ada
Larutan C	1	Tidak ada	3	Tidak ada
Larutan D	1	Tidak ada	2	Tidak ada
Larutan E	3	Tidak ada	3	Tidak ada
Larutan F	2	Tidak ada	2	Tidak ada
Larutan G	1	Tidak ada	1	Tidak ada
Larutan H	1	Tidak ada	1	Tidak ada

Skala deteksi:

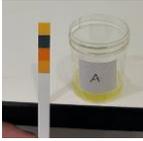
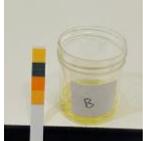
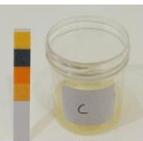
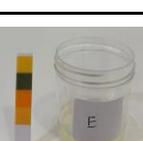
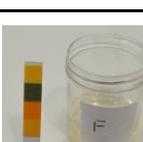
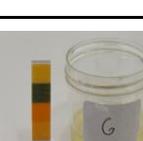
0: tidak terdeteksi; 1: terdeteksi samar; 2: terdeteksi jelas; 3: terdeteksi sangat jelas.

Pencampuran asam borat, asam sitrat dari nanas, dan urea secara umum tidak menghasilkan perubahan warna yang dramatis atau langsung terlihat oleh mata telanjang. Reaksi yang terjadi antara ketiga zat ini cenderung merupakan reaksi pembentukan kompleks atau reaksi kesetimbangan yang tidak melibatkan perubahan warna yang signifikan. Ketiga zat ini umumnya berwarna putih atau tidak berwarna dalam bentuk murni. Reaksi yang terjadi antara mereka juga cenderung menghasilkan produk yang tidak berwarna. Sehingga, dapat disimpulkan melalui kombinasi pencampuran ketiga zat ini, mampu menghasilkan *invisible ink* yang kemudian dapat diaplikasikan sebagai bahan untuk *invisible stamp*.

Penambahan gliserin pada campuran *invisible ink* yang terdiri dari asam borat, asam sitrat dari nanas, dan urea memiliki beberapa fungsi penting. Gliserin berfungsi sebagai humektan, yaitu zat yang membantu menjaga kelembaban. Dengan menjaga kelembaban,

gliserin membantu memperpanjang umur tinta dan mencegahnya cepat memudar atau hilang. Gliserin dapat membentuk lapisan tipis pada permukaan kertas yang membantu melindungi serat kertas dari kerusakan akibat penguapan cepat air. Penambahan gliserin dapat meningkatkan kecerahan tulisan atau gambar setelah dipanaskan menggunakan *hot stirrer* hingga suhu 70°C. Dengan memahami fungsi gliserin, kita dapat mengoptimalkan formula tinta tak terlihat untuk mendapatkan hasil yang terbaik.

Tabel 4. Identifikasi pH larutan *Invisible Ink*

Identifikasi Larutan	pH (kisaran)	Hasil Uji pH
Larutan A	9-10	
Larutan B	9-10	
Larutan C	9-10	
Larutan D	9-10	
Larutan E	7-8	
Larutan F	7-8	
Larutan G	7-8	

Larutan H	7-8	
-----------	-----	--

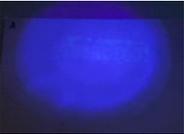
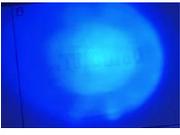
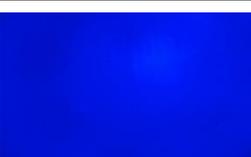
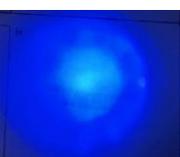
Kertas universal indikator digunakan untuk mengukur tingkat keasaman (pH) suatu larutan. Perubahan warna pada kertas akan menunjukkan rentang pH larutan. Asam borat, asam sitrat, dan urea memiliki sifat asam-basa yang berbeda. Asam borat dan asam sitrat keduanya merupakan asam lemah. Ketika dicampur dengan urea, basa lemah, mereka mengalami reaksi netralisasi. Reaksi ini menghasilkan garam dan air. Garam yang terbentuk dalam reaksi ini umumnya tidak berwarna dan transparan, sehingga campurannya tidak terlihat dalam kondisi pencahayaan normal.

Reaksi netralisasi antara asam lemah dan basa lemah menghasilkan larutan yang pH-nya bergantung pada kekuatan relatif asam dan basa tersebut. Ketika asam lemah bereaksi dengan basa lemah, terjadi transfer proton (H^+) dari asam ke basa, membentuk garam dan air. Namun, hasil dari reaksi ini tidak selalu menghasilkan larutan dengan pH netral (7). Hal ini berbeda dengan reaksi antara asam kuat dan basa kuat yang selalu menghasilkan larutan netral. Garam yang terbentuk dari reaksi netralisasi asam lemah dan basa lemah memiliki kecenderungan untuk bereaksi dengan air (hidrolisis). Reaksi hidrolisis ini dapat menghasilkan ion H^+ atau OH^- , sehingga mempengaruhi pH larutan. Kekuatan asam dan basa ditentukan oleh konstanta disosiasi asam (K_a) dan konstanta disosiasi basa (K_b). Jika K_a lebih besar dari K_b , maka garam yang terbentuk akan cenderung bersifat asam. Sebaliknya, jika K_b lebih besar dari K_a , garam akan bersifat basa. Selain K_a , K_b , dan konsentrasi, suhu juga dapat mempengaruhi pH.

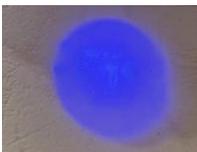
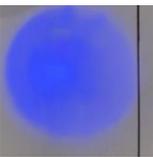
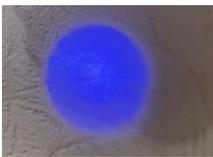
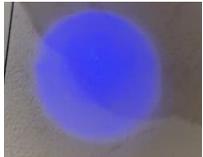
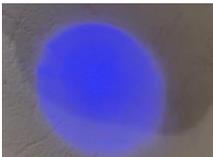
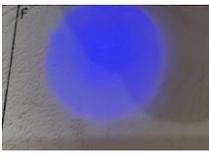
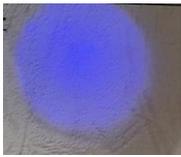
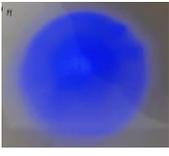
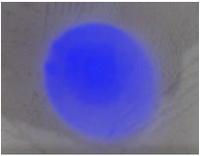
Berdasarkan data pada tabel 4, tampak larutan A-D memiliki pH pada kisaran 9-10 dan larutan E-H memiliki pH pada kisaran 7-8. Larutan A-D merupakan campuran tanpa gliserin dan larutan E-H merupakan campuran dengan tambahan gliserin. Secara umum, gliserin lebih berperan sebagai pelarut dan humektan daripada sebagai zat yang secara langsung mengubah sifat ionisasi asam dan basa. Efek gliserin terhadap sifat ionisasi biasanya sangat kecil. Dalam kondisi tertentu, seperti pada konsentrasi yang sangat tinggi atau dalam sistem yang sangat kompleks, gliserin mungkin dapat sedikit mempengaruhi ionisasi. Jika gliserin berinteraksi secara spesifik dengan ion-ion tertentu (misalnya, melalui ikatan hidrogen), hal ini bisa sedikit mengubah aktivitas ion tersebut dan secara tidak langsung mempengaruhi kesetimbangan ionisasi.

Pengujian terakhir dalam proyek ini adalah identifikasi *Invisible ink* pada berbagai jenis kertas pada kondisi terang dan gelap, seperti yang tampak pada tabel 5.a dan tabel 5.b.

Tabel 5. Identifikasi *Invisible ink* pada berbagai jenis kertas pada kondisi gelap

Identifikasi Larutan	Kertas Glossy	HVS	Karton
Larutan A			
Larutan B			
Larutan C			
Larutan D			
Larutan E			
Larutan F			
Larutan G			
Larutan H			

Tabel 5.b Identifikasi *Invisible ink* pada berbagai jenis kertas pada kondisi terang

Identifikasi Larutan	Kertas <i>Glossy</i>	HVS	Karton
Larutan A			
Larutan B			
Larutan C			
Larutan D			
Larutan E			
Larutan F			
Larutan G			
Larutan H			

Berdasarkan tabel 5.a, pengujian dilakukan dalam kondisi dimana ruangan gelap dengan menggunakan tiga jenis kertas yaitu, kertas *glossy*, HVS, dan kertas karton. Berdasarkan pengamatan, kertas yang sudah di stempel menggunakan *invisible ink* memberikan hasil paling jelas adalah menggunakan kertas *glossy* dan larutan yang paling baik untuk digunakan adalah larutan E.

Berdasarkan tabel 5.b, pengujian dilakukan dalam kondisi dimana ruangan terang dengan menggunakan tiga jenis kertas yaitu, kertas *glossy*, HVS, dan kertas karton. Berdasarkan pengamatan, kertas yang sudah di stempel menggunakan *invisible ink* memberikan hasil paling jelas adalah menggunakan kertas HVS dan larutan yang paling baik untuk digunakan adalah larutan B. Akan tetapi, pengamatan hasil pengaplikasian *invisible stamp* dengan kondisi gelap lebih mudah diidentifikasi dan lebih jelas.

Dilakukan juga uji ketahanan *invisible ink* setelah diaplikasikan pada berbagai jenis kertas selama 7 hari. Pada kertas *glossy*, larutan yang memberikan hasil paling baik dalam ruangan terang dan gelap adalah larutan yang diberikan campuran gliserin. Pada kertas HVS, larutan yang memberikan hasil paling baik dalam ruangan terang dan gelap adalah larutan yang tidak diberikan campuran gliserin. Sedangkan pada karton, larutan yang sudah distempel tampak tidak muncul/hilang ketika disinari sinar UV yang terjadi karena adanya penyerapan yang tinggi pada karton sehingga tinta meresap ke dalam serat karton yang menyebabkan *invisible ink* sulit untuk terdeteksi, dibawah sinar UV sekalipun.

E. Kesimpulan dan Saran

Berdasarkan hasil penelitian yang telah kami lakukan, dapat disimpulkan bahwa :

1. Berdasarkan hasil penelitian, dapat disimpulkan bahwa asam sitrat yang diekstrak dari nanas memiliki potensi yang baik sebagai bahan dasar *invisible ink*. Pesan yang di stempel dengan tinta ini menjadi terlihat jelas ketika disinari dengan cahaya UV. Hal ini menunjukkan bahwa asam sitrat bereaksi dengan sinar UV sehingga menghasilkan perubahan warna yang memungkinkan pesan terbaca. *Invisible ink* ini merupakan kombinasi dari asam borat, asam sitrat dari nanas, dan urea, reaksi ketiganya merupakan netralisasi, sehingga mampu menghasilkan *invisible ink*. Penambahan gliserin pada larutan *invisible ink* memberikan pengaruh terhadap visibilitas dari tinta tersebut, baik diamati pada kondisi terang maupun gelap.
2. Berdasarkan hasil pengujian, dapat disimpulkan bahwa jenis kertas sangat mempengaruhi efektivitas *invisible ink*. Kertas *glossy*, dengan permukaannya yang halus dan mengkilap, memberikan hasil terbaik ketika digunakan bersama dengan tinta yang mengandung

gliserin. Gliserin membantu tinta meresap ke dalam permukaan kertas glossy secara merata, sehingga pesan rahasia menjadi lebih jelas saat disinari dengan sinar UV. Sementara itu, kertas HVS efektif untuk *tinta tak terlihat* tanpa penambahan gliserin, namun hasil yang diperoleh tidak sejelas pada kertas glossy. Kertas karton, dengan permukaannya yang kasar dan berpori, kurang cocok untuk jenis tinta ini, karena tinta cenderung meresap terlalu dalam atau menguap sebelum sempat terbaca. Dilakukan juga pengamatan ketahanan dari *invisible ink*, setelah 7 hari *invisible ink* masih tampak jelas pada kertas *glossy* dan HVS, tetapi tidak terlihat pada kertas karton di hari ke-7.

Berdasarkan hasil penelitian yang telah kami lakukan, berikut beberapa saran yang dapat menjadi pertimbangan untuk melakukan penelitian selanjutnya :

1. Penggunaan bahan dasar lain.

Selain nanas, coba ekstrak buah dan sayuran lain seperti jeruk lemon, tomat, atau kubis ungu. Masing-masing memiliki kandungan asam yang berbeda dan dapat menghasilkan warna yang unik saat bereaksi dengan sinar UV.

2. Penambahan bahan lain di dalam formula *invisible ink*

Penelitian selanjutnya dapat menggunakan bahan lain untuk mengganti komposisi lain dalam formula *invisible ink*, dengan penambahan bahan kimia lain seperti baking soda, garam, atau hidrogen peroksida untuk melihat efeknya terhadap visibilitas dan stabilitas tinta.

3. Penambahan percobaan media permukaan

Penelitian selanjutnya dapat menambahkan media permukaan yang lebih banyak seperti kain, plastik, dan jenis kertas yang lebih beragam agar mengetahui peluang *invisible ink* dapat bekerja di jenis media permukaan yang lebih banyak.

4. Variasikan metode pengujian.

Selain sinar UV, coba panaskan kertas yang telah ditulis dengan tinta untuk melihat perubahan warna yang terjadi. Gunakan juga spektroskopi inframerah (IR) atau nuklir magnetik resonansi (NMR) untuk mengidentifikasi senyawa kimia yang bertanggung jawab terhadap perubahan warna.

Daftar Pustaka

- Julien Andres., Roger David Hersch., Jacques - E. Moser., Anne - Sophie Chauvin. Invisible Inks: A
New Anti - Counterfeiting Feature Relying on Invisible Luminescent Full Color Images Printed with Lanthanide - Based Inks. (adv. Funct. Mater. 32/14).

https://www.researchgate.net/publication/262527973_Invisible_Inks_A_New_Anti-Counterfiting_Feature_Relying_on_Invisible_Luminescent_Full_Color_Images_Printed_with_Lanthanide-Based_Inks_Adv_Funct_Mater_322014 [1]

Das Anamika., Suneet Kumar. November 2020. A Brief Review on Invisible Ink: It's Various Types and Examination Methods.

https://www.researchgate.net/publication/345713340_A_BRIEF_REVIEW_ON_INVISIBLE_INK_IT'S_VARIOUS_TYPES_AND_EXAMINATION_METHODS [2]

Pratiwi Agustini. 2021. Empat Pilar Literasi Untuk Dukung Transformasi Digital.

<https://aptika.kominfo.go.id/2021/01/empat-pilar-literasi-untuk-dukung-transformasi-digital/#:~:text=Mengenai%20digital%20safety%2C%20Semuel%20menyebutnya,Kementerian%20Kominfo%2C%E2%80%9D%20ungkap%20Semuel> [3]

MB Dewi Pancawati. 2023. Kebiasaan Belanja “Online” Berlanjut Meski Pandemi Melandai.

<https://www.kompas.id/baca/riset/2023/01/09/kebiasaan-belanja-online-berlanjut-meski-pandemi-melandai> [4]

Wahyu Sudoyo. 2023. Catatan Kominfo, Korban Penipuan Online Capai 130 Ribu Pada 2022.

<https://infopublik.id/kategori/nasional-sosial-budaya/715547/catatan-kominfo-korban-penipuan-online-capai-130-ribu-pada-2022#:~:text=Jakarta%2C%20InfoPublik%20%E2%80%93%20Kementerian%20Komunikasi%20dan,degan%20modus%20akun%20bank%20bodong> [5]

EMedia DPR RI. 2024. Evaluasi Perpustakaan, Komisi X Dukung Gerakan Literasi Membaca di Indonesia.

<https://emedia.dpr.go.id/2024/01/17/evaluasi-perpustakaan-komisi-x-dukung-gerakan-literasi-membaca-di-indonesia/> [6]

Rezha Firgie Febri Andini., Ratih Kusuma Wardani., Vika Ayu Devianti., Akademi Farmasi Surabaya.http://repository.akfarsurabaya.ac.id/74/1/ARTIKEL%20ILMIAH_13515065_REZHA%20FIRGIE%20FEBRI%20ANDINI.pdf [7]

A. A. *Repository* Universitas Brawijaya.
<https://repository.ub.ac.id/id/eprint/11832/10/BAB%20II.pdf> [8]

Toppr. Glycerin: Chemical bonding and molecular structure.
<https://www.toppr.com/guides/chemistry/chemical-bonding-and-molecular-structure/glycerin/> [9]

Howard E.LeWine,MD,Chief Medical Editor, Harvard Health Publishing
<https://www.health.harvard.edu/staying-healthy/is-alkaline-water-better> [10]

Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia

<https://jdih.maritim.go.id/cfind/source/files/permen->

[lhk/p_68_2016_baku_mutu_air limbah dmestik menlhk_02112021092838.pdf](https://jdih.maritim.go.id/cfind/source/files/permen-lhk/p_68_2016_baku_mutu_air limbah dmestik menlhk_02112021092838.pdf) [11]

Rakhmawati, S., & Fadillah, A. 2021. *The role of glycerin in skincare: Humectant properties and benefits*

<https://journals.ums.ac.id/indeks.php/pharmacon/article/viewFile/5937/4496>[12]

Pertamina. 2024. *Pengertian viskositas. One Solution*

https://onesolution.pertamina.com/Insight/Page/Pengertian_Viskositas#:~:text=Viskositas%20merujuk%20pada%20sifat%20kekentalan,sulit%20mengalir%2C%20maka%20viskositasnya%20tinggi. [13]

Arum Daun Kimia.2024. *Gliserin. Arum Daun Kimia.*

<https://www.arumdaeunkimia.com/gliserin-150057> [14]